

PER

-69

BNQ

ET SI MONTIGNAC



AVAIT RAISON ?

Science

Octobre 2002, 4,50 \$

Les dinosaures



sont toujours parmi nous

Ils se cachent sous des plumes

000001977 126
Bibliothèque Nationale Québec
Bureau Dépôt Légal
2275 rue Holt
Montréal QC H2G 3H1

VIVRE AVEC UN COEUR DE COCHON : POURQUOI PAS ?



Planètes extrasolaires Super moisson !



Envoi de poste - publications - Enregistrement
08024, 525, rue Louis-Pasteur, Boucherville,
Québec, Canada J4B 8E7

www.cybersciences.com



IL FAUT SAVOIR *partager* SON SAVOIR

Depuis plus d'un siècle, Merck Frosst contribue à améliorer la qualité de vie des Canadiens et de gens de partout dans le monde en mettant au point des médicaments qui soulagent la douleur et préviennent la maladie. Notre passion de la découverte dépasse toutefois largement le cadre de nos laboratoires. Chef de file de l'industrie pharmaceutique dans les domaines de la recherche et du développement au Canada, Merck Frosst s'est engagée à appuyer tous ceux qui partagent son enthousiasme pour la recherche, le développement et le progrès scientifique.

Merck Frosst reconnaît l'importance d'investir dans l'enseignement scientifique et c'est pourquoi elle parraine de nombreux programmes visant à stimuler l'intérêt des jeunes envers les sciences. En éveillant la passion des sciences chez les jeunes d'aujourd'hui, nous ouvrons la voie à de futures réalisations scientifiques.

C'est par la quête de l'innovation que nous faisons évoluer le monde, et en faisant profiter les jeunes de nos ressources, nous espérons encourager les générations futures à réinventer notre monde. Notre pays possède une tradition déjà bien établie en matière d'excellence scientifique et technologique et Merck Frosst est fière d'y contribuer.



www.teteschercheuses.ca

 **MERCK FROSST**
Découvrir toujours plus.
Vivre toujours mieux.

Science SOMMAIRE

OCTOBRE 2002, VOLUME 41, NUMÉRO 2 www.cybersciences.com



L'ENTREVUE DU MOIS : FRANÇOIS POTHIER

6 Vivre avec un cœur de cochon : pourquoi pas ?

La greffe d'organes d'animaux chez des humains suscite l'espoir mais n'est pas sans soulever des craintes. À tort ?

propos recueillis par Catherine Dubé

l'événement

9 Et si Montignac avait raison ?

Sa méthode ne fait pas seulement maigrir; elle apporterait aussi une solution au diabète et aux maladies cardiaques.

par Catherine Dubé



14 Du cerf écologiquement modifié

Un siècle à peine après son arrivée sur l'île d'Anticosti, le cerf de Virginie forme déjà une « société distincte ».

par Sophie Malavoy

17 Une « drill » canadienne pour Mars !

Que recèle le sous-sol de Mars ? Pour le savoir, il faudra forer ! Nos ingénieurs s'en occupent.

par Vincent Sicotte

Planète ADN

19 Un cordon pour la vie !

Le cordon ombilical peut nous venir en aide bien après la naissance !

par Jean-Pierre Rogel



Le mont Albert

Sylvain Maheu

LE GRAND TOUR DES PLANÈTES (DERNIER ÉPISODE)

20 Planétomania

Les astronomes ne cessent de découvrir de nouvelles planètes en dehors du Système solaire. Parmi elles, y en a-t-il une aussi hospitalière que la nôtre ?

par Vincent Sicotte

ÉVOLUTION

26 Quand les poules avaient des dents...

Les oiseaux descendraient-ils des dinosaures ?

Bien des paléontologues croient que oui.

par Marie-Pier Elie

DOSSIER

31 Québec : Le palmarès des montagnes

Les Nations unies ont fait de 2002 l'année internationale de la montagne. Au Québec, voici celles qui valent le détour.

par Anne Fleischman

LE PATRIMOINE INDUSTRIEL (16^e ÉPISODE)

38 À vos bons soins

Comment nous sommes passés des recettes de grand-mère aux milliards de pilules de l'industrie pharmaceutique.

par Gaëlle Lussiaà-Berdou



techno~pratique

43 La guerre des pourriels



Les spams se multiplient à un rythme affolant. Ils n'ont pas fini de nous « pourrir » la vie...
par Philippe Chartier

46 Aujourd'hui, le futur

par Marie-Pier Elie

La dimension cachée

47 Décadences culinaires

Rien ne se perd, tout se transforme...
par Raynald Pepin

48 Jeux

par Jean-Marie Labrie

Science-Culture

49 Biodôme 10 millions de visiteurs

par Marie-Pier Elie

BABG

50 Grigris de labos

par Bernard Arcand et Brigitte Gemme

Fragiles montagnes

Il n'y a pas si longtemps, mon épouse et moi avons passé des moments inoubliables dans les Andes boliviennes. Autour de nous, à quelques heures du lac Titicaca et du site archéologique de Tiwanaku, 360 degrés de montagnes. Le ciel sur terre, une impression d'éternité. Sur ces sommets de l'extrême cohabitent les Quechuas, descendants des Incas, et les Aymaras. Des peuples qui ont trouvé comment survivre sur l'Altiplano, à plus de 4 000 m. Les paysans andins, qui n'ont rien pour vivre, ont tout de même eu la sagesse de conserver plus de 200 variétés différentes de pommes de terre indigènes. Parce que la montagne est changeante : on ne sait jamais s'il pleuvra ou non, si la saison sera chaude ou froide, longue ou courte. Alors, quand ils plantent, ces montagnards mélangent les semences. La nature finit toujours par donner quelque chose. Et l'homme par survivre.

Enfin, si le climat n'est pas trop changeant. Car ces dernières années, les montagnes vont mal – et avec elles les 600 millions de personnes dans le monde qui vivent sur leurs flancs. Des gens qui, en plus, doivent régulièrement supporter un fléau qui n'a rien de naturel : la guerre. En 1999, les Nations unies ont calculé que 23 des 27 principaux conflits dans le monde avaient pour champ de bataille des régions montagneuses. Le Cachemire, dans l'Himalaya, et les montagnes d'Afghanistan en sont de récents exemples.

Ce n'est pas pour rien que les Nations unies ont fait de 2002 l'année internationale des montagnes. Elles ont beau sembler fortes et majestueuses, elles sont des baromètres très sensibles de l'état de l'environnement, à cause de leur altitude et des conditions extrêmes qui y prévalent. Pensons aux répercussions immenses sur la faune et la flore lorsqu'on coupe des forêts anciennes, lorsque l'on ouvre le terrain aux exploitations minières ou encore aux 50 millions de touristes avides d'escapades montagneuses à chaque année.

Les messages que les montagnes nous envoient devraient inquiéter les gens des plaines que nous sommes. Chaque jour, une personne sur deux dans le monde étanche sa soif avec de l'eau qui coule d'un sommet. Les montagnes sont le véritable château d'eau douce de la planète. Or partout, de l'Himalaya aux Andes, en passant par les Alpes, les glaciers s'amenuisent à des vitesses ahurissantes. À Lima, au Pérou, 10 millions de personnes risquent actuellement la pénurie d'eau à cause de la fonte accélérée du glacier Quelcaya ! Dans le massif himalayen, des chercheurs du Programme des Nations unies pour l'Environnement ont repéré, à l'aide de relevés par satellite, que 44 lacs et glaciers du Népal et du Bhoutan sont déjà tellement en crue qu'ils risquent de déborder dans cinq ans.

Ce n'est pas une bonne nouvelle pour les habitants des montagnes qui risquent de subir des glissements de terrain et l'érosion rapide des terres déjà difficilement cultivables. Mais ce trop-plein d'eau inquiète aussi les dizaines de millions d'habitants qui vivent le long des fleuves et qui souffriront d'inondations dans un premier temps, puis de sécheresses ensuite.

Au Québec aussi, nous avons nos montagnes, heureusement très paisibles. Ce ne sont pas les Rocheuses, mais sur les contreforts des Laurentides ou des Appalaches, ça grimpe tout de même ! L'automne est la période idéale pour admirer leur beauté, leur histoire, leurs ressources. Et nous rappeler que les préserver, ce n'est pas seulement assurer la beauté des paysages. C'est offrir une terre pleine d'avenir à nos propres enfants...



Rédacteur en chef Raymond Lemieux
Adjoint au rédacteur en chef Laurent Fontaine

Collaborateurs Bernard Arcand, Philippe Chartier, Catherine Dubé, Marie-Pier Elie, Anne Fleischman, Brigitte Gemme, Jean-Marie Labrie, Gaëlle Lussiaà-Berdou, Sophie Malavoy, Reynald Pepin, Jean-Pierre Rogel, Mathieu-Robert Sauvay et Vincent Sicotte

Correcteur Luc Asselin
Directeur artistique François Émond
Photographes/illustrateurs Robert Baronet, Louise Bilodeau, Martin Côté, Pierre Dunnigan, Michel Larose, Katy Lemay, Sylvain Majeau, Pierre-Paul Pariseau, Rémy Simard

Directeur général Pierre-Yves Gagnon
Directeur exécutif Marc Côté
Conseiller, Promotion et relations avec les médias Hermann Gagnon
Adjointe administrative Nicole Lévesque

Publicité Carole Martin
cmartin@quebecscience.qc.ca
Tél. : (514) 843-6888
Télec. : (514) 843-4897
Toronto : Warner Shillington
Tél. : (416) 323-3069 Téléc. : (416) 323-3725

SITE INTERNET
www.cybersciences.com

Journaliste Aurélie Deléglise

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

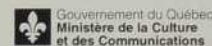
Pour abonnement et changement d'adresse Québec Science, Service des abonnements 525, rue Louis-Pasteur, Boucherville (Québec) J4B 8E7
Tél. : (514) 875-4444 Téléc. : (514) 523-4444

Abonnement par Internet www.cybersciences.com/abonnement
Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de : Rowecom France, rue de la Prairie, Villebon sur Yvette, 91763, Palaiseau cedex, France

Pelliculage électronique et impression : Interweb
Distribution en kiosques : Messageries Dynamiques
Distribution Canada hors Québec, États-Unis : LMPI

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec
Premier trimestre 2000, ISSN-0021-6127 Répertoire dans Repère et dans l'Index des périodiques canadiens.

© Copyright 2000 - La Revue Québec Science. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.
Le magazine sert avant tout un public qui recherche une information libre et de qualité en matière de sciences et de technologies. L'éditeur n'est pas lié à quelques exigences publicitaires. Les journalistes de Québec Science sont tenus de respecter le guide de déontologie de la Fédération professionnelle des journalistes du Québec. Québec Science, magazine à but non lucratif, est publié 10 fois l'an par la revue Québec Science. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les manuscrits soumis à Québec Science ne sont pas retournés. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signés sont attribuables à la rédaction.
Le contenu de ce magazine est produit sur serveur vocal par l'Audiothèque pour les personnes handicapées de l'imprimé.
Téléphone : Québec (418) 627-8882, Montréal (514) 393-0103



Québec Science reçoit l'aide financière du ministère de la Culture et des Communications (Programme de soutien aux intervenants et événements majeurs en culture scientifique et technique). Nous recevons aussi l'aide financière du gouvernement du Canada, par l'entremise du Programme d'aide aux publications (PAP), pour nos dépenses d'envoi postal.

Membre de : The Audit Bureau of Circulations



La Revue Québec Science
4388, rue Saint-Denis, bureau 300
Montréal (Québec) H2J 2L1
Tél. : (514) 843-6888
Télec. : (514) 843-4897



CEGEP de Jonquière
courrier@QuebecScience.qc.ca

Objectif Terre : un succès !

En juin dernier, l'équipe de Québec Science vous a offert un numéro spécial, *Objectif Terre*, un bilan environnemental de la planète 10 ans après le Sommet de Rio. Vous avez été nombreux à apprécier ce numéro. « Mon fils est abonné [...] mais depuis l'arrivée d'Objectif Terre, c'est moi qui me promène partout avec (mon exemplaire) pour convaincre tout le monde que cette lecture est essentielle, écrit Alain Robert. Par mon travail, je rencontre des dizaines de personnes de tous les milieux. Je n'ai pas de mal à les convaincre, (il suffit) de les laisser feuilleter. Un numéro historique, chapeau ! Maintenant, ne nous laissons plus distraire par les saboteurs de planète, il y a urgence ! »

Marie-France Boyaud, de Bromont, partage cet enthousiasme : « Je crois que les différents dossiers ont permis de bien cerner les problèmes imminents auxquels nous allons devoir faire face dans un futur pas si lointain. En tant que jeune travailleuse, je ne peux m'empêcher d'être inquiète au sujet de notre monde industrialisé qui ne semble pas lever le petit doigt devant les défis grandissants

posés par la sauvegarde de notre patrimoine planétaire. Ce numéro devrait être sur le chevet de tous les acteurs de la scène politique, voire de tous les jeunes, les travailleurs de demain. » Vous nous permettez, madame, d'être bien d'accord avec vous...

Erreur sur l'arbre

L'enthousiasme de nos lecteurs ne nous empêchera pas de nous améliorer. Gaëtan Sirois, un ingénieur forestier, nous signale une erreur dans la fiche botanique de la page 76 d'Objectif Terre : « Dans votre exemple sur l'érable à sucre, vous lui attribuez le nom botanique d'Acer saccharinum, nom qui appartient plutôt à l'érable argenté au lieu d'Acer saccharum marsh qui est bien l'érable à sucre. »

Les barrages n'ont pas juste le beau rôle

Abondant courrier aussi pour le dossier du mois de juillet-août, *Nos lacs et nos rivières*, et particulièrement sur la



question de notre sondage : « Êtes-vous d'accord pour que l'on continue à harnacher des rivières si cela peut contribuer à la lutte contre le réchauffement global ? En tout, 57 % des répondants ont dit oui, et 33 % ont dit non. Sophie Decorwin, présidente du Comité de préservation des rivières de la Fédération québécoise de canot et

kayak trouve notre question « tordue ». « La question est clairement biaisée en fonction d'une réponse positive en faveur de l'hydro, écrit-elle. Les résultats n'auront pas de valeur scientifique. » Selon des études récentes, rappelle-t-elle, « les ouvrages hydroélectriques seraient responsables de 4 % de la production de gaz carbonique et de 17 % du méthane, des gaz à effet de serre qui sont responsables du réchauffement global ».

« Ce n'est pas la construction de nouvelles centrales à la grandeur du Québec qui règlera le réchauffement de la planète, écrit également Viviane Drolet, pour l'association Chute-libre. Il faut un programme de réduction des besoins énergétiques. Le gaspillage d'énergie chez nos voisins du sud ainsi que chez nous peut amener la destruction de notre patrimoine naturel, alors que des solutions de remplacement sont encore à explorer. » QS

Des commentaires ?

Vous pouvez nous faire parvenir vos commentaires et suggestions à l'adresse suivante : Québec Science, 4388 rue Saint-Denis, bureau 300, Montréal (Québec) H2J 2L1 Téléc. : (514) 843-4897 Adresse électronique : courrier@quebecscience.qc.ca

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



Vous êtes maintenant 345 000* à nous lire chaque mois et à suivre l'actualité scientifique avec nous. Merci.

Vous pouvez ainsi apprécier à leur juste valeur les progrès de la recherche, de la science et de la technologie.



Québec Science vous invite à commémorer les 40 ans de sa fabuleuse aventure au pays de la connaissance.

Au programme : une édition spéciale du magazine, des causeries, des conférences et un rassemblement en novembre... Ne manquez pas ces rendez-vous

de la passion et du savoir ! Surveillez le programme des événements dans le prochain numéro, et sur notre site Internet : www.cyberscience.com.



Vivre avec un coeur de cochon : pourquoi pas ?

Le débat sur la xénotransplantation est loin d'être clos... François Pothier, spécialiste de la transgénèse animale et professeur à l'Université Laval, y voit une des plus belles applications de la science. Mais il pose sur ce débat le regard à la fois enthousiaste et inquiet d'un scientifique responsable. Les risques que la xénotransplantation représente sont-ils insurmontables ?

Chercheur et cofondateur de TGN Biotech, une entreprise dédiée à la production de porcs transgéniques destinés à la synthèse de médicaments, François Pothier est aussi membre de la Commission de l'éthique de la science et de la technologie qui relève du Conseil de la science et de la technologie.

Québec Science : Malgré les avancées scientifiques annoncées régulièrement, la xénotransplantation n'est pas encore au point. Arrivera-t-on à régler les problèmes de rejet que l'on constate ?

François Pothier : En août, la société britannique PPL Therapeutics annonçait avoir réussi à désactiver chez quatre porcelets le gène responsable du rejet hyperaigu, capable de détruire l'organe transplanté en moins de 30 minutes. Avant elle, d'autres compagnies y étaient parvenues par des approches différentes utilisant aussi la transgénèse. Tout cela est encourageant, mais ne règle pas le problème de rejet chronique – également présent quand on transplante un cœur humain –, qui force le receveur à prendre des médicaments immunodépresseurs à long terme. Une des conséquences positives de l'étude de la xéno greffe, c'est par contre qu'on en apprend beaucoup sur le système immunitaire de l'humain.

QS Les virus semblent représenter un obstacle encore plus important...

FP Cet obstacle paraît en effet insurmontable. Le génome du porc contient naturellement des séquences de rétrovirus qui ne le rendent pas malade, mais présentent un risque potentiel pour l'être humain. En transplantant un cœur de porc à un humain, on donnerait la chance aux rétrovirus qui sommeillent de se réveiller et de se recombiner avec des séquences du génome humain. On risquerait alors de voir apparaître des maladies nouvelles, comme c'est arrivé avec le sida. Puisque le système immunitaire des receveurs serait affaibli par les médicaments, le risque que ces virus échappent à sa surveillance serait grand.

Pour l'instant, on ignore si ces rétrovirus seraient capables de se répliquer dans les cellules humaines – *in vitro*, au moins deux d'entre eux semblent l'être. On ignore aussi le type de maladies qu'ils seraient susceptibles de causer. Il pourrait s'agir de maladies tout à fait bénignes, mais aussi de maladies aussi graves que le sida. Vous imaginez la catastrophe...

Pour éviter une épidémie, rien ne sert de mettre les patients en quarantaine après une transplantation, car cela peut prendre des années avant qu'une infection causée par un rétrovirus ne se déclare. Pour limiter les risques de propagation, les Britanniques ont proposé

un protocole exigeant que la personne greffée ne puisse pas avoir d'enfants, qu'elle s'engage à ne pas avoir de relations sexuelles non protégées, qu'elle ne voyage pas, etc. C'est utopique de penser que de telles mesures puissent être efficaces.

Bien sûr, il ne faut pas être alarmiste, mais comme il s'agit d'un risque que l'on est incapable de mesurer, je crois qu'il est préférable d'agir avec prudence. Il est encore trop tôt pour passer à l'étape des études cliniques.

QS En début d'année, l'Association canadienne de santé publique (ACSP) a publié un rapport à la suite d'une consultation publique sur la xénotransplantation. Elle recommande que le Canada ne l'autorise pas pour l'instant. Avec les risques que vous décrivez, vaut-il mieux mettre cette voie thérapeutique de côté ?

FP Non, parce qu'il n'y a pas de solutions comparables, à part le don d'organes humains. Il faut bien sûr continuer d'étudier les autres options, comme le souligne l'ACSP. Par exemple, on peut faire attention à ce qu'on mange et arrêter de fumer, pour préserver ses organes; mais pour les maladies génétiques qui touchent les enfants, ça ne va pas. On peut aussi continuer la recherche sur les organes artificiels; le cœur mécanique est bien avancé, mais on est loin d'un rein ou d'un foie mécaniques. Ensuite, les cellules souches vont nous permettre de

Je trouve injuste qu'un enfant de quatre ans meure parce qu'il n'a pas l'organe qu'il lui faut ●●●



LOUISE BILODEAU

Je préférerais avoir un cœur de porc ! Le cœur d'un donneur humain, on ignore dans quel état il se trouve. Le cœur de porc, lui, serait tout neuf !

- François Pothier, spécialiste de la transgénèse animale

réparer des organes, mais pas de les reconstruire en entier, du moins pour l'instant. Cette possibilité m'apparaît encore plus lointaine que la xénogreffe.

Il faut donc continuer la recherche sur la xénotransplantation. Il est tout à fait possible que l'on découvre des façons de faire nouvelles qui permettront le transfert d'organes d'animaux aux humains.

QS Est-ce que l'on pourra en venir à retirer les séquences de rétrovirus du génome du porc ?
FP Je crois que oui. Ce serait une chirurgie

de l'ADN très fine, mais on peut imaginer que l'on pourra retirer ces séquences de l'ADN du porc. On a aussi trouvé des lignées de porcs qui ne semblent pas porteuses des deux rétrovirus les plus susceptibles d'infecter les cellules humaines.

On ne peut aller de l'avant tant que l'on n'aura pas éliminé ou du moins beaucoup réduit les possibilités d'infection. Si ce risque était limité au receveur, ce dernier pourrait décider pour lui-même s'il veut le courir. Mais présentement, le danger

s'étend à l'entourage de cette personne et à la population entière.

Je ne sais pas si nous arriverons un jour à suffisamment réduire les risques d'infection pour pouvoir utiliser la xénotransplantation, mais je demeure convaincu que c'est une des plus intelligentes applications de la transgénèse. Je trouve injuste qu'un enfant de quatre ans meure parce qu'il n'a pas l'organe qu'il lui faut. Si on est capable de réparer les erreurs de la nature, je crois qu'il faut le faire. Mais comme j'ai beaucoup de respect pour l'embryon humain, je n'interviendrai pas dans sa destinée par une manipulation génétique. La xéno greffe s'avère donc une meilleure solution, selon moi.

Certains ne peuvent concevoir de vivre avec un organe de porc. Pour un biologiste comme moi, un cœur, c'est une simple pompe. Je n'aurais donc pas de mal à vivre avec un tissu animal. On abat des millions de porcs chaque année au Québec; l'utilisation de cet animal ne me semble donc pas problématique d'un point de vue éthique. C'est dommage pour le porc, mais c'est l'humain qui tient le microscope. S'il était plus intelligent que l'humain, c'est

nous qui mangerions de la moulée !

QS L'ACSP recommandait l'adoption de lois et règlements pour encadrer de futurs essais cliniques sur la xénotransplantation. Est-ce nécessaire selon vous ?

FP Ce ne serait peut-être pas mauvais de le faire. Mais je crois que les comités d'éthique présents dans les hôpitaux représentent déjà une barrière importante, car ils n'accepteraient jamais une telle manipulation à l'heure actuelle. Je ne pense pas qu'un médecin ou un chercheur sérieux risqueraient leur carrière pour cela.

Afin de réaliser la xéno greffe, il faudrait se procurer des porcs transgéniques. Au Canada, il n'y en a pas beaucoup – l'université de Guelph en Ontario en possède.

QS Vous jugez donc que l'autorégulation suffit.

FP Au Canada, oui.

QS Comme il y a des risques de pandémie, est-ce que l'on n'aurait pas besoin d'ententes internationales ?

FP Les ententes internationales, c'est bon pour les démocraties, mais dans un petit

coin perdu, n'importe qui peut tenter une xénotransplantation. Si cela survient, il sera déjà trop tard quand on le saura. Et c'est possible : on peut penser que des gens seraient prêts à payer des millions de dollars pour une xénotransplantation qui sauverait leur enfant. La preuve, c'est que le trafic d'organes existe bel et bien.

QS Certains avancent que si la xénotransplantation est utilisée un jour, on aura deux types de greffés : les riches qui auraient des cœurs humains et les pauvres qui recevraient des cœurs de porc. Qu'en pensez-vous ?

FP Ce serait probablement l'inverse, parce qu'un cœur humain, ça ne coûte rien, alors qu'un cœur de porc a déjà été estimé à 40 000 dollars, compte tenu des manipulations génétiques nécessaires, de l'élevage et de la préparation de l'animal.

De toute façon, moi, je préférerais avoir un cœur de porc ! Le cœur d'un donneur humain, on ignore dans quel état il se trouve; le donneur fumait peut-être, l'organe peut avoir manqué d'oxygène ou être usé. Le cœur de porc, lui, aurait été bien préparé et serait tout neuf ! **CS**

Une équation gagnante !

D.E.C. technique* + Bac ÉTS + Stages en entreprise rémunérés = Ingénieur



L'École de technologie supérieure est le seul établissement universitaire qui offre des programmes de baccalauréat en ingénierie conçus spécifiquement pour les titulaires d'un diplôme d'études collégiales en techniques physiques ou en informatique.

5 programmes de baccalauréat

- Génie de la construction
- Génie de la production automatisée
- Génie électrique
- Génie logiciel
- Génie mécanique

et des programmes de maîtrise et de doctorat en génie et en technologie.

Axée sur le génie appliqué, l'ÉTS offre dans le cadre de ses programmes d'études plus de séances de laboratoire et de travaux pratiques que tout autre établissement d'enseignement du génie au Québec.

*en informatique ou en techniques physiques

Bureau du registraire
(514) 396-8888
ou sans frais 1 888 394-7888
admission@etsmtl.ca

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

 Université du Québec
**École
de technologie
supérieure**

Et si Montignac avait raison ?

La méthode Montignac ne ferait pas seulement maigrir : elle serait une solution au diabète et aux maladies cardiaques.

par Catherine Dubé

La méthode Montignac fait maigrir et permet de rester mince. Demandez à ceux qui la suivent sans tricher. Mais ce n'est pas tout : elle semble aussi abaisser le taux de cholestérol, de triglycérides et d'insuline dans le sang, une bonne façon de tenir à distance le diabète et les maladies vasculaires. À ce chapitre, elle serait même plus efficace que le régime préconisé par la prestigieuse American Heart Association !

Ce n'est pas l'auteur de la méthode, Michel Montignac, qui le dit, mais des chercheurs de l'Université Laval à Québec. Le cardiologue Jean G. Dumesnil s'est intéressé à la méthode du célèbre Français parce qu'il avait lui-même du poids à perdre – comme ses patients. Six mois après avoir adopté la méthode Montignac, il avait fondu de 21 kg. Des kilos qu'il n'a pas repris, cinq ans plus tard. Et il bénéficie d'un « effet secondaire » extrêmement intéressant : il a réglé son problème de cholestérol avec une efficacité surprenante. Avant de commencer le régime, ses taux de LDL-cholestérol (le « mauvais » cholestérol) et de triglycérides avaient déjà diminué grâce à des médicaments. En suivant la méthode, il a noté une diminution additionnelle de 29 % du mauvais cholestérol et de 86 % des triglycérides. Impressionnant ! En prime, son taux de « bon » cholestérol (HDL-cholestérol) a augmenté de 39 %. « Quand on réussit à l'augmenter de 10 % grâce à des médicaments, on considère que c'est une victoire extraordinaire ! » souligne le docteur Dumesnil.



Pourquoi Montignac fait maigrir

Voici une des révélations-chocs de l'étude de l'Université Laval, et rapportée dans *Québec Science* en octobre 1998 : en suivant la méthode Montignac, les gens mangent 25 % moins de calories, sans même s'en rendre compte ! C'est pour cette raison qu'ils maigrissent. Dur coup pour Montignac, pour qui le concept même de calories est une fumisterie.

Pourquoi mangent-ils moins ? Parce que la méthode Montignac laisse une large place aux protéines et aux fibres, qui ont un grand pouvoir rassasiant. En « mangeant Montignac », on consomme spontanément une fois et demie plus de protéines, moitié moins de glucides et 20 % moins de lipides. Le plus fantastique, c'est que l'on ne ressent pas la faim. La dernière semaine, les sujets de l'étude ont suivi encore une fois la diète de l'AHA, mais cette fois, en limitant le nombre de calories consommées pour qu'il ne dépasse pas celui de la semaine Montignac. Les pauvres avaient l'estomac dans les talons !

Curieux de mettre la méthode à l'épreuve scientifiquement – Montignac est un « nutritionniste » autodidacte, pas un chercheur –, le docteur Dumesnil a convaincu des collègues réputés, Angelo Tremblay, nutritionniste, et Jean-Pierre Després, spécialiste mondial des maladies lipidiques, d'élaborer un projet de recherche dont les résultats ont été publiés dans la *British Journal of Nutrition* il y a quelques mois. Douze volontaires de 47 ans en moyenne, obèses mais par ailleurs en bonne santé, ont accepté de servir de cobayes.

Ils ont d'abord suivi la diète de l'American Heart Association (AHA) durant six jours : ils pouvaient manger autant qu'ils le voulaient mais en limitant la proportion de lipides à 30 %. Après avoir accordé deux semaines de repos à

Qu'est-ce que l'index glycémique ?

L'index glycémique permet de classer les aliments selon leur capacité à faire monter le taux de glucose dans le sang (la glycémie). Un fruit fera par exemple monter le taux de glucose à 1,20 gramme par litre (g/l) de sang; un bonbon, à 1,80 g/l. Plus le taux est élevé, plus l'insuline doit travailler longtemps pour que le sucre soit absorbé. Dans les années 1970, le scientifique canadien David Jenkins a mis au point le concept des index glycémiques : il a accolé un chiffre aux aliments selon l'augmentation de glucose qu'ils induisent dans le sang. Du riz blanc instantané, qui augmente beaucoup la glycémie, reçoit un index glycémique de 90, alors que le riz brun complet, qui augmente beaucoup moins la glycémie se mérite un 50.

Montignac recommande de ne consommer que des glucides dont l'index glycémique est de 50 et moins, comme des fruits, des légumes, des légumineuses, des céréales et des pâtes complètes.

leur métabolisme, les volontaires ont « mangé Montignac » pendant six jours : ils ont banni sucres et farines raffinés et préféré les bons gras, les fibres et les aliments à index glycémique bas (*voir l'encadré sur l'index glycémique*). La méthode interdit de s'alimenter en glucides et en lipides au cours d'un même

repas, mais permet de manger autant qu'on veut.

Au début et à la fin de chaque période de régime, les volontaires ont subi des prises de sang. À la suite de la semaine Montignac, le taux de triglycérides (un important facteur de risque cardiovasculaire) des sujets avait chuté de 35 %,

Un pavé dans la mare

Montignac persiste et signe. Et cette fois, le docteur Jean G. Dumesnil cosigne ! Pour ébranler les colonnes du temple de la nutrition.

Le docteur Jean G. Dumesnil considère que les résultats obtenus avec la méthode Montignac sont dignes de mention. Assez pour qu'il décide de publier un livre avec le célèbre Michel Montignac. « De toute évidence, sur le plan de la prévention nutritionnelle, on fait fausse route depuis 25 ans, estime le médecin. Quand j'ai commencé à pratiquer la cardiologie, je soignais surtout des fumeurs. Aujourd'hui, ce sont des obèses et des diabétiques. Leur nombre est en progression constante ! »

Depuis des décennies, les organismes de prévention des maladies cardiaques font la chasse aux gras. Puisqu'il faut bien continuer à manger, les gens ont remplacé les graisses par des glucides... parfois sans s'en apercevoir : les aliments allégés en graisses sont souvent bourrés de sucre. Résultat : le taux de cholestérol des Nord-Américains a diminué, mais l'obésité est devenue galopante. « Ces organismes suggèrent du bout des lèvres de privilégier les céréales entières, mais ne mettent pas en garde contre les sucres et farines raffinés », dénonce le docteur



Jean G. Dumesnil : « Sur le plan de la prévention nutritionnelle, on fait fausse route depuis 25 ans. »

Dumesnil. Autre écueil : les organismes de prévention tardent à intégrer dans leur discours la notion d'index glycémique pour classer les glucides. « Dans leurs dépliants destinés au grand public, ils parlent encore de glucides simples et complexes – un classement selon la complexité de la molécule qui n'a rien

à voir avec la vitesse d'absorption par le système digestif. Ils recommandent aux gens de consommer des glucides complexes, comme l'amidon. Les gens mangent donc des pâtes alimentaires et du riz blancs qui font grimper leur glycémie en flèche. Exactement le contraire de ce qu'ils devraient faire ! »

une amélioration plutôt spectaculaire après une période aussi courte. « Avec Montignac, on mange 25 % moins de calories, note Jean-Pierre Després, c'est probablement ce qui explique la chute des triglycérides. » (Voir Québec Science, octobre 1998 et l'encadré Pourquoi Montignac fait maigrir.)

Par contre, les résultats du régime de l'AHA, spécialement conçu pour prévenir les maladies cardiovasculaires, ont de quoi inquiéter. Le taux de triglycérides a augmenté de 28 % et le HDL-cholestérol (le « bon » cholestérol) a diminué de 10 %, exactement l'inverse du résultat souhaité ! Et dire que les hôpitaux nord-américains incitent leurs patients à suivre ce régime depuis 30 ans !...

Les chercheurs ont observé un autre phénomène qui intéressera les hommes bedonnants. Les personnes dont le sur-

plus de poids se concentre à l'abdomen ont souvent des taux de cholestérol et de triglycérides tout à fait normaux. C'est autre chose qui cloche : leur sang contient trop de petites particules denses de LDL-cholestérol. Un phénomène complexe que les scientifiques commencent à peine à comprendre, mais qui semble être un pas de plus vers la crise cardiaque. Or, à la fin de la semaine Montignac, la taille de ces particules avait déjà augmenté. Jean-Pierre Després a été surpris. « Ce n'est pas banal, une augmentation aussi rapide de la taille des particules », note-t-il.

La dernière journée des régimes, les participants ont accepté – pour la science – de se soumettre à des prises de sang, toutes les heures, pour mesurer leur taux de glucose sanguin et d'insuline. C'était une vérification de la plus haute importance pour le docteur Dumesnil, car la surproduction d'insuline (hyperinsulinisme) est associée à un risque très accru de maladies cardiovasculaires. L'hyperinsulinisme conduit aussi souvent à l'obésité et au diabète de type II, qui ouvrent la porte aux maladies cardiovasculaires.

Rappelons d'abord le rôle de l'insuline : quand on consomme des glucides, le taux de glucose dans le sang (la glycémie) augmente. Le pancréas sécrète alors de l'insuline pour que ce glucose soit assimilé. Plus les aliments avalés ont un index glycémique élevé, plus la glycémie augmente et plus une quantité importante d'insuline est nécessaire pour faire redescendre le taux de glucose sanguin à la normale.

Montignac affirme qu'à force de manger des aliments à index glycémique élevé, notre système se détraque, et produit toujours plus d'insuline, pourtant de moins en moins efficace – une affirmation avec laquelle les diététistes sont d'accord. Les résultats des prises de sang des volontaires tendent aussi à la confirmer. Avec le régime de l'American Heart Association, chaque repas est suivi d'une montée vertigineuse de la glycémie, ce qui exige la production de beaucoup d'insuline. À la fin de la journée, vers 20 h 00, les taux de glucose et d'insuline des participants étaient encore anormalement élevés. Avec la méthode Montignac, le petit-déjeuner (un repas surtout composé d'aliments glucidiques comme des céréales ou du pain) est suivi d'une montée de la glycémie et de l'insuline. Mais après les repas du midi et du soir,

plutôt composés de lipides et de protéines, la production d'insuline demeure admirablement basse. Au coucher, les sujets avaient un taux de glucose et d'insuline aussi bas qu'à jeun. Mieux, durant leur semaine Montignac, les volontaires présentaient un taux d'insuline à jeun plus bas que durant la semaine AHA. L'ingestion d'aliments à index glycémique bas semble donc bel et bien prémunir contre l'hyperinsulinisme.

Bien des questions restent en suspens à la suite de cette étude pilote. « On ignore si l'effet bénéfique de la méthode Montignac repose sur la composition du régime ou sur le simple fait que l'on mange moins en la suivant », dit Jean-Pierre Després. Quant à la dissociation des glucides et des lipides préconisée par Montignac, elle laisse le spécialiste plutôt sceptique.

L'équipe de chercheurs poursuit en ce moment une étude de même nature, mais qui porte cette fois sur plusieurs dizaines de volontaires et durera près de six mois. Assez pour mesurer les effets à plus long terme... et voir si les participants maigriront vraiment. **QS**

Dans les pages de *Bon poids, bon cœur avec la méthode Montignac*, le docteur Dumesnil ne mâche pas ses mots : « Si j'ai décidé de participer à ce livre, c'est en grande partie pour lancer un cri d'alarme concernant les effets pervers et toujours grandissants des sucres raffinés dans notre alimentation [...]. Je pense qu'on verra un jour le sucre comme la nicotine du XX^e siècle. »

Le docteur Dumesnil souhaite donc de grands remaniements dans les recommandations nutritionnelles. Pourquoi condamner tous les gras plutôt qu'apprendre aux gens à les choisir, maintenant qu'on sait que ce sont surtout les gras saturés et trans qui sont nuisibles ? Pourquoi ne pas faire une plus large place aux protéines, traditionnellement limitées à n'occuper que 15 % de notre assiette ?

La méthode Montignac n'est pas une panacée, souligne le cardiologue, qui tenait à ce que les résultats de l'étude de l'Université Laval soient publiés dans une revue savante –

et donc reconnus par la communauté scientifique – avant d'écrire ce livre. « Bien des aspects de la méthode restent à valider sur le plan scientifique. Mais ce que l'on sait, c'est qu'elle fonctionne. » Pour un cardiologue qui rencontre des patients obèses tous les jours, rien ne sert d'attendre avant de l'appliquer !

Jean G. Dumesnil
Michel Montignac

**Bon poids
Bon cœur**
avec la méthode
Montignac

Flammarion



En hausse

Les aires protégées au Québec. Dix-neuf mille kilomètres carrés de nature au Nunavik, 13 000 km² sur la Basse-Côte-Nord. Jamais le Québec n'a statué d'un coup sur la protection d'une aussi grande portion de son territoire. Le massif des monts Groulx et l'île René-Levasseur, dans la région de la Manicouagan, font partie des sites que le ministère de l'Environnement soustrait désormais à l'appétit des industries minières et forestières, ainsi qu'aux convoitises des promoteurs de centrales hydroélectriques.

Les groupes environnementaux, tels le Fonds mondial pour la nature (WWF), se réjouissent que la portion de territoire protégé au Québec atteigne ainsi 4,8 % de sa superficie (soit 80 000 km²). Une déception : l'absence presque totale d'aires protégées dans la forêt boréale soumise à l'exploitation forestière. À venir ?

En baisse

Les glaciers de l'Alaska. Ces formations fondent à toute vitesse ! Chaque année, le volume du glacier de Béring, dans les monts Saint Elias, recule de trois mètres, et celui de Columbia, dans la baie de Prince Williams, recule de huit mètres. Et ce ne sont pas les seuls. Entre 1950 et 1995, des scientifiques de l'Institut de géophysique de l'université de l'Alaska ont mesuré les variations de volume d'une soixantaine de glaciers. Ils ont constaté que 85 % d'entre eux fondent à un rythme inquiétant. Est-ce le résultat du réchauffement climatique ou plutôt l'effet d'une modification temporaire des vents et courants chauds du Pacifique ? Le géologue Keith Echelmeyer, dont les travaux sont publiés dans *Science*, n'a pas voulu se prononcer.

Un OGM contre le paludisme ?

L'arme du futur pour lutter contre le paludisme sera-t-elle... un moustique ? C'est ce qu'espère une équipe de l'université Case Western Reserve de Cleveland, en Ohio, qui travaille à la « création » d'un cousin transgénique de l'insecte piqueur.

Plasmodium, le parasite responsable de la malaria – une des maladies les plus mortelles sur Terre – se reproduit dans l'intestin de certains moustiques. C'est la piqûre de l'insecte porteur du parasite qui contamine les humains.

Les chercheurs ont introduit dans l'ADN de ces mini-vampires un nouveau gène qui rend leur intestin inhabitable pour plasmodium. Les résultats de leur expérience, rapportés dans *Nature*, sont encourageants : dans un tel « environnement », plasmodium a 80 % moins de chances de se rendre de l'intestin jusqu'à la salive du moustique piqueur.

Fini, les allergies

À l'avenir, on pourra éviter les réactions allergiques plutôt que de traiter leurs effets, comme les yeux rouges et le nez qui coule.

Des chercheurs du King's College, en Angleterre, ont découvert que les anticorps IgE, responsables de la réaction allergique, sont repliés sur eux-mêmes. Ils se déplient juste au moment de s'accrocher aux mastocytes, les cellules des muqueuses qui déchargent dans l'organisme les substances irritantes qui font éternuer et pleurer les victimes du rhume des foins. Un médicament empêchant l'an-

ticorps de se déployer prévient sa fixation aux mastocytes et ses désagréables effets.

Mach 7,6 en fusée

Terrier Orion Mk-70 est la première fusée hypersonique. À



UNIVERSITY OF QUEENSLAND/CENTRE FOR HYPERSONICS

ticorps de se déployer prévient sa fixation aux mastocytes et ses désagréables effets.

L'équipe britannique a déjà mis au point une molécule, l'omalizumab, qui agit sur les IgE, sans toutefois qu'on sache exactement comment. Vendu

300 km d'altitude, elle atteint 7,6 fois la vitesse du son. Autre particularité : elle est propulsée par de l'oxygène que les moteurs puisent directement dans l'air avant de le mélanger à de l'hydrogène. Plus besoin de gros réservoirs de carburant !

La fusée, mise au point par l'université du Queensland et par le ministère australien de la Défense, a réalisé un premier vol concluant au cours de cet été, dans le cadre du programme *HyShot*. À quoi servira un tel engin ? Au lancement de satellites, entre autres choses. Les chercheurs veulent également utiliser cette technologie pour construire un superjet qui relierait Londres à Sydney en deux heures, au lieu de 22 heures. Attachez vos ceintures !

Tout compte fait

25 millions. C'est le nombre de pneus hors d'usage entassés dans les 700 sites d'entreposage du Québec. Fort heureusement, aucun pneu ne vient plus s'y ajouter ! Recyc-Québec prend désormais en charge les 6,6 millions de pneus jetés chaque année, et en pige même deux millions de plus dans les montagnes déjà accumulées. Ces rebuts deviennent des revêtements de terrains de jeu, des pneus neufs, des panneaux d'insonorisation, des dos d'âne amovibles ou du combustible. Quinze pour cent d'entre eux ne sont pas transformés, mais exportés vers l'Amérique latine et l'Afrique, où ils peuvent encore rouler un peu. Malgré l'état des routes !



MUSÉE CANADIEN DE LA CIVILISATION

Un faux réussi

La carte du Vinland, un document prouvant que les Vikings ont découvert l'Amérique vers l'an 1000 est une contrefaçon (voir Québec Science de septembre 2001). Les « enquêteurs », Robin Clark et Katherine Brown, chimistes au University College de Londres en Grande-Bretagne, sont formels : une des encres utilisées sur la carte, l'anastase, n'a été synthétisée pour la première fois qu'en... 1923 ! Grâce à un appareil de spectroscopie, les chimistes ont découvert des traits d'anastase, une substance jaune, sous l'encre noire utilisée pour tracer les frontières. Le faussaire a probablement voulu ainsi jaunir artificiellement le document pour lui donner un air médiéval, expliquent-ils dans la revue *Analytical Chemistry*. Il y a peu de chances que l'anastase se

soit formée naturellement; les cartes médiévales ne contiennent que peu ou pas d'anastase et la substance est toujours associée à d'autres éléments comme l'ilménite, ce qui n'est pas le cas pour la carte du Vinland.

Cela n'ôte rien aux exploits des Vikings : des vestiges archéologiques découverts à l'Anse-aux-Meadows montrent qu'ils ont bel et bien découvert l'Amérique cinq siècles avant Christophe Colomb.

Rouge homard

Pourquoi le homard est-il bleu-vert quand il est dans l'eau de mer et rouge-orange dans l'eau bouillante d'un chaudron ? Ce mystère vient d'être élucidé après plus de 50 ans de recherche ! La responsable est une protéine présente dans la carapace du crustacé, la bêta-crustacyanine. Un changement de sa structure, causé par la chaleur, agit sur une autre molécule, l'astaxanthine qui pigmente la carapace du homard. Cette dernière absorbe la lumière différemment selon qu'elle est liée à la bêta-crustacyanine (elle a alors une couleur bleu-vert) ou qu'elle est libre (elle est alors rouge-orange).

Lors de la cuisson, la bêta-crustacyanine se déforme de façon telle que l'astaxanthine demeure dans sa forme libre et prend la couleur rouge. L'énigme a été résolue par des chercheurs de l'Imperial College de Londres et des universités de Manchester et de Londres, en Grande-Bretagne.



ALPHA PRESSE/D. OUELLETTE

Nos lacs, ces méconnus

L'abondance de lacs dans le Bouclier canadien aurait dû faire des Québécois les spécialistes mondiaux de l'écosystème lacustre. Pourtant, rares sont ceux qui connaissent les phénomènes qui régissent leur fragile équilibre. Dans la préface du livre d'André Hade, *Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger*, l'écologiste Pierre Dansereau invite les gens à « plonger » dans les lacs pour mieux faire connaissance. Ils peuvent aussi « plonger » dans ce livre. Ils découvriront la complexité d'un écosystème grouillant d'activité chimique, microbienne, végétale et animale.

Cet ouvrage devrait être lu par tous les propriétaires de chalet qui s'acharnent à entretenir un tapis-gazon en bordure de leur plage aménagée au boteur. Il est bon de leur rappeler qu'il faut

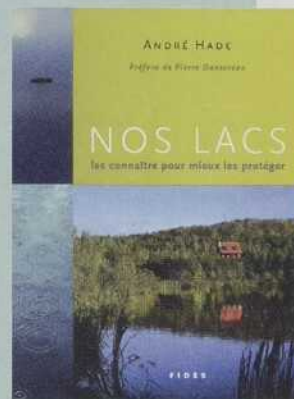
200 ans pour renouveler les eaux souterraines et un siècle pour remplacer celle des lacs. Cela signifie que les phosphates, l'azote et les dépôts acides qui s'y jettent ou y ruissellent sont là pour longtemps. De son côté, le

villégiateur bien intentionné peut se sentir impuissant face à la pollution atmosphérique - on ne lui demandera pas de signer le Protocole de Kyoto -, mais il est en revanche en première ligne de l'action directe. Les solutions sont d'une simplicité désarmante : conserver des bandes végétales sur les rives, bien entretenir les fosses septiques, limiter la pollution anthropique (voir Le dossier noir des lacs, Québec Science, juillet août 2002).

Le vocabulaire scientifique abonde dans cet ouvrage remarquable. Mais il n'y a pas lieu de s'inquiéter. Des mots comme épilimnion, benthos, lixiviat, oligotrophe, entre autres, sont toujours clairement définis. Les chapitres sont courts, agréablement illustrés. Huit années ont été nécessaires à ce professeur de chimie de l'Université du Québec à Montréal pour terminer son livre. On sent que l'auteur aime profondément son sujet, et il affirme à plusieurs reprises que l'homme est le seul espoir de l'homme.

Après avoir mesuré notre ignorance à propos de nos lacs, nous en ressortons assurément grandis. (M.-R. S.)

André Hade, *Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger*, Fides, Montréal, 24,95 \$.





Du cerf écologiquement modifié

Un siècle après leur introduction à l'île Anticosti, les cerfs de Virginie forment désormais une « société distincte » !

par Sophie Malavoy

Tous ceux qui ont foulé l'île d'Anticosti vous le diront : des cerfs de Virginie, il y en a partout dans les bois, le long des routes, au bord des rivières. Par contre, oubliez tout ce que vous savez sur ce charmant cervidé qui ravit les touristes et encore plus les chasseurs. « Quand on arrive sur l'île d'Anticosti, il faut pratiquement jeter tous les livres sur le cerf de Virginie », dit Jean Huot, directeur de la Chaire de recherches Produits forestiers Anticosti-Université Laval.

À partir de 1896, le riche chocolatier français Henri Menier, alors propriétaire de l'île, y a introduit 220 cerfs du Bas-Saint-Laurent. Cent ans après, le cerf d'Anticosti est déjà différent de ses cousins du continent !

P.G. ADAM/PUBLIPHOTO

La première différence marquante concerne le régime alimentaire. « En

20 générations, le cerf a tellement proliféré sur l'île qu'il en a modifié la végétation, explique Jean Huot. Ses plantes de prédilection, comme les feuillus, les herbacées ou les arbustes, ont tout simplement disparu. Il a donc dû changer progressivement son alimentation pour s'adapter à la flore disponible. » Résultat : alors que le cerf continental n'inclut que 10 % à 15 % de sapin baumier dans sa diète, et encore uniquement l'hiver, le cerf d'Anticosti en fait son plat principal (75 % à 80 % de son alimentation) durant toute l'année, faute de mieux. Dommage pour le cerf, mais aussi pour la forêt ! Car le cervidé broute essentiellement les semis de sapins, ce qui empêche la régénération des arbres tombés sous le coup de la vieillesse ou de l'exploitation forestière. Les sapinières, qui en

1902 couvraient 40 % de l'île, ne représentent plus que 20 % du territoire, une chute inquiétante qui justifie les nombreuses recherches effectuées actuellement.

Même physiquement, le cerf d'Anticosti a changé. Il est plus petit de 30 % et plus gras que son cousin continental. « En l'absence de prédateurs, ce qui est le cas sur l'île, le cerf a avantage à rester petit pour mieux accumuler des graisses, commente Jean Huot. Ces réserves lui permettent de traverser l'hiver où les conditions d'alimentation deviennent extrêmement précaires. » Fait à noter, l'absence de prédateurs entraîne aussi une différence de comportement chez l'animal qui n'hésite plus à s'éloigner des lisières de la forêt pour aller brouter à découvert les semis de sapins au centre

Qui chasse qui ?

Le cerf d'Anticosti n'a pas de prédateurs ? Il serait plus exact de dire qu'il n'en a plus. Il y avait, avant son arrivée dans l'île, des ours noirs. Mais l'histoire a mal tourné pour eux. Non seulement les ours furent chassés par l'homme, mais les cerfs eux-mêmes se sont chargés d'éliminer leurs prédateurs en broutant tous les arbustes fruitiers jusqu'à leur disparition. Sans sa principale nourriture, l'ours pouvait difficilement survivre. La dernière bête fut tuée en 1978.

Voilà comment une proie, d'apparence si inoffensive, réussit à éliminer son prédateur !



des grandes zones de coupe.

Toutes ces particularités amènent évidemment les biologistes à se poser une question fondamentale. Ces nouvelles caractéristiques sont-elles réversibles ou permanentes ? Si le cerf d'Anticosti faisait un retour sur la terre de ses ancêtres, redeviendrait-il progressivement comme eux ? « Il est possible, croit Jean Huot, que l'on ait, après un siècle seulement, une population de cerfs génétiquement différente de celle d'origine. Au fil des ans, les cerfs qui étaient les mieux adaptés aux conditions de vie sur l'île auraient été sélectionnés. » Une hypothèse que les chercheurs comptent vérifier à la fois par des analyses d'ADN et par l'élevage, dans les mêmes conditions, de cerfs d'Anticosti et du continent.

Mais un autre phénomène intrigue les chercheurs. Il y aurait entre 130 000 et 200 000 cerfs aujourd'hui sur l'île. Comment expliquer ce succès sur une terre recouverte d'une végétation boréale, alors que le cerf continental n'a jamais réussi, au Québec, à occuper un tel milieu ? « Si, au début du siècle dernier, on avait demandé leur avis aux écologistes, beaucoup auraient dit que le cerf n'aurait

jamais d'avenir sur l'île d'Anticosti, ajoute Jean Huot. De toutes les espèces introduites par Henri Menier, l'original était celle qui aurait dû connaître le plus de succès. C'est un animal typique de la forêt boréale. » Il aurait dû prospérer, mais ce ne fut pas le cas. Les quelques centaines de bêtes restantes se trouvent même dans un état presque précaire.

Plusieurs facteurs permettent d'expliquer cette étrange situation. Le taux de reproduction du cerf est beaucoup plus élevé que celui de l'original. Il est possible qu'il ait, dès le départ, utilisé cet avantage pour occuper le territoire, et ce, d'autant plus facilement qu'il n'avait pas ou peu de prédateurs sur l'île (voir encadré). Ses besoins alimentaires sont par ailleurs plus faibles que ceux de l'original : de 1 kg à 5 kg de matière sèche par jour pour le premier, contre 3 kg à 8 kg pour le second. « On pense aussi à l'effet d'un parasite retrouvé à la surface du cerveau d'environ 60 % des cerfs adultes, poursuit Jean Huot. Ce parasite n'a aucune action sur eux, mais il peut se transmettre à l'original chez qui il provoque une tumeur. »

Anticosti ne deviendra donc jamais le paradis de la chasse à l'original. Restera-t-il celui de la chasse aux cerfs ? « Chose certaine, il est difficile de penser que le cerf va disparaître de l'île, dit Jean Huot. Sa capacité d'adaptation s'est révélée si grande qu'il va réussir à survivre d'une manière ou d'une autre. » **QS**

Étudier en sciences à Rimouski, c'est génial

Vous recherchez une université...

- reconnue pour la qualité de ses programmes d'enseignement et de recherche en sciences

La faune et ses habitats, l'océanographie côtière, la chimie de l'environnement, le génie des systèmes électromécaniques, les biotechnologies appliquées au domaine marin, l'énergie éolienne, l'informatique appliquée.

- accessible aux étudiants qui ont de l'ambition
Des programmes non contingentés, des bourses d'excellence, un encadrement et des subventions pour ceux et celles qui ont des projets innovateurs.

- en liaison avec le marché du travail et le monde de la recherche

Des stages rémunérés, un excellent taux de placement, des programmes d'échanges avec l'étranger.



Pour une visite à l'UOAR ou des renseignements sur les programmes offerts
1 800 511-3382, poste 1446 • www.uqar.qc.ca



**David a décroché un
super job d'ingénieur
On vient de le mettre
au courant.**

Il commence demain

Et vous, quand commencez-vous ?

www.hydroquebec.com/emplois



Branchée sur la relève !

Une « drill » canadienne pour Mars !

Que recèle le sous-sol de Mars ? On veut forer la planète rouge pour le savoir !

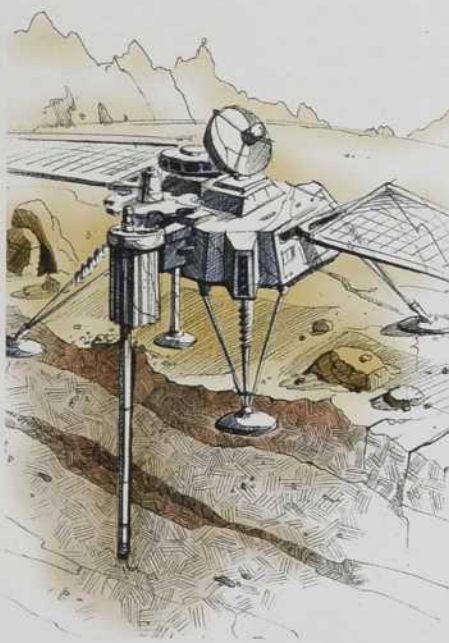
par Vincent Sicotte

Gâce à leur leadership dans deux domaines apparemment éloignés – la robotique spatiale et l'exploration minière –, des ingénieurs canadiens travaillent à la mise au point d'une foreuse destinée à la planète Mars. Ce forage ne ferait pas qu'un petit trou dans le permafrost martien : il représenterait pour l'industrie minière du Canada un pas de géant !

« Le sous-sol martien intéresse beaucoup les scientifiques », explique Alain Berinstain, directeur du programme d'exploration de Mars, à l'Agence spatiale canadienne (ASC), située à Saint-Hubert. Les chercheurs voudraient vérifier la présence – éventuelle – d'une forme de vie primitive qui aurait survécu en restant à l'abri du mortel rayonnement ultraviolet du Soleil. De plus, le premier mètre du sol martien, au pôle Sud, renferme à lui seul de grandes quantités de glace, comme l'a révélé la sonde *Mars Odyssey*, en mai dernier.

Les défis de l'exploration du sous-sol de Mars sont énormes et nombreux. La consommation électrique réduite et une limite de poids dérisoire pour l'appareil (10 kg) sont des contraintes de conception sévères pour une industrie habituée à la lourde quincaillerie énérgivore, explique Dale Boucher, responsable de la conception de prototypes au Northern Centre for Advanced Technology (NORCAT), à Sudbury en Ontario. « Mais le défi le plus grand que nous ayons relevé est sans doute le forage à sec », précise-t-il.

Pour forer sur Terre, les compagnies minières utilisent un lubrifiant, le plus souvent de l'eau, pour refroidir le trépan et expulser la roche pulvérisée. Sur Mars, le froid intense et la très faible pression atmosphérique empêchent la présence



MD ROBOTICS

d'eau liquide, tout comme d'huile, pour les systèmes hydrauliques. Le prototype mis au point par NORCAT, en association avec la firme ontarienne MD Robotics (le constructeur des *Canadarm*), est un mécanisme électrique qui n'utilise aucun fluide de forage. C'est un procédé unique au monde, qui possède d'ailleurs un très grand potentiel de commercialisation.

Contrairement à l'exploration terrestre, on ignore dans quel type de sol la foreuse martienne devra travailler. La sonde qu'elle équipera pourrait atterrir sur un plateau granitique, un lit de sable, une coulée volcanique ou une stratification de ces roches. Habituellement, on utilise des trépans différents selon le type de sol. La solution qui sera retenue pour résoudre ce problème dépendra du design final de la mission vers Mars.

À l'ASC, on espère envoyer la foreuse avec la mission *Smart Lander*, de 2009, qui emportera un rover mobile sur lequel l'outil pourrait être monté. Le prélèvement d'échantillons se ferait selon un carottage multiple : plusieurs trous de 1 m à 2 m de profondeur. Il serait aussi possible de changer le trépan. Mais selon les résultats scientifiques obtenus d'ici là, les planificateurs de mission de la NASA pourraient préférer une foreuse fixe, qui reste sur la sonde et creuse un trou unique, plus profond (10 m à 20 m). Dans ce cas, le trépan ne pourrait pas être changé. À cet effet, un trépan hybride est en cours de conception chez NORCAT; il serait capable de percer des roches dures ou friables.

Mesurant 0,5 cm de diamètre, la carotte obtenue par forage sera remontée dans l'appareil. Ensuite, le SSAH (Sub-surface Sample Acquisition and Handling System) se chargera de trier et de caractériser les segments de la carotte, avant de les couper ou de les pulvériser en vue des expériences scientifiques.

À part les composantes électroniques, qui seront chauffées, le SSAH devra affronter une température moyenne de -60°C . Les joints et les engrenages seront protégés de la poussière et du sable omniprésents par un blindage léger. Finalement, il y a la distance. Dotée d'un système informatique capable de prendre des décisions devant les problèmes qui surviennent, la vaillante petite foreuse devra faire preuve d'une bonne dose d'autonomie.

Autant de défis que NORCAT et MD Robotics s'échinent à relever. Car la compétition est féroce : des firmes italienne et américaine bûchent fermement sur des projets similaires de foreuse. Au meilleur, la carotte... martienne. **QS**

Parce qu'on a aussi une famille.

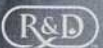
Chez Pfizer, nous cherchons à découvrir les remèdes de demain. Nous cherchons à guérir l'alzheimer de votre père, la maladie du cœur de votre sœur et le diabète de votre meilleur ami... des maladies qui touchent nos familles. Nos chercheurs canadiens en collaboration avec les hôpitaux et les centres de recherche de chaque province, ainsi que nos 12 000 autres scientifiques et professionnels de la santé des quatre coins du monde se penchent sur les traitements de demain. Pourquoi? Parce qu'on a aussi un père, une sœur et un meilleur ami.



Notre passion, la vie

www.pfizer.ca

© 2002, Pfizer Canada Inc.
Kirkland (Québec) H9J 2M5



Les compagnies de recherche
pharmaceutique du Canada





Un cordon pour la vie !

Le cordon ombilical peut nous venir en aide bien après la naissance !

Quelle petite merveille que le cordon ombilical ! Dans le ventre de la mère, il apporte au fœtus tous les éléments nutritifs donc celui-ci a besoin pour vivre. Mais il perd son utilité après la naissance, alors qu'il est bourré de précieuses cellules sanguines. Pourrait-on le conserver pour des traitements ultérieurs, soit de la personne qui a donné ce cordon, soit pour d'autres ?

Cela fait longtemps que cette idée a émergé, et elle fait son chemin depuis. Dans plusieurs hôpitaux d'ici ou d'ailleurs, il est de plus en plus courant que les médecins proposent à la mère, après l'accouchement, de conserver le sang du cordon de son bébé. Partout, se constituent des banques de sang de cordon. Ce sang est surtout riche en cellules souches qui pourraient être utilisées pour traiter les cancers ou certaines maladies héréditaires. Les chercheurs parlent même d'obtenir un jour une guérison complète pour certaines formes de leucémies et de maladies métaboliques héréditaires.

On le sait, chez l'adulte, il existe des cellules souches sanguines dans la moelle osseuse. Elles forment le réservoir qui garantit le renouvellement permanent de notre sang et de notre système immunitaire. Ces cellules sont principalement utilisées, depuis des décennies maintenant, dans le traitement des leucémies. Mais il faut alors procéder à un délicat prélèvement de moelle osseuse chez un donneur, suivi d'une greffe au malade. La transfusion de sang provenant de cordon ombilical présente un énorme potentiel comme solution de remplacement à la greffe de moelle osseuse. Les cellules souches sont présentes en très grand nombre dans le sang de cordon; et elles sont immédiatement accessibles. Une aubaine !

En outre, la transplantation de ces cellules souches entraîne moins de réactions de rejet que la greffe de moelle osseuse. Il n'est pas nécessaire que le donneur et le receveur correspondent de manière très précise sur le plan immunologique, car les caractéristiques des cellules souches du fœtus ne sont pas encore pleinement développées. Elles sont, en somme, plus « universelles ».

Mais il y a encore mieux. Le sang de cordon pourrait réparer des cerveaux endommagés, si on en croit certaines recherches récentes sur des modèles animaux. On y voit un espoir de traiter aussi bien des accidents vasculaires cérébraux (AVC), que des maladies dégénératives comme la maladie de Parkinson ou d'Alzheimer. Là encore, ce sont les cellules souches, avec leur capacité à se différencier en plusieurs types de tissus, qui sont au cœur du processus thérapeutique. L'an dernier, on a ainsi guéri de leur AVC des rongeurs. Des essais cliniques sont en cours chez l'homme.

Contrairement aux cellules souches obtenues à partir d'embryons, l'utilisation de telles cellules ne pose pas de graves problèmes éthiques, car on ne détruit pas de vie potentielle pour le faire. Bien entendu, d'autres questions éthiques se posent, notamment le danger de commercialisation de ce type de sang ou d'exploitation des donneuses. C'est pourquoi il convient d'entourer de règles strictes la constitution de banques de sang de cordon, comme cela se fait d'ailleurs au Canada et en Europe. Comme souvent, les États-Unis font bande à part et permettent presque n'importe quoi. Des sociétés privées stockent le sang de cordon de votre bébé. En échange, elles font miroiter l'espoir que ce sang serve à reconstituer les organes de l'enfant, le jour où, devenu vieux, il en

aura besoin. Le magasin des pièces de rechange, quoi !

Les cellules souches sont une des plus belles surprises de la biologie moderne. Il y en a chez l'embryon, chez le fœtus et chez l'adulte. Chaque jour, on en apprend un peu plus sur leur potentiel thérapeutique. Pour les personnes frappées de maladies héréditaires, elles portent la promesse de traitements nouveaux. Au sein de la panoplie des cellules souches, celles venant du cordon n'ont pas la vedette, mais elles le mériteraient. Et il est fascinant de voir ce qu'on peut faire de nos jours avec ce qu'on a toujours considéré, culturellement, comme un déchet; le dernier lien qui relie l'enfant à la mère, le fil qu'il faut couper pour vivre. **CS**



Les astronomes ne cessent de découvrir des planètes en dehors de notre système solaire. Parmi elles, y en a-t-il une aussi hospitalière à la vie que la Terre ?

par Vincent Sicotte

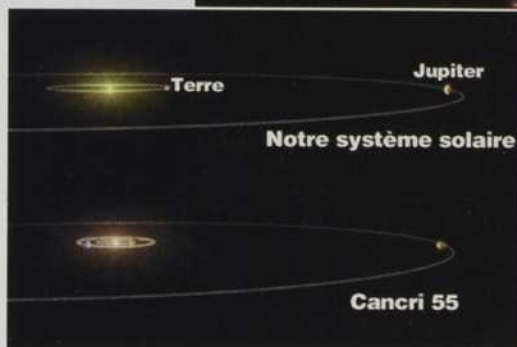
Un télescope qui ressemble à un instrument d'amateur, planté au bout d'un stationnement condamné, dans un cabanon rudimentaire : il faut bien le dire, à l'ère des grands télescopes ultramodernes et des observatoires spatiaux, l'instrument de Dave Charbonneau fait piètre figure. « Le miroir est grand comme ça », dit-il, en formant avec ses doigts un cercle de la taille d'un pamplemousse. Ce jeune thésard de Harvard n'a pas eu besoin de plus pour devenir une star de l'astronomie : il a fait faire un pas de géant à la science des planètes extrasolaires.

En astronomie comme au cinéma, le site du « tournage » est crucial. C'est au sommet des hautes montagnes isolées et dans les déserts les plus secs que se trouvent les meilleurs observatoires. Dave Charbonneau s'est installé à deux pas du centre-ville de Boulder, Colorado; dans un stationnement derrière le National Center for Atmospheric Research (NCAR). À côté, une carcasse d'auto rouillée. L'arrière d'un vieux camion militaire sert de « salle de contrôle » à son instrument. Pourquoi ce décor ?

L'explication vient de l'ouest, où un

Planétom

Découverte cet été : une planète géante qui gravite autour de l'étoile Cancri 55 à 41 années-lumière de nous. Il s'agit – évidemment – d'un dessin.



coucher de soleil royal surplombe les Rocheuses au loin. Ces montagnes bloquent l'humidité du Pacifique. Située à 1 600 m d'altitude, la ville de Boulder a un climat exquis à longueur d'année. Résultat : ce soir, comme tous les soirs, Dave se frotte les mains. « Une bonne nuit pour observer », dit-il, tout sourire.

Le soir tombe, quelques étoiles commencent à poindre. Pendant qu'il programme pour la nuit son télescope automatisé, Charbonneau explique que le projet STARE (STellar Astrophysics & Research on Exoplanets) tente de mettre en évidence des planètes en orbite autour des points brillants du ciel. « Lorsqu'une planète extrasolaire passe entre son étoile et nous, cela produit une petite éclipse. C'est cette diminution de l'éclat stellaire

que nous tentons d'observer. » Ce transit, comme l'appellent les astronomes, est un événement très rare. « Nous observons jusqu'à 10 000 étoiles à la fois. Sans succès jusqu'à maintenant », précise l'astronome de 25 ans, natif d'Ottawa.

Un petit coup de pouce du hasard aura été nécessaire. À son arrivée au NCAR pour un stage, Charbonneau savait, grâce à un collègue de Harvard, qu'une planète tournait autour de l'étoile HD 209458. Il a donc entré ses coordonnées dans la liste d'astres « sous surveillance ». Et durant deux nuits de septembre 1999, son vaillant petit télescope a vu l'étoile, distante de quelque 150 années-lumière, baisser légèrement d'intensité. Comme un clin d'œil de connivence vers le jeune astronome zélé... et chanceux !

mania

« Cette découverte a été extrêmement importante, explique Timothy Brown, astronome au NCAR et concepteur du projet STARE. Elle a prouvé hors de tout doute l'existence de ces planètes en orbite autour d'autres étoiles. » En effet, toutes les planètes extrasolaires ont été découvertes par effet Doppler. Cette méthode indirecte permet de mesurer la légère oscillation que fait subir la planète à son étoile au cours de sa révolution. Comme un chien en laisse qui tire sur son maître en courant autour. La confirmation par une méthode indépendante prouvait qu'on n'était pas devant des erreurs d'instrumentation ou quelque caprice inconnu de la nature. Il

s'agissait bien de planètes comme celles du Système solaire. Certaines d'entre elles seraient-elles propices à la vie ? Tout d'un coup, l'humanité s'est sentie moins seule dans l'Univers !

« Ce transit représentait également une occasion unique d'étudier de façon plus pointue la planète elle-même », ajoute Timothy Brown. C'est seulement dans un tel cas que le diamètre et la masse de la planète, donc sa densité, peuvent être évalués précisément. (La méthode Doppler ne donne qu'une valeur approximative pour la masse seulement.) D'après la diminution de lumière observée, la planète en question, que les astronomes

appellent HD 209458 b, serait une géante gazeuse, avec une masse équivalant à 70 % de celle de Jupiter.

Forts de ce succès, ils n'allaient pas s'arrêter en si bon chemin.

Comme la planète orbite devant son étoile, une infime fraction de la lumière stellaire passe à travers son atmosphère.

Cette lumière, qui nous parvient, devrait garder « l'empreinte » des gaz rencontrés. Au printemps 2000, Dave Charbonneau et Timothy Brown ont réussi l'incroyable tour de force de capter et d'analyser cette précieuse lumière. Non



Dave Charbonneau

Extrasolaire

pas cette fois avec leur modeste instrument, mais avec le joujou le plus sophistiqué des astronomes : le télescope spatial *Hubble*.

« Le résultat le plus encourageant et le plus significatif est que *Hubble* possède la précision requise pour mesurer un phénomène aussi subtil », explique Dave Charbonneau qui a publié ses résultats dans *The Astrophysical Journal* du 28 novembre 2001. Du sodium a été détecté dans l'atmosphère de **HD 209458 b**, mais en quantité moindre que ce que prévoyaient les modèles théoriques. Pour l'expliquer, les auteurs ont suggéré que des nuages en altitude absorbaient partiellement la lumière.

Quoi qu'il en soit, ces remarquables observations ouvrent la porte à l'étude directe de la composition physique et chimique des planètes extrasolaires : un nouveau chapitre dans l'étude de ces « nouveaux mondes ». Il n'est donc pas étonnant que cette analyse du premier échantillon d'atmosphère extrasolaire ait suscité l'admiration dans la communauté astronomique.

« Charbonneau et Brown sont d'une extraordinaire méticulosité, s'exclame Geoffrey Marcy, astronome à l'université de Californie à Berkeley. Leurs travaux me font le même effet que la danse d'une ballerine : c'est parfait, élégant... et cela semble tellement facile ! Or,

il n'y a pas une demi-douzaine d'astronomes dans le monde qui auraient pu faire ce qu'ils ont fait ! »

Ces éloges sont d'autant plus flatteurs venant de ce chasseur de planètes émérite. Membre de la prestigieuse Académie américaine des sciences, Marcy dirige le California & Carnegie Planet Search (CCPS), le groupe le plus actif dans la recherche et l'étude des exoplanètes. La majorité de celles qui ont été découvertes jusqu'à maintenant portent le « label » CCPS. La clé de son succès ? « Nous avons été très, très chanceux ! » dit-il humblement.

En effet, l'affiliation à l'université de Californie donne au groupe un accès privilégié à de très bons observatoires, dont le plus grand du monde, le télescope Keck de 10 m, situé à Hawaii. Mais un tel succès ne repose pas uniquement sur la chance. Les compliments qu'il adressait à Charbonneau et Brown pourraient fort bien s'appliquer à lui. « Il est vrai que lorsque j'ai commencé à chercher des planètes avec mon collègue Paul Butler, en 1985, les gens nous trouvaient complètement fous ! »

Malgré leur persévérance, l'honneur de la première découverte est revenu à Michel Mayor et Didier Queloz, de l'observatoire de Genève. En octobre 1995, ces astronomes suisses annonçaient la découverte historique d'une planète en or-

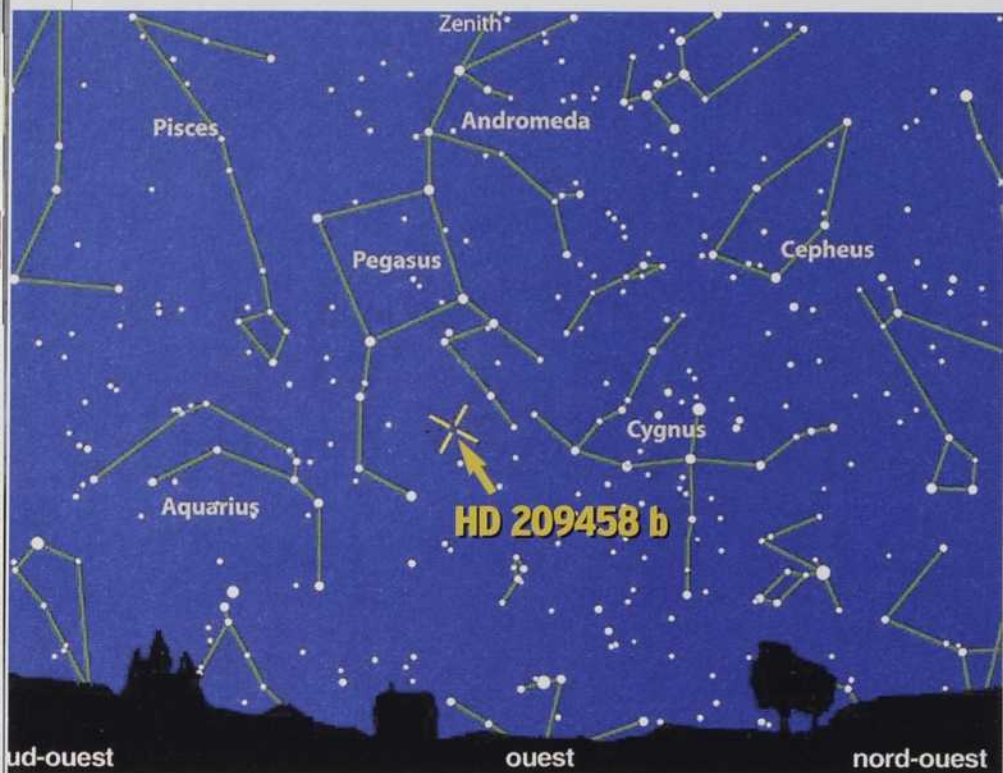
bite autour d'une étoile semblable au Soleil, 51 du Pégase. La planète, appelée 51 Peg b, a une masse équivalant à environ 50 % de celle de Jupiter. Fait étonnant, cette grosse boule de gaz gravite dangereusement près de son étoile, à 0,05 unité astronomique (UA); une UA étant la distance entre la Terre et le Soleil. Soit 20 fois plus proche que la Terre ne l'est du Soleil !

L'avalanche a rapidement suivi. 70 de la Vierge, 47 de la Grande Ourse, 55 du Cancer, Tau du Bouvier... Des exoplanètes par dizaines ont été découvertes durant les mois et les années suivants, principalement par le groupe de Genève et le groupe californien (bien qu'il existe aujourd'hui une trentaine d'équipes dans le monde). Le nombre total de planètes connues dépasse aujourd'hui la centaine. En outre, 11 systèmes planétaires, comportant deux ou trois planètes, sont connus à ce jour. « Dans un rayon de 50 années-lumière de la Terre, nous avons sans doute trouvé toutes les planètes orbitant proche de leur étoile », résume Marcy.

C'est maintenant confirmé : elles sont exotiques, ces exoplanètes ! Très massives, certaines 10 fois plus que Jupiter, elles orbitent extrêmement près de leur étoile. Par comparaison, notre Jupiter est à 5 UA environ du Soleil. La quasi totalité des exoplanètes orbitent plus près que 3 UA de leur étoile, et la moitié d'entre elles, plus près que la Terre du Soleil (à 1 UA). Le record appartient à l'heure actuelle à HD 83443 b, qui orbite autour de son étoile 10 fois plus près que Mercure ne l'est du Soleil !

Les étranges « Jupiter chaudes », comme les appellent les astronomes, ont bousculé plusieurs théories. En effet, ces planètes orbitent autour de leur étoile dans la même région où, dans notre système, seuls de « petits cailloux » comme Vénus, la Terre et Mars ont pu se former. Pourtant, bon nombre de ces exoplanètes sont 1 000 fois plus massives que la Terre ! D'où ont-elles tiré la matière pour se former ? La plupart des chercheurs admettent aujourd'hui que ces planètes ont vu le jour plus loin, à des distances comparables à Jupiter ou Saturne.

Elles auraient ensuite *migré* vers leur étoile, dans un lent mouvement en spirale. La friction entre la planète en formation et le disque de gaz et de poussière dont elle est issue provoquerait cette migration. Par ailleurs, durant ce déplacement, le colosse



Les systèmes comme le nôtre, permettant l'apparition et le développement de la vie, seraient-ils des cas rares ? « Nous sommes peut-être les monstres du zoo planétaire. »

— Geoffrey Marcy, astronome à l'université de Californie à Berkeley



planétaire a probablement écarté sans ménagement les petites planètes qui se trouvaient sur son passage, à la façon d'un chasse-neige.

En outre, la plupart des exoplanètes plus distantes (de 1 UA à 3 UA) montrent une trajectoire elliptique (ovale). Encore une mauvaise nouvelle. Ce type d'orbite est comme une cicatrice — le signe d'un passé violent. Circulaires à l'origine, ces orbites ont dû devenir ovales au fur et à mesure des violentes interactions gravitationnelles entre les planètes d'un système. Plusieurs d'entre elles ont pu être éjectées. Il va sans dire que les petites « Terre » n'auront pas survécu à ce *pinball* planétaire.

Ainsi, jusqu'à maintenant, très peu des systèmes planétaires connus n'offrent de place au soleil à une petite planète. Pour Geoffrey Marcy, c'est la découverte « la plus fondamentale et la plus effrayante » que l'on a faite dans ce domaine. Les systèmes comme le nôtre, havre de paix où les planètes suivent des orbites circulaires, stables, permettant l'apparition et le développement de la vie, seraient-ils des cas rares ? « Nous sommes peut-être les monstres du zoo planétaire », dit-il.

« Dans mon travail, j'utilise des maths avancées et des ordinateurs superpuissants, poursuit Geoffrey Marcy. Et quand

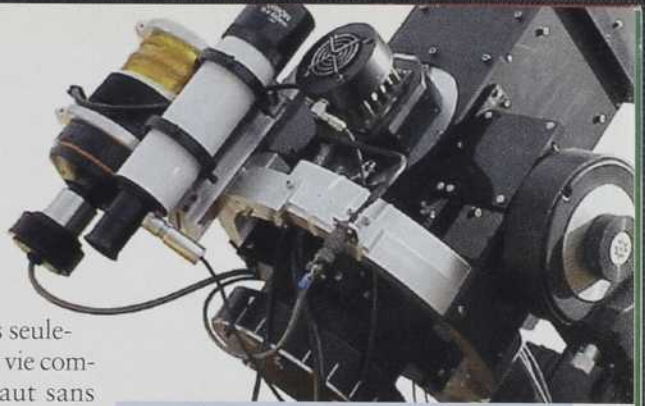
je m'exprime, c'est toujours de façon conservatrice et prudente. Mais autour d'une bouteille de vin, entre amis, je ne cache pas que, fondamentalement, je veux savoir si la vie existe dans l'Univers, ailleurs qu'ici — et pas seulement une vie primitive, mais une vie complexe, évoluée. Pour cela, il faut sans doute une planète pas trop grosse, avec une surface solide, orbitant dans la zone habitable de son système, c'est-à-dire ni trop près ni trop loin de son étoile. Une Terre, en quelque sorte. »

Existe-t-il, dans notre coin de Galaxie, des systèmes ressemblant au nôtre ? Après 15 ans de recherche, les astronomes peuvent enfin répondre par l'affirmative. Coup sur coup, à quelques jours d'intervalle à la mi-juin, les deux équipes rivales ont annoncé la découverte d'un système semblable à notre « chez-nous » dans l'Univers.

Le 13 juin dernier, dans un battage médiatique dont elle a l'habitude, la NASA annonçait la découverte d'une planète qui montre un air de famille avec Jupiter. Dénichée par l'équipe de Geoffrey Marcy (qui est financée par l'Agence), la planète en question orbite à 5,5 UA de son étoile, sa période est d'environ 13 ans — comparable à celle de 12 ans de Jupiter. Cependant, elle a une orbite légèrement plus ovale et a une masse trois à cinq fois plus élevée. En outre, elle n'est pas seule. Deux autres géantes l'accompagnent, très près de l'étoile, rendant ce système finalement assez différent du nôtre.

Mais quelques jours après, le 18 juin, l'équipe de Genève a de nouveau « scoré » dans cette drôle de compétition, en annonçant, cette fois, la découverte d'une véritable Jupiter extrasolaire. Près de l'étoile Gliese 777A, une planète de la même masse que Jupiter évolue sur une orbite circulaire à 3,7 UA. Fait remarquable, elle est la seule géante à orbiter son étoile. Beau jeu, les Suisses !

Ce n'est pas une coïncidence si l'on commence aujourd'hui à découvrir des planètes dont la période est de l'ordre de la décennie. La précision nécessaire pour détecter des exoplanètes n'existe que depuis ce temps. Et il faut les observer pendant un tour complet pour que les résultats aient une certaine validité. « Il est possible que les Jupiter chaudes que nous découvrons depuis 1995 soient la



La chasse aux planètes avec des jumelles ?

Le projet STARE peut donner l'impression que tout astronome amateur un peu zélé peut se mettre à la chasse aux planètes. Après tout, Timothy Brown a lui-même poli le petit miroir dans le garage de sa maison. Et presque tous les objets requis par STARE se trouvent dans un bon magasin d'astronomie près de chez vous. « Mais deux ou trois astronomes professionnels travaillent à temps plein à l'analyse des données », précise Dave Charbonneau.

Par ailleurs, découvrir une planète lors d'un transit s'est révélé « beaucoup plus difficile que prévu », note Timothy Brown. Depuis la mise en opération du projet en novembre 1997, quelque 25 000 étoiles ont été scrutées par le modeste instrument. Le tiers a été analysé. Total des planètes découvertes par transit : zéro. Sans la confirmation de l'existence de HD 209458 b, découverte par effet Doppler, à peu près personne ne parlerait de STARE.

Mais Timothy Brown y croit, lui, à son instrument. En juillet 2001, il l'a déménagé aux îles Canaries, en Espagne, pour bénéficier d'une météo encore meilleure. Deux autres exemplaires sont en construction : un en Arizona, l'autre au mont Palomar, dans le sud de la Californie. Leur éloignement sur le globe permettra d'assurer un suivi plus régulier des étoiles, ce qui est crucial. Car pour bien caractériser un transit, il faut mesurer l'éclat de l'étoile plusieurs fois par heure, avant, pendant et après l'événement. Et ce, pour au moins deux transits.

Alors, hors de portée des amateurs, les transits ? Peut-être. Mais pas la méthode Doppler. L'homme d'affaires américain Tom Kaye, fabricant de fusils-jouets, est passionné d'astronomie. Il est à la tête de Spectrashift.com, un groupe d'amateurs équipé pour faire de la spectroscopie. Grâce à trois semaines d'observation au début de l'an 2000, en Arizona, ils ont réussi à confirmer l'existence de la planète accompagnant l'étoile Tau du Bouvier. Geoffrey Marcy, qui avait découvert cette planète en 1997, a qualifié l'exploit de « vraiment spectaculaire ». Avec un plus gros télescope, qui est en construction, ils veulent maintenant tenter de découvrir une planète bien à eux.

pointe de l'iceberg, affirme Geoffrey Marcy. Nous sommes peut-être sur le point de découvrir toute une population de planètes plus éloignées. »

« La découverte d'un système semblable au nôtre est très importante, puisque c'est dans un tel système que les chances de découvrir une autre "Terre" sont les plus élevées », explique Jean Schneider, astronome à l'Observatoire de Paris. Dans le cas de Gliese 777A, la circularité de l'orbite et la distance plus élevée jusqu'à l'étoile indiquent que ce système n'a pas souffert d'un passé trop violent. Des petites planètes sur des orbites circulaires ont pu survivre jusqu'à aujourd'hui. Mais les technologies actuelles ne permettent pas de les détecter.

La plus petite planète extrasolaire connue est HD 49674 b, dans la constellation du Cocher. Figurant au tableau de chasse de juin dernier, elle a 12 % de la masse de Jupiter – c'est-à-dire 38 masses terrestres. Si elle fait figure de naine chez ses consœurs, cette planète est pourtant trop grosse pour ressembler à la Terre. Dès qu'une planète naissante dépasse 10 masses terrestres, elle est assez lourde pour capturer des lambeaux de gaz et devenir une géante gazeuse, sans surface, où la vie est impossible.

Et les techniques actuelles ne permettent pas de dénicher des planètes beaucoup plus petites. Avec la méthode par effet Doppler, les planètes plus petites que 30 masses terrestres restent invisibles, car elles ne « tirent » pas assez sur leur étoile. La méthode du transit, quant à elle, ne verrait rien du minuscule point noir causé par une Terre passant devant son étoile.

Sauf s'il est observé depuis l'espace, ce qui est pour bientôt.

La mission française COROT (CONvection, ROTation et Transits planétaires) scrutera les étoiles à la recherche de transits planétaires. Ce petit télescope spatial de 30 cm d'ouverture servira également à l'étude de la variabilité stellaire. Son lancement, prévu pour 2005, surviendra après celui de deux instruments plus petits, mais similaires : MONS, qui sera lancé par le Danemark en 2003; et MOST, par le Canada (voir encadré).

Le projet le plus ambitieux reste toutefois la mission **Kepler**, de la NASA. Ce télescope spatial sera spécifiquement conçu pour détecter des transits causés par une planète de taille terrestre, orbitant dans la zone habitable de son système. Pendant quatre ans à partir de 2006, *Kepler* scrutera sans relâche 100 000 étoiles semblables au Soleil dans notre voisinage. Selon les scientifiques du projet, ces observations devraient révéler des « Terre » par centaines.

Ainsi, selon toute probabilité, une autre Terre aura été dénichée dans le cosmos avant la fin de cette décennie. Évidemment, la question suivante sera de savoir si elle porte la vie. Pour y répondre, il faudra attendre vers 2015, alors que sera



lancé le télescope le plus puissant jamais conçu par l'homme. Il n'existe pour l'instant que sur les tables à dessin, en deux versions similaires. Une pour la NASA (Terrestrial Planet Finder) et une pour l'Agence spatiale européenne (*Darwin*). D'ailleurs, compte tenu de la nature très ambitieuse des projets, une collaboration est possible pour la construction d'un unique appareil.

Cet instrument ultrapuissant combinera le signal de plusieurs télescopes spatiaux volant en formation. La lumière qu'il recueillera en provenance d'une Terre lointaine sera alors analysée, en vue de détecter l'empreinte des molécules de gaz trahissant l'activité biologique, comme l'oxygène.

À ce moment, Dave Charbonneau pourra se souvenir avec fierté qu'il avait découvert, selon le même principe, un peu de sodium dans l'atmosphère d'une planète extrasolaire. C'était un pas de géant, dans la quête d'une autre Terre. Une quête qui répondra peut-être à la question que nous nous sommes tous posés, une nuit ou l'autre, en levant la tête vers le ciel étoilé...

« J'ai peine à croire que l'humanité en est rendue à se payer quelques scientifiques qui travaillent jour après jour avec d'énormes instruments ultrasophistiqués, pour tenter de recueillir un peu de lumière de ces mondes lointains, dit Geoffrey Marcy. Je me sens très chanceux d'en faire partie, mais c'est un mystère qui me dépasse ! Quelle est cette force incroyable qui nous pousse à nous interroger sur nos origines et sur notre connexion avec le reste de l'Univers ? » **CS**

Le Canada dans la course

Des astronomes canadiens seront-ils les premiers au monde à voir une planète extrasolaire ? C'est le pari de Jaymie Matthews. Cet astronome de l'université de la Colombie-Britannique est le scientifique responsable de *MOST*, le premier télescope spatial du Canada. Cet instrument, que Matthews appelle aussi le *Humble Space Telescope*, sera le plus petit jamais lancé. La devise de l'équipe ? « La taille n'a pas toujours de l'importance. »

« Le télescope *MOST* (Microvariabilités et Oscillations STellaires) sera semblable à un photomètre très sophistiqué et ultraprécis, en orbite autour de la Terre », explique Jaymie Matthews. Il est conçu pour mesurer des changements de luminosité infimes, de quelques parties par million. « C'est le changement que vous noteriez si, en regardant un lampadaire à 1 km de distance, vous reculez la tête d'un demi-millimètre. Jusqu'à maintenant, personne n'a réussi à faire un instrument aussi sensible », ajoute-t-il.

Et pourquoi s'intéresser à d'aussi subtiles variations ? « L'objectif principal de *MOST* est la sismologie stellaire, c'est-à-dire l'étude des vibrations de la surface des étoiles. Cela permet d'en sonder l'intérieur qui est inaccessible à l'observation », explique-t-il. Un peu comme l'analyse des séismes donne aux géophysiciens accès aux profondeurs terrestres. En étudiant l'intérieur des étoiles, les astronomes peuvent déterminer leur composition et, surtout, leur âge. Ce paramètre est très important pour reconstituer l'évolution de la Galaxie.

Mais l'étude des exoplanètes, sujet à la mode s'il en est, a été mis au programme vu l'extraordinaire sensibilité de *MOST*. L'idée est simple : lorsqu'une planète tourne autour de son étoile, elle réfléchit un peu de sa lumière vers nous, de la même façon que Vénus nous renvoie un peu de la lumière du Soleil. *MOST* pourra détecter cette légère addition au cours de la révolution de la planète. C'est ce que Matthews appelle « voir » une planète extrasolaire.

En analysant la lumière reçue, les astronomes pourront étudier la composition chimique et physique de l'atmosphère planétaire. Toutefois, il est hors de question d'utiliser *MOST* pour la chasse aux planètes, puisqu'il fonctionne en fixant une étoile à la fois pendant plusieurs semaines. Ce sont plutôt les planètes connues jusqu'à maintenant qui seront prises comme cibles.

Le projet de 10 millions de dollars devrait être opérationnel bientôt, le lancement étant prévu pour avril 2003, par une fusée russe *Rocket*. Ce minitéléscope spatial de 15 cm d'ouverture sera un atout important pour les astronomes canadiens, qui sont déjà des leaders dans l'étude de la variabilité des étoiles.

Savoir c'est pouvoir



7^e édition

jobboom

présente le

SALON **ÉDUCATION
FORMATION
CARRIÈRE**

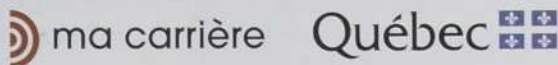
www.saloneducation.com

17 • 18 • 19 • 20
octobre 2002
PLACE BONAVENTURE MONTRÉAL

Venez découvrir :

- un métier qui vous passionne
- une profession qui vous emballa
- une formation à la hauteur de vos aspirations

Partenaires :



En collaboration avec :



UN ÉVÉNEMENT
GROUPE
INEO.CA
Tél. : (514) 272-8885

Quand les poules avaient des dents.

Les oiseaux descendraient-ils des dinosaures ? Bien des paléontologues croient que oui.

par Marie-Pier Elie

On les croyait anéantis, rayés de la carte par la fureur d'un astéroïde. Et voilà que, des millions d'années après les monstres du Crétacé, les descendants de *Tyrannosaurus rex* et de ses comparses semblent toujours bien vivants. *Larus argentatus* pullule dans les parcs, *Melospittacus undulatus* égaye plusieurs maisons et *Gallus gallus* séjourne régulièrement dans nos estomacs. Leurs noms usuels (« goéland », « perruche » et « poule ») ont une consonance moins préhistorique, mais, selon plusieurs scientifiques, du sang de dinosaure coule bel et bien dans les veines de ces drôles d'oiseaux...

« Les dinosaures sont aujourd'hui dignement représentés par plus de 10 000 espèces d'oiseaux », affirme le paléontologue Phil Currie, curateur au Royal Tyrell Museum, en Alberta. Selon la méthode de classification dite cladistique, où l'ensemble des êtres vivants situés sur la même branche du grand arbre généalogique de la vie méritent la même appellation, tous les volatiles, de l'oiseau-mouche à l'autruche, en passant par les moineaux et les pinsons, SONT des dinosaures, ni plus ni moins !

Le petit air de famille entre la douce colombe et le féroce « T-rex » a été relevé pour la première fois en 1868 par

Thomas Henry Huxley, un contemporain de Darwin. L'étude du squelette du plus ancien oiseau connu (l'*Archæopteryx* vieux de 140 millions d'années) l'en a persuadé : dinosaures et oiseaux ont un étroit lien de parenté. Reléguée aux oubliettes, cette idée a connu un regain de popularité dans les années 1970, après que John Ostrom, de l'université Yale, ait dénombré 22 similitudes entre les squelettes de dinosaures carnivores et ceux des oiseaux modernes. Aujourd'hui, ces ressemblances anatomiques, qu'on ne retrouve chez aucun autre animal, seraient au nombre de plus de 125...

La découverte de fossiles de dinosaures à plumes a propulsé l'hypothèse de Huxley au firmament des théories les plus à la mode. Phil Currie s'emballa à tout coup lorsqu'il évoque les bêtes à plumes dont les fossiles remarquablement préservés ont été récemment mis au jour : *Sinosauropteryx*, *Protoarchæopteryx*, *Beipiaosaurus*, et tout particulièrement *Caudipteryx*. Celle-là, il l'a personnellement identifiée. C'est son bébé, « le plus merveilleux animal à étudier, la carte maîtresse que tous les paléontologues attendaient... »

La province de Liaoning, au nord-est de la Chine, est particulièrement riche en trouvailles du genre. Il y a des millions d'années, cette région était recouverte de lacs

situés à proximité de volcans actifs. Une mine d'or pour les paléontologues. Les cendres volcaniques et la boue ont permis aux carcasses d'animaux échouées dans le fond du lac de résister aux assauts du temps, bien à l'abri de l'oxygène qui accélère normalement leur décomposition.

Les fameux dinosaures à plumes ont donc été extirpés de là relativement intactes... aux yeux d'un paléontologue, s'entend ! Ces précieuses plumes fossilisées, Phil Currie et ses collègues les cherchaient depuis si longtemps... Les vagues traces de carbone noirâtres laissées par la matière organique décomposée, ainsi que les résidus de kératine (principal constituant d'une plume) qui les accompagnent représentent donc pour eux l'ultime preuve que les dinosaures, bien avant les oiseaux qu'ils sont devenus, ont bénéficié des vertus isolantes, attrayantes et aérodynamiques des plumes. Dans cet ordre. Car, contrairement à ce qu'on pourrait croire, les écailles de dinosaures ne sont pas devenues plumes pour leur permettre de s'envoyer en l'air. Il y avait des problèmes évolutifs autrement plus urgents à régler ! Comme





Tyrannosaurus rex et ses comparses auraient des descendants parmi nous : *Larus argentatus*, *Melospitacus undulatus* et *Gallus gallus*, autrement appelés goéland, perruche et poule.

PUBLIPHOTO/DAVID PARKER/SCIENCE PHOTO LIBRARY

de petits ennuis d'isolation chez les dinosaures « poids plume ».

« En supposant que les dinosaures avaient le sang chaud, ce que de plus en plus d'analyses histologiques portent à croire, plus leur taille se réduisait, plus il leur devenait difficile de contrôler la température de leur corps », explique Phil Currie. Normal : chez les animaux de très grande taille, tels l'éléphant, la baleine ou les dinosaures les plus primitifs, l'aire de surface de la peau est très réduite comparée au volume du corps. La perte de chaleur est donc minime. Par contre, c'est l'inverse pour les animaux de petite taille, qui ont plus de mal à conserver leur chaleur. Voilà pourquoi les plumes (ou les poils) leur sont alors d'un grand secours. « À un point tel qu'on avait prédit l'existence de plumes chez les dinosaures de petite taille, près de 20 ans avant que l'on découvre les fossiles », souligne Phil Currie.

Dotés de ce nouveau manteau tout chaud, les dinosaures en auraient ensuite profité pour épater la galerie. « Nous savons qu'ils étaient des créatures très visuelles : leurs yeux étaient immenses, tout comme les lobes optiques de leur cerveau. Après les collerettes et les crêtes spectaculaires de certaines espèces, les plumes sont vite devenues l'attribut idéal pour la parade amoureuse », raconte le paléontologue.

Et ce n'est qu'après avoir fait craquer bien des représentants du sexe opposé que les dinosaures ont enfin utilisé leurs plumes pour conquérir les cieux. Un peu par accident, lors de courses effrénées, de petits dinosaures aux allures de *road-runners* auraient alors profité de leurs attributs pour se soulever du sol.

Une théorie qui ne rallie pas tous les spécialistes. De l'avis de plusieurs, les plumes ont peut-être même été plus utiles pour descendre que pour monter. Des petites bêtes peuplant les arbres en auraient tout d'abord profité pour perfectionner leurs atterrissages en douceur, puis auraient évolué en planeurs (comme les écureuils volants) et, finalement, en seraient arrivés à voler. Petit détail : selon la majorité des défenseurs de cette dernière hypothèse, les reptiles arboricoles en question n'étaient pas des dinosaures.

Bien des ornithologues sont d'ailleurs récalcitrants à établir un lien de parenté entre les dinosaures et les oiseaux. Et ils ont de quoi fulminer à la lecture de titres

Les monstres revus et corrigés

Peu importe dans quel clan on se situe dans ce grand débat généalogique, l'image d'un T-Rex affublé de plumes perd de son aura cauchemardesque. Mais rien n'indique que les plumes ont colonisé ce monstre à écailles, bien que des études portent à croire que sa mignonne progéniture aurait pu bénéficier d'un tendre duvet pour se garder bien au chaud.

En revanche, le *Velociraptor*, tueur aux dimensions plus modestes rendu célèbre par le tout premier *Jurassic Park*, aurait vraisemblablement été pourvu d'un plumage, croit Phil Currie. « Le *Velociraptor* est un très proche parent des dinosaures à plumes découverts en Chine; l'absence de plumes serait donc illogique chez cet animal. » La preuve reste néanmoins à faire.



Un des nombreux fossiles de dinosaures à plumes découverts ces dernières années dans la province de Liaoning en Chine. Il appartient à la grande famille des Dromaeosaures.

d'articles accrocheurs, comme *Des plumes pour T-Rex ?*, *Les dinosaures prennent leur envol* ou... *Quand les poules avaient des dents...* Larry Martin un des plus grands spécialistes de l'anatomie aviaire du monde, curateur au Musée d'histoire naturelle de l'université du Kansas, aux États-Unis, est de ceux-là. Il s'intéresse à la filiation dinosaures-oiseaux depuis une trentaine d'années. Il a publié énormément d'articles sur le sujet, et faisait même partie du *dream*

team de la paléontologie qui s'est rendu en Chine pour analyser les fossiles de dinosaures à plumes qui font tant jaser.

« Les paléontologues maîtrisent à merveille l'art de la pensée magique : ils veulent croire que les oiseaux descendent des dinosaures, car cela signifierait que leur sujet d'étude est toujours vivant », confie-t-il.

De son côté, Phil Currie déplore l'attachement émotif un tantinet rétrograde que manifestent certains ornithologues envers les oiseaux. Comme s'il était insultant pour leurs protégés d'avoir des dinosaures comme ancêtres... « Dire que les oiseaux sont des dinosaures ne signifie pas qu'ils perdent leur identité d'oiseaux, pas plus que nous ne perdons notre identité d'êtres humains en étant des mammifères ! Les oiseaux seront toujours des oiseaux... tout en étant des dinosaures assez particuliers. Quiconque a suffisamment observé et manipulé de fossiles pour se faire une opinion éclairée pensera la même chose... » C'est le cas de le dire, lorsqu'on aborde le sujet, « pro-dinoiseaux » et « anti-dinoiseaux » se livrent un véritable combat de coqs !

Larry Martin réserve d'ailleurs tout un uppercut à ses adversaires. Pour lui, c'est bien simple : les dinosaures à plumes de la province de Liaoning n'en sont pas. « On ne peut pas appeler plumes ces longues fibres fossilisées. » Et quels sont les critères d'admissibilité pour qu'une structure kératineuse se mérite le titre de plume ? Avec un plaisir non dissimulé, le biologiste énumère quelques-unes des caractéristiques les plus élémentaires. Contrairement à un poil, la plume se développe à l'extérieur de la peau, bien repliée dans un petit tube qui l'enveloppe jusqu'à ce qu'il sèche, se brise et tombe. La plume se déploie alors, et on peut très bien en distinguer la structure centrale, appelée rachis, qui supporte une multitude de barbes reliées entre elles par des barbules.

Lorsqu'il s'est rendu en Chine, il y a cinq ans, Larry Martin s'est servi comme principal outil de cette leçon d'anatomie aviaire simpliste qui a, selon ses dires, détruit le mythe des dinosaures à plumes. « Les prétendues plumes pourraient aussi bien avoir été des poils ou de banales fibres sous-cutanées ! » Un seul spécimen a trouvé grâce à ses yeux : *Caudipteryx*. « Celui-là était recouvert d'authentiques plumes... mais c'était un oiseau, pas un dinosaure ! »

On s'en doute, Phil Currie ne l'entend pas

ainsi, lui qui, rappelons-le, a identifié le litigieux fossile. « *Caudipteryx* est incontestablement un dinosaure ! »

« L'évolution est un continuum », insiste Jacques Laroche, professeur de biologie à l'Université Laval. Oui, mais qu'est-ce qui permet à un animal de se qualifier comme oiseau ? « Nous, humains, définissons des groupes pour faciliter les comparaisons et le repérage, mais la nature, elle, infiniment plus subtile, a horreur de toute forme de classification », précise ce spécialiste qui a notamment dressé plusieurs des oies du film *Le peuple migrateur*, véritable hommage à la gent ailée...

Finalement, il existe des zones floues entre tous les groupes d'animaux, et plus on découvre de « chaînons manquants », plus la confusion s'accroît... Certains choisiront donc de classer un animal comme *Caudipteryx* parmi les

oiseaux en vertu de certaines caractéristiques de son squelette, tandis que d'autres le qualifieront de dinosaure... également en vertu de certaines caractéristiques de son squelette ! Tout ce beau monde s'obstine sans cesse et rivalise d'arguments, contradictoires certes, mais tous plus convaincants les uns que les autres...

Et si on décidait qu'à partir du moment où un animal vole de façon efficace, c'est un oiseau ? Les autruches ne sont pas d'accord... Reformulons : si un animal – ou ses ancêtres – vole – ou ont volé – de façon efficace, c'est un oiseau. « Ce serait effectivement un bon endroit pour tracer la démarcation », dit Phil Currie. Larry Martin appuie la proposition. Mais comment savoir ce qu'un animal vieux de plus de 120 millions d'années faisait de ses plumes ? Si le fossile est relativement bien préservé, c'est facile : les plumes qui permettent le vol sont asymétriques.

Qu'en était-il des plumes de *Caudipteryx* ? Elles étaient symétriques. Tout le monde s'entend donc là-dessus : il ne volait pas. Toutefois, rappelons-nous l'autruche : avant d'en faire automatiquement un dinosaure, il faut regarder du côté de ses ancêtres. À partir de l'étude de son squelette, on devrait pouvoir se fixer. Verdict de Phil Currie : les ancêtres de *Caudipteryx* ne volaient pas. Verdict de Larry Martin : les ancêtres de *Caudipteryx* volaient. Non, vraiment, il n'y a pas moyen d'en sortir... Or, rappelons-le, l'enjeu est crucial. Car, de toutes les « plumes » détectées au Liaoning, seules celles de *Caudipteryx* font consensus... Si les preuves s'accumulent pour en faire un dinosaure, les sceptiques seront confondus. Sinon, même les paléontologues les plus convaincus devront creuser avec plus d'ardeur !

Reste l'âge des fossiles. Un outil inestimable pour remettre un peu d'ordre dans cette lointaine chronologie. Pour savoir si un fossile donné est plus ancien qu'un autre, on mesure la quantité d'un isotope de l'argon contenu dans les minéraux que renferme la couche de cendres enveloppant le défunt. Puisque cet isotope radioactif se dégrade, la teneur mesurée permet de connaître le nombre d'années qui se sont écoulées depuis que l'animal est passé de vie à trépas. Dans le cas de *Caudipteryx*, les estimations varient de 120 à 135 millions d'années. Il a donc foulé le sol terrestre beaucoup plus tard que le plus ancien oiseau connu, *Archaeopteryx*, dont les fossiles retrouvés en Allemagne sont âgés de 140 à 150 millions d'années.

Et c'est là l'argument massue de bien des « anti-dinoiseaux » : « Si les théropodes à plumes du Liaoning sont bel et bien les ancêtres des oiseaux, comment expliquer que tous leurs fossiles soient plus récents que celui du plus primitif des volatiles ? » demande Larry Martin. Phil Currie ne voit pas là de quoi entacher ses convictions et l'affirme sans l'ombre d'une hésitation : « *Caudipteryx* est plus primitif qu'*Archaeopteryx* ! »

Lorsqu'on relève l'apparent anachronisme de cette déclaration, il répond du tac au tac : « L'apparition de nouveaux animaux n'entraîne pas automatiquement la disparition des plus anciens. Des fossiles plus récents n'équivalent pas nécessairement à des animaux plus avancés ! » Après tout, les blattes étaient là 400 millions d'années avant nous,

Bonne patte, bon oeil

Même pour l'œil non exercé, il suffit de s'attarder sur les pattes écaillées de nos oiseaux ou sur la leur vaguement préhistorique de leur prunelle pour avoir envie de croire qu'ils sont bel et bien les fiers rescapés de la grande famille des dinosaures. Mais pour les paléontologues, il existe des preuves un peu plus solides. En voici 10 :

1. Le squelette de certains dinosaures, comme celui des oiseaux, renferme un os fourchu formé par l'union des clavicules, mieux connu par les amateurs de poulet sous son surnom anglais de *wishbone* (os à souhaits).
2. Ils partagent également un os en forme de demi-lune qui, à l'intérieur du poignet, permet de déployer les ailes.
3. Leurs os sont creux et remplis d'air.
4. La structure de leurs pieds est étrangement similaire : trois orteils pointent vers l'avant, tandis qu'un quatrième pointe dans la direction opposée.
5. L'orientation du pubis des oiseaux rappelle celle des petits dinosaures carnivores, qui a graduellement évolué d'une position antérieure à une position postérieure.
6. Leurs métatarses (les os du pied situés entre la cheville et les orteils) ont une forme allongée semblable.
7. La courbure en S que forment les os de leur cou est très ressemblante.
8. La position de leur corps est presque identique : ils marchent sur deux pattes, en prenant appui sur leurs doigts (digitigrades), les pieds positionnés directement sous le corps.
9. Comme les oiseaux, les dinosaures étaient ovipares, c'est-à-dire qu'ils poussaient des œufs pour se reproduire, et l'analyse microscopique des coquilles a révélé qu'elles étaient quasiment identiques.
10. De récentes études du tissu osseux des dinosaures, menées par le CNRS à Paris, démontrent qu'ils atteignaient leur taille adulte très rapidement, comme les oiseaux et à l'opposé des reptiles contemporains.



Évolution

elles nous empoisonnent toujours l'existence et pourraient très bien être les uniques survivantes d'une éventuelle catastrophe nucléaire. Les archéologues du futur n'en concluront pas pour autant qu'elle étaient plus avancées que ne l'étaient les humains ! Il devrait en être de même pour *Caudipteryx* ou ses ancêtres, croient les paléontologues : ils ont sans doute vécu bien avant *Archæopteryx*, bien qu'on n'ait à ce jour trouvé aucun fossile témoignant de leur passage sur Terre en ces temps reculés...

« **L**e problème avec les fossiles, c'est qu'ils représentent moins de 1 % de 1 % de 1 % des espèces d'animaux qui ont existé et que, pour certaines périodes de temps, nous n'avons à peu près rien », dit Phil Currie. Il demeure néanmoins confiant de trouver, avec un peu de chance, un site datant de l'époque ayant précédé *Archæopteryx* afin de dénicher ce lointain ancêtre qui hante chacune de ses recherches. Déjà, il affirme être sur la bonne voie, ayant découvert des débris d'os et de dents qui, sans être des plus convaincants, portent à croire que les di-

Fossile sur mesure

Cet animal a laissé le monde entier bouche bée : indéniablement un dinosaure, indéniablement couvert de plumes. Il a fait la couverture du *National Geographic* en novembre 1999, mais l'heure de gloire de l'*Archæoraptor* fut de courte durée. Le prétendu chaînon manquant n'était qu'une chimère assemblée par des contrebandiers chinois qui ont donné aux paléontologues ce qu'ils attendaient depuis si longtemps : un oiseau doté d'une queue de dinosaure. Tous n'y ont vu que du feu et ont annoncé la découverte en grande pompe, organisant une conférence de presse monstre à Washington, à laquelle ont pris part Phil Currie, ainsi que Stephen Czerkas, du Dinosaur Museum de Blanding, en Utah, et Xing Xu, de l'Institut de paléontologie des vertébrés de Pékin en Chine. Mais en y regardant de plus près, ce dernier a constaté que l'intrigante queue appartenait en fait à un autre animal, qu'on baptisera plus tard *Microraptor*. Mince consolation : la bête se mérite néanmoins le titre de plus petit dinosaure adulte jamais découvert...

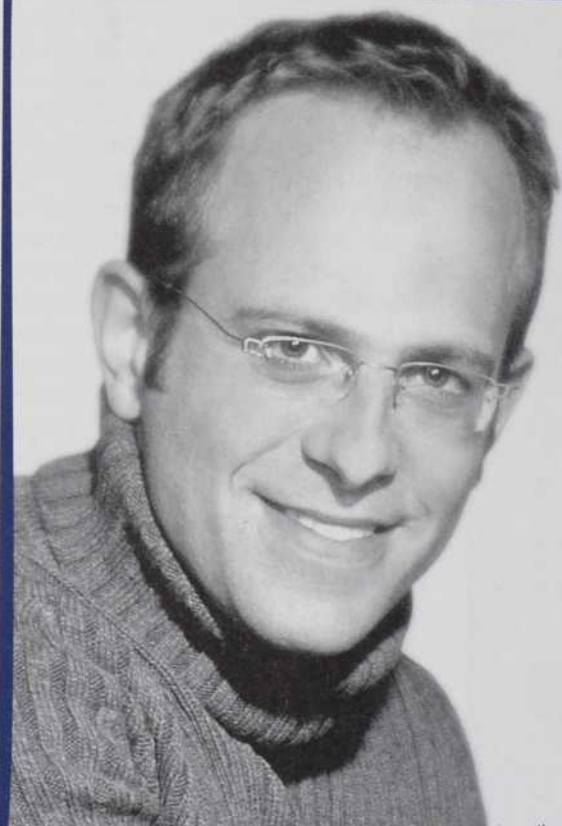


NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY

nos saures sur lesquels reposent ses théories ont bel et bien existé.

Toutes ces éreintantes fouilles pourraient cependant bientôt s'avérer complètement inutiles, car un seul échantillon d'ADN de dinosaure intact mettrait instantanément fin au débat. On le comparerait alors aux gènes qui tricotent nos oiseaux, et les conclusions s'imposeraient d'elles-mêmes. Or l'ADN de dinosaure est une denrée rare. Et même si on en trouvait, des dizaines de millions d'années finissent par user les chromosomes les plus endurcis... Mais les paléontologues ne désespèrent pas. « Nous avons trouvé des cellules sanguines fossilisées sur un T-rex, quelques traces de protéines et d'acides aminés par-ci par-là, et les laboratoires scrutent le tout à la loupe. On devrait finir par obtenir ces quelques fragments d'ADN qui répondront à nos interrogations », croit Phil Currie.

Que les cinéphiles ne s'emballent pas trop : faire revivre les dinosaures par le clonage, comme le film *Jurassic Park* l'a si bien imprimé dans notre imaginaire, n'est pas au programme. De toute façon, à quoi bon s'ils sont toujours parmi nous ? **CS**



Couchez-vous plus intelligent.

Zone science

Samedi 17 h

Animée par Frédéric Loiselle



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

Ça change de la télé

Télé-Québec
telequebec.tv



À l'occasion de l'année internationale de la montagne,
une tournée québécoise de 21 hauts lieux de nature.

par Anne Fleischman

LE PALMARÈS DES MONTAGNES

Nous n'avons pas les Rocheuses, soit. Mais le Québec n'a rien d'un plat pays. À perte de vue, collines et montagnes se succèdent jusque sur les rives du Saint-Laurent, du Saguenay et du lac Saint-Jean...

L'histoire géologique du Québec se joue en trois actes. Il y a un milliard d'années, c'est la mise en place du Bouclier canadien qui comprend certaines des plus vieilles roches ignées du monde. Couvrant près de 95 % du territoire, il est relativement plat mais émaillé de reliefs montagneux comme les Laurentides, au sud du Québec, les monts Otish, au centre, ou les monts Torngat, près de la baie d'Ungava. Dans cette immense zone, le temps a laissé plus de un million de lacs, de tourbières et de cours d'eau. Hauteur moyenne : 500 mètres.

Deuxième acte : la formation des Appalaches. De l'Alabama à Terre-Neuve,

la chaîne montagneuse de l'est américain se dresse il y a 250 à 500 millions d'années. Au Québec, elle laisse près de 800 km d'élévations, depuis les collines montérégiennes jusqu'aux pics majestueux de la chaîne gaspésienne : les monts Jacques-Cartier, Albert et autres Logan, tous au-dessus de 1 000 m.

Troisième acte. Il y a 10 000 ans environ, la dernière glaciation prend fin. En se retirant, les glaciers frottent, érodent et creusent les paysages actuels. Puis le couvert végétal se stabilise, il y a environ 3 000 ans. Le décor de nos balades en montagne est posé : toundra, taïga, forêt boréale et forêt feuillue, du nord au sud.

L'automne est la période idéale pour découvrir nos montagnes qui conservent l'essentiel de la biodiversité du Québec. Pour leur beauté, leurs ressources, leurs histoires. Et à travers elles, la nôtre...

LES PLUS RICHES EN NATURE

Le mont Saint-Bruno (208 m) :
un concentré de nature

La plus petite des collines montérégiennes est un véritable trésor de diversité biologique : 72 % des espèces d'oiseaux répertoriées au Québec et près de 50 % des mammifères s'y abritent. Au moins 574 espèces de plantes y sont recensées, soit environ 20 % de la flore québécoise. Cet oasis forestier sert de refuge à neuf espèces de plantes men-



Il domine le territoire le plus accidenté du Québec.

LE MONT JACQUES-CARTIER

acées ou vulnérables, dont le carex porte-tête et le staphylier à trois folioles, ainsi qu'à trois espèces d'oiseaux : l'épervier de Cooper, la paruline azurée, et la buse à épaulette dont la situation est jugée préoccupante au Québec. De plus, 30 % des amphibiens et près de 20 % des mammifères menacés ou vulnérables vivent dans l'aire protégée du parc du mont Saint-Bruno.

Le mont Raoul-Blanchard (1 166 m) : le subarctique à deux heures de Québec

La montagne la plus élevée de la chaîne des Laurentides connaît les conditions climatiques les plus sévères du Québec méridional. Avec ses peuplements de pessière à cladonie, le mont Raoul-Blanchard et les hauts sommets voisins (la montagne de l'Enfer ou le mont du lac des Cygnes dans le parc de conservation des Grands-Jardins) invitent le promeneur au royaume de la taïga et de la toundra, lui offrant un dépaysement total à une telle latitude. Ces conditions nordiques ont été

propices à la réintroduction du caribou dans la région à la fin des années 1960. « Il s'agit de la seule expérience réussie dans toute l'Amérique du Nord », dit Nathalie Rivard, du parc des Grands-Jardins. La population de caribous du parc s'élève à 80 individus et semble stagner depuis une dizaine d'années.

Le mont Saint-Hilaire (426 m) : un témoin du passé

Au cœur de cette colline montréalaise se cache la forêt ancienne la mieux préservée du sud du Québec, avec des peuplements datant de l'époque de Champlain. Un patrimoine naturel sur lequel veille l'Université McGill, propriétaire d'une grande partie du territoire depuis une quarantaine d'années. Deux parcelles de forêt mature font partie du Réseau international de suivi de la biodiversité mis en place par l'institut Smithsonian et l'UNESCO. De plus, la falaise Dieppe du mont Saint-Hilaire est un écosystème unique en Montérégie, avec ses cèdres âgés de plusieurs centaines

d'années, son lichen et ses plantes nordiques. C'est là que niche depuis plus de 30 ans un couple de faucons pèlerins dont la progéniture, chaque année, s'installe à l'extérieur du parc. Réserve mondiale de la biosphère, le mont Saint-Hilaire est un terrain de recherche utilisé par les scientifiques depuis 1860.

Le mont Jacques-Cartier (1 268 m) : le royaume des cervidés

Le mont Jacques-Cartier est le plus haut sommet du Québec méridional. Avec le mont Albert (1 151 m) et le mont Logan (1 136 m), il domine le parc de conservation de la Gaspésie, le territoire le plus accidenté du Québec. En raison de son importante dénivellation, un étagement de la végétation marque le paysage. La montagne sert d'habitat aux trois espèces de cervidés d'Amérique du Nord. Sur ses flancs, c'est le domaine de la forêt de feuillus, du chevreuil et de l'orignal. Au sommet, celui de la toundra et du caribou. « Les quelque 150 caribous du parc sont indigènes : ce sont les

rescapés de troupeaux beaucoup plus vastes qui peuplaient jadis tout le sud du Québec », dit Jean-Philippe Chartrand du parc de la Gaspésie. Paradis pour le ski hors piste, les monts gaspésiens sont aussi des sites propices aux avalanches. Les randonneurs peuvent y emprunter la seule portion québécoise du Sentier international des Appalaches, qui commence en Virginie.

LES PLUS SYMBOLIQUES

La montagne (ou colline) Blanche : la magie du Nord québécois

Située dans la région du lac Mistassini, cette montagne tire son nom de la quartzite, matière première utilisée durant la préhistoire pour la fabrication d'outils. Les artefacts issus de la carrière Roger, située sur une de ses façades, ont été diffusés dans l'ensemble du territoire par le biais du troc. La montagne Blanche a également été le lieu de coutumes religieuses ancestrales amérindiennes. Une montagne mythique pour les Cris.

Le mont Royal (233 m) : la plus urbaine !

En plein cœur de la ville, « la Montagne » a donné son nom à Montréal. Bien avant l'arrivée des Européens, les

Iroquoiens du Saint-Laurent ont construit sur ses flancs un de leurs plus grands villages : Hochelaga. Elle fut également utilisée comme lieu de sépulture et elle a conservé, pour les Européens, une valeur spirituelle. De Maisonneuve, en 1643, lui donne un caractère chrétien en plantant une croix à son sommet. Une partie de l'histoire du Canada est inscrite dans le cimetière du Mont-Royal, où sont enterrés les Pères de la Confédération. Riche en histoire, le mont Royal l'est aussi en nature : il abrite un peuplement rare de chênes rouges, ainsi que des plantes menacées comme le podophile pelleté et l'ail des bois. Le parc du mont Royal couvre 20 % de sa superficie. Des institutions publiques (universités, hôpitaux), privées (cimetières) et des résidents se partagent le reste. « Cela complique grandement la protection des ressources, car 80 % de la Montagne ne fait l'objet d'aucune protection spécifique », explique Jean-Yves Benoît du Centre de la Montagne. Le périmètre du parc n'est pas non plus à l'abri des problèmes avec ses trois millions de visiteurs annuels.

Les monts Mégantic (1 105 m) et Saint-Joseph (1 065 m) : la Raison et la Foi

Le mont Mégantic est l'un des endroits accessibles les plus « noirs » du Québec. Un site idéal pour contempler les étoiles... Un observatoire astronomique y a été construit en 1978. Les études scientifiques qu'on y mène lui ont donné le surnom de « montagne de la Raison ». Le mont Saint-Joseph, situé

dans le même massif, a pour sa part un caractère historique et symbolique particulier pour les habitants de la région, d'où son surnom de « montagne de la Foi ».

Le mont Tremblant (931 m) : au cœur de toutes les convoitises

C'est la première montagne à avoir été officiellement protégée par la création d'un parc de conservation en 1884. D'une superficie de 1 500 km², le parc du mont Tremblant est le plus grand de la province, mais également le plus grand domaine skiable. Avec 12 000 visiteurs par jour, c'est le centre de ski le plus achalandé du Québec. Si une partie de la montagne est protégée, les pistes, elles, sont louées pour 100 ans à la station de ski Intrawest. « C'est une situation un peu paradoxale, note Claire Ducharme du parc du mont Tremblant. La montagne est au centre d'un débat opposant protection et exploitation du milieu. En 1998, on a tenu des audiences publiques sur la superficie des terrains à allouer à la station de ski. Sous la pression de groupes écologistes, le pic Johansson, qui est le plus haut de la montagne, a été retiré des terrains sous bail et fait aujourd'hui partie d'une zone de préservation. » Le parc du mont Tremblant abrite plusieurs espèces d'intérêt, comme la grive de Bicknell, un oiseau rare qui niche exclusivement sur les hauts sommets.

LES PLUS PHOTOGÉNIQUES

Le mont de l'Acropole des Draveurs (1 050 m) : le ciel, le soleil et la mer

Le mont de l'Acropole des Draveurs est le plus haut sommet du parc de conservation des Hautes-Gorges-de-la-Rivière-Malbaie, aire centrale de la Réserve mondiale de la biosphère de Charlevoix. Il offre une vue spectaculaire sur la rivière Malbaie, étroitement encaissée entre les montagnes sur la rive sud du fleuve, et sur les montagnes du Saguenay. On y retrouve la plus grande concentration de vallées glaciaires suspendues du Québec méridional. Ces formations géologiques impressionnantes côtoient

LE MONT TREMBLANT

La première montagne à avoir été officiellement protégée par la création d'un parc de conservation en 1884.



ALPHA PRESSE/BERNARD BRAULT

M LE PALMARÈS DES MONTAGNES

les plus hautes parois rocheuses de l'est du Canada. Véritables murs verticaux libres de toute végétation, elles peuvent atteindre une hauteur de 800 m, et servent d'habitat à plusieurs espèces de rapaces, dont l'aigle pêcheur et le pirargue à tête blanche. Les montagnes du parc accueillent également une partie du troupeau de caribous des Grands-Jardins.

Les monts Valin (968 m) : des fantômes de neige

Aucun obstacle naturel ne s'interpose entre le massif des monts Valin et le Nord québécois. Frappée de plein fouet par les masses d'air froid, la montagne reçoit de fortes précipitations de neige.

très courte période de pollinisation qui favorise l'hybridation des espèces.

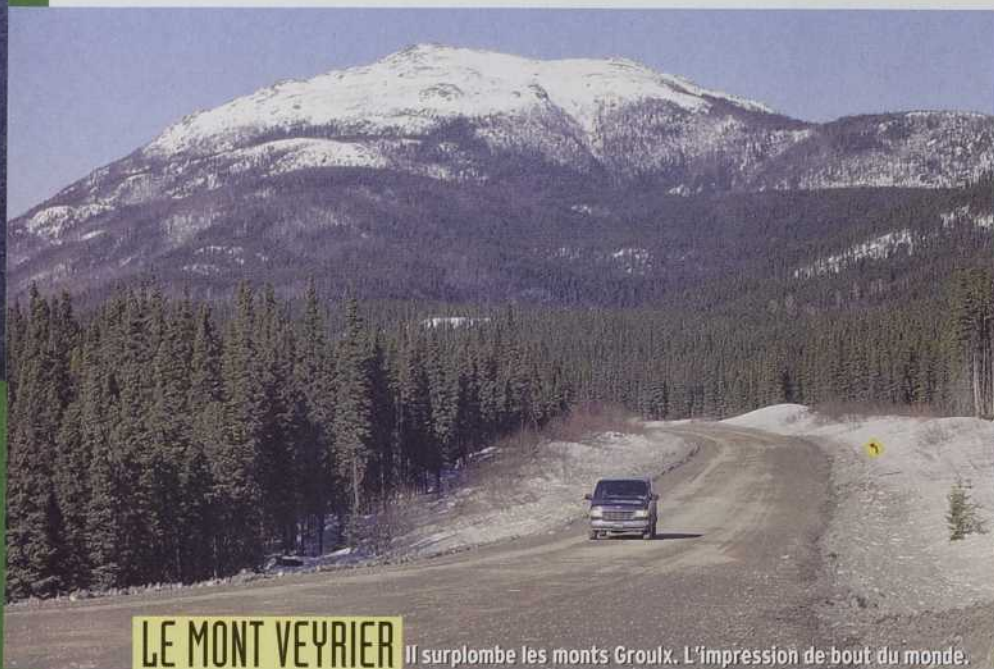
Les monts Gosford (1 186 m), Sutton (972 m) et Orford (851 m) : joyaux d'automne

Le mont Gosford est la plus haute montagne appalachienne du Québec en dehors des massifs gaspésiens. Il s'agit du prolongement de la chaîne des montagnes Blanches du New-Hampshire. Le mont Sutton, lui, prolonge au Québec la chaîne des montagnes Vertes du Vermont. Quant au mont Orford, c'est le résultat d'une intrusion de roches du plancher océanique. Leur point commun ? La métamorphose automnale ! Quand les érables s'enflamment, ces sommets illuminent littéralement l'Estrie.

Le mont Maillard, l'une des trois montagnes du massif, culminait, jusqu'à l'automne 2001, à 703 m. Depuis, son sommet a été rehaussé d'une quarantaine de mètres pour permettre son homologation comme hôte officiel de la coupe du monde de descente féminine. Cette montagne de haut calibre au niveau national était déjà appréciée des skieurs avant sa transformation : un bon enneigement et une vue grandiose sur le fleuve avaient fait sa réputation. Une trentaine de kilomètres plus à l'est, le mont Sainte-Anne est l'un des centres les plus populaires de la province. Il accueille chaque année 400 000 skieurs.

Le mont Veyrier (1 104 m) : l'hiver en dehors des sentiers battus

Plateau géant qui s'étend sur une centaine de kilomètres, la chaîne des monts Groulx est un superbe terrain de jeu pour le ski hors piste. Le mont Veyrier, au cœur du massif, côtoie le mont Jauffret (1 065 m). « En hiver, les monts Groulx sont une immensité blanche, intacte, où l'on perd tous ses repères géographiques. En été, la neige laisse place à des terrasses verdoyantes surplombées de sommets dénudés. C'est un paysage qui donne une impression de bout du monde », dit Gilbert Rioux, responsable des activités de plein air à la SEPAQ. Une coalition régionale, formée entre autres par l'UQCN, le conseil de bande des Betsiamites et la Fédération des pourvoyeurs du Québec, a récemment entrepris des démarches visant à faire reconnaître par l'UNESCO le projet de Réserve mondiale de la biosphère Manicouagan, qui engloberait le massif des monts Groulx.



LE MONT VEYRIER

Il surplombe les monts Groulx. L'impression de bout du monde.

MATHIEU LAMARRE / ALPHA PRESSE

En hiver, les accumulations peuvent atteindre 5 m. Cette neige abondante et la couche quasi permanente de givre qui se dépose sur les branches donnent aux arbres une apparence fantomatique. La « Vallée des fantômes », située au pied du pic Dubuc, est une véritable galerie d'œuvres d'art naturelles. Les monts Valin ont aussi une signature... gastronomique. « Au Saguenay-Lac-Saint-Jean, on dit souvent qu'il faut un bleuets pour une tarte. Ici, nous sommes plus modestes, il nous en faut huit ! » lance Claude Pelletier du parc de conservation des monts Valin. Huit hybrides de bleuets poussent en effet sur la montagne, un phénomène unique lié à la

LES FAVORITES DES SPORTIFS

Les monts Maillard (740 m) et Sainte-Anne (1 052 m) : paradis des skieurs

Le massif de la Petite-Rivière-Saint-François est un centre de ski renommé.

Les monts Condor (470 m) et Mississippi (150 m) : pour les mordus d'escalade

Les amateurs d'escalade fréquentent le mont Condor depuis bientôt 70 ans. Avec les monts Césaire et King – deux sommets voisins –, il forme le plus vieux site d'escalade de roche du Québec. Situé dans le parc régional de Val-David, ce site est le mieux aménagé de la province : plus de 540 voies sont ouvertes aux 5 000 grimpeurs qui le visitent chaque année. Ils peuvent pratiquer leur sport aussi bien sur les parois des montagnes que sur les blocs erratiques qui jonchent le pied du mont Condor. Le mont Mississippi, à Saint-André de Kamouraska, offre quant à lui une centaine de voies d'escalade. Cette petite montagne appartient à

ois mon-
pp à l'au-
son som-
rantraire
hémolo-
la coupe
ne. Cette
vean na-
skieurs
bien en-
se sur le
Une
est, le
autres les
e. Il a-
skieurs.

Queer

une cen-
es moins
pou pour
rier, au
Jaufret
Groulx
acte, où
chiques.
terrasses

mmets
me lire
dit
on ré-
QCN,
es et la
Québec,
arches
ESCO
de la
oberant

ner le
s. Avec
mmets
scaldé
re-
mixe
l) vous
le vi-
nguer
es qui
mont
nska.
s d'es-
ntre à



ROBERT BARONNET/ALPHA PRESSE

LE MONT SAINT-PIERRE

Un paradis pour le deltaplane.

une formation géologique bien particulière : les « monadnocks ». Ces crêtes arrondies composées en grande partie de quartz s'allongent parallèlement au fleuve. Le monadnock le plus célèbre au monde est le Pain de sucre qui surplombe Rio de Janeiro. Kamouraska est la seule région du Québec où l'on retrouve ce type de formation.

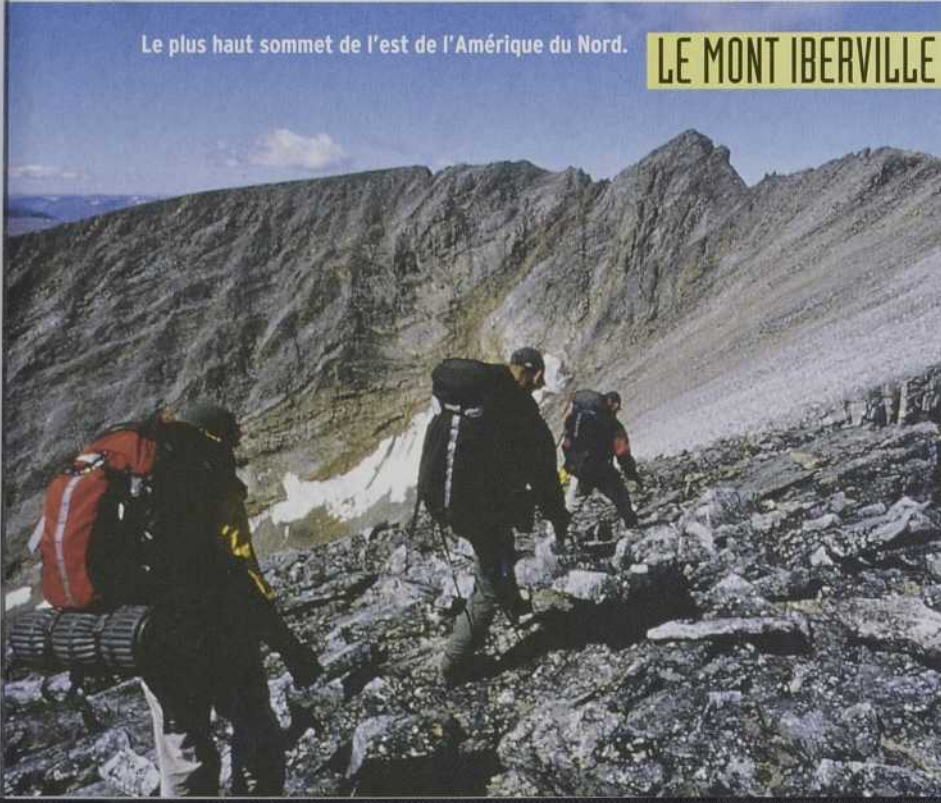
Le mont Saint-Pierre (450 m) : sports extrêmes

Si vous passez en hiver le long de la route 132 aux alentours du village de Mont-Saint-Pierre, en Gaspésie, vous ne pourrez manquer les murs de glace qui longent le fleuve. Les amateurs de ce type d'escalade connaissent bien l'endroit, réputé dans tout le Québec pour la qualité de ses

parois. C'est aussi un paradis pour les adeptes du deltaplane, qui utilisent son sommet comme piste de décollage vers le fleuve. Cette vallée glaciaire encaissée est également une réserve écologique. On y trouve notamment l'astragale australe, une plante rare qui n'est présente que dans trois autres municipalités du Québec. La végétation du mont Saint-Pierre est d'ailleurs étroitement liée aux activités géomorphologiques qui s'y déroulent : chutes de pierres, avalanches, coulées de pierres glacées, de blocs ou de pierraille sont quelques-uns des phénomènes qui façonnent le paysage.

Le plus haut sommet de l'est de l'Amérique du Nord.

LE MONT IBERVILLE



PIERRE DUNNIGAN/ALPHA PRESSE

LES PLUS ANCIENNES

Le mont Iberville (1 646 m) : un géant

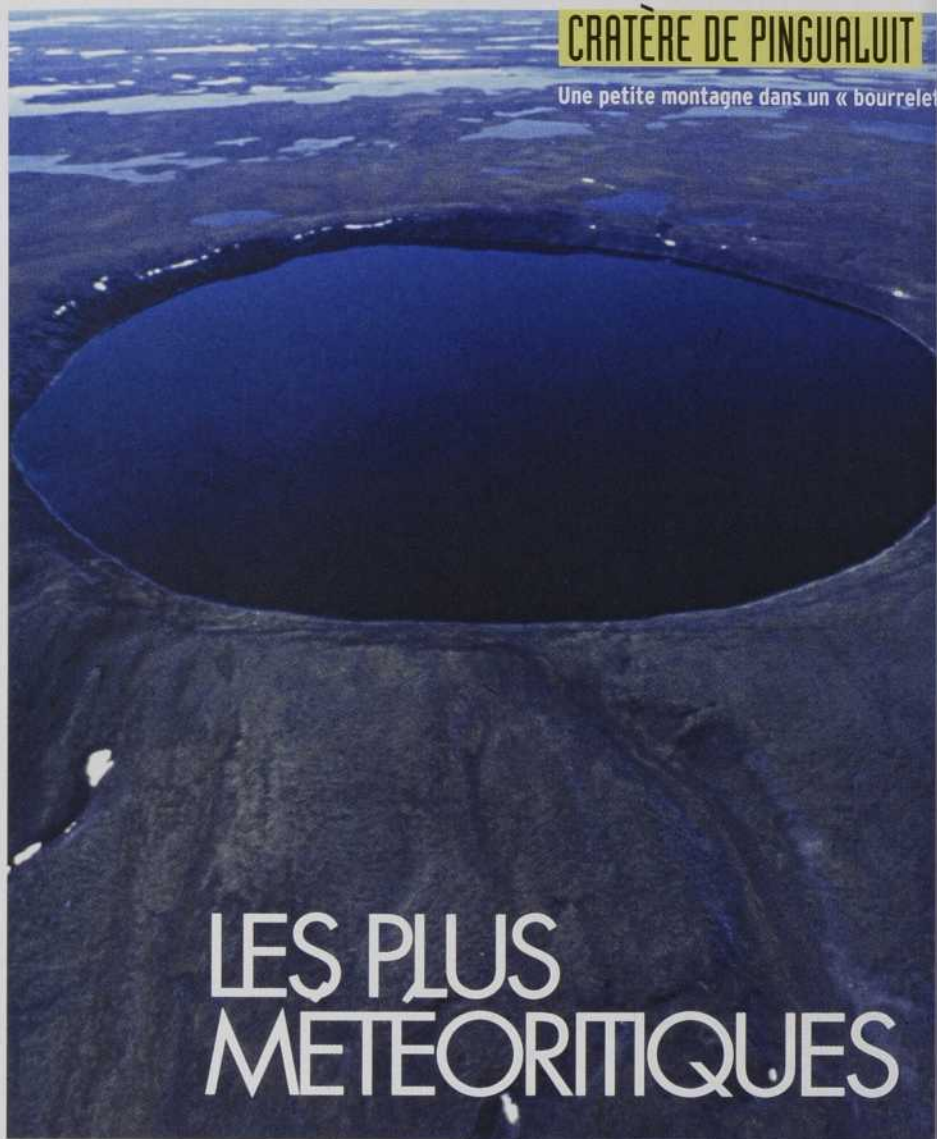
La cime du mont Iberville est le point le plus élevé de l'est de l'Amérique du Nord. Perché au sommet de la chaîne des monts Torngat, à la frontière du

M LE PALMARÈS DES MONTAGNES

Labrador, il présente quelques-uns des meilleurs exemples de formation glaciaire alpine du Canada. C'est aussi le seul endroit au Québec où l'on peut admirer des glaciers (glaciers Minaret et Twin Bowl). Les monts Torngat se sont formés il y a environ 2 milliards d'années. Ces montagnes comptent parmi les plus « riches » du Québec : en plus du fer, du nickel et du cuivre, on y a récemment découvert du diamant, et des sondages indiquent qu'elles pourraient contenir du platine. « Ces découvertes suscitent un engouement de la part des compagnies minières qui prospectent activement depuis quelques années pour acquérir les droits d'exploitation du sous-sol de ce territoire », explique le géologue Normand Goulet, professeur à l'Université du Québec à Montréal. Situé en pleine zone arctique, le mont Iberville est aussi le domaine du caribou : le troupeau de la rivière Koroc compte 3 000 individus. La montagne sert également d'aire de nidification à un oiseau menacé de disparition au Québec : le garrot de Barrow.

Le mont Yapeitso (1 128 m) : *le « nombril » du Québec*

Le mont Yapeitso est le plus haut sommet de la chaîne des monts Otish. Formés à la même époque que les monts Torngat (environ 2 milliards d'années), les monts Otish ont un relief caractérisé de cuesta : une succession de plateaux et de plaines séparés par des talus bien visibles dans le paysage. Les cuestas situées sur la façade nord présentent un intérêt géomorphologique marqué. Elles constituent la ligne de partage de plusieurs cours d'eau s'écoulant dans trois directions différentes (vers le fleuve Saint-Laurent, vers la baie d'Ungava et vers la baie d'Hudson); le centre hydrographique du Québec en somme... Ces montagnes sont au cœur d'un projet de création de parc québécois de conservation. Un programme de développement écotouristique entre les monts Otish et les monts Valin est également à l'étude. Son objectif est de faire la promotion de cet axe encore sauvage en reliant les deux massifs par un réseau de sentiers et de sites de camping.



CRATÈRE DE PINGUALUIT

Une petite montagne dans un « bourrelet »

LES PLUS MÉTÉORITIQUES

Le mont Dominant (570 m) : *une montagne d'histoire géologique dans un plat pays*

Le mont Dominant surplombe la plaine argileuse d'Abitibi. C'est le point culminant des collines Abijivis, situées dans le parc de conservation d'Aiguebelle. Ces collines sont composées de roches extrêmement âgées, parmi les plus vieilles du monde : 2,7 milliards d'années. Elles sont d'origine volcanique sous-marine. Leur formation a laissé des traces encore visibles aujourd'hui : des « coussins » volcaniques parsèment la montagne. Il s'agit de boules de lave qui ont été figées sous l'eau et qui prennent la forme d'une mosaïque de petites sphères. Il s'agit d'un phénomène rare, dont on ne retrouve des exemples que dans le Nord québécois.

Le mont Pingualuit (163 m) : *la montagne lunaire*

Le cratère du Nouveau-Québec, le point culminant du Nunavik, est né il y a 1,4 million d'années quand une météorite d'environ 150 m de diamètre a percuté la Terre à une vitesse vertigineuse de 15 km à 30 km par seconde. De cet impact, il subsiste aujourd'hui un cratère d'environ 3 km de diamètre – le mieux préservé du Québec – entouré d'un « bourrelet » dont le mont Pingualuit est le plus haut sommet. « Cette remontée du bord du cratère est due à l'élasticité du sol au moment de l'impact. Elle n'est pas bien haute, mais, dans ce paysage lunaire, c'est le seul relief sur des centaines de kilomètres », explique Michel Bouchard, de l'Association internationale pour l'évaluation d'impact. Le cratère abrite un lac unique au monde

par sa profondeur (269 m) et par l'exceptionnelle transparence de ses eaux. Aucune rivière ne s'y jette : son alimentation provient uniquement du ruissellement de la neige et de la pluie le long du cratère. Une population d'ombles chevalier est prisonnière du lac. Les géologues supposent que ces poissons y ont accédé au moment du retrait des glaciers, quand il était encore en contact avec d'autres cours d'eau. La région du cratère du Nouveau-Québec est maintenant protégée par un parc de conservation.

Le mont de Babel (952 m) : l'œil du Québec

L'astroblème de Manicouagan est l'un des plus grands cratères de météorite de la planète. Il forme une cicatrice distinctive sur la carte du Québec : un œil de 75 km de diamètre.



**L'ASTROBLÈME
DE
MANICOUAGAN**

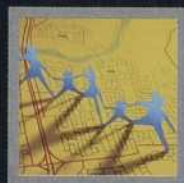
L'impact remonte à environ 215 millions d'années. Le bolide céleste qui a percuté la Terre devait mesurer environ 5 km de diamètre. La force de l'impact a littéralement fait rebondir le fond du cratère, donnant naissance au mont de Babel, point culminant de l'île René-Levasseur. L'astroblème de Manicouagan est rattaché à l'histoire hydroélectrique du Québec : l'anneau formé par le cratère constitue aujourd'hui le réservoir de la centrale Manic 5.

Le mont des Éboulements (769 m) : cratère de Charlevoix

Le mont des Éboulements est au cratère de Charlevoix ce que le mont de Babel est à celui de Manicouagan : le point central d'un cratère météoritique. Le cratère de Charlevoix date d'environ 365 millions d'années. À son origine, un astéroïde d'un diamètre estimé à 2 km, et pesant environ 15 milliards de tonnes. L'impact a littéralement entaillé le massif des Laurentides, créant un vaste cratère d'une cinquantaine de kilomètres de diamètre... aujourd'hui peuplé par quelque 30 000 habitants ! Il aura fallu attendre les années 1960 pour que les géologues reconnaissent l'origine météoritique de cette région montagneuse. En fait, il s'agit du premier cratère de météorite identifié grâce à la nature de ses roches. On y a notamment retrouvé des *shattercones*, des roches qui ne se forment qu'à des pressions phénoménales, comme celles engendrées par le passage de l'onde de choc dans la croûte terrestre lors d'une collision météoritique importante. **CS**

INRS

La science en ACTION pour un monde en ÉVOLUTION



Plus que des recherches *Des solutions*

L'Institut national de la recherche scientifique (INRS) contribue à l'avancement de connaissances et à la formation de haut niveau dans les secteurs stratégiques suivants :

- eau, terre et environnement
- énergie, matériaux et télécommunications
- santé humaine, animale et environnementale
- urbanisation, culture et société

Fort d'une expertise qui combine le génie, les sciences naturelles, les sciences biomédicales et les sciences sociales, l'INRS agit là où le sollicitent les enjeux collectifs.

L'Institut offre également des programmes d'études de 2^e et de 3^e cycle, en lien avec ses thématiques de recherche. Les étudiants inscrits à l'INRS reçoivent de plus un important soutien financier.



Université du Québec

Institut national de la recherche scientifique

Téléphone : (418) 654-2500

www.inrs.quebec.ca



La redécouverte du
**patrimoine
industriel**

À vos bons soins

Comment on est passé des recettes de grand-mère aux milliards de pilules de l'industrie pharmaceutique.

par **Gaëlle Lussiaà-Berdou**

« **P**renez du mouron, des feuilles de pommier rouge et des feuilles de trèfle. Jetez un peu d'eau et laissez macérer sept à huit heures. Pressez et faites bouillir avec une cuillère de graisse dans de la gomme de sapin. » Voilà la marche à suivre si vous voulez préparer un onguent contre le cancer comme on le faisait au XIX^e siècle... Depuis – on s'en doute – les méthodes ont bien changé dans la lutte pour la santé ! Aux ingrédients des remèdes de grand-mère se sont substitués des agents liants, lubrifiants, désintégrant ou adjuvants qui entrent dans la composition des milliards de pilules produites chaque année dans les usines pharmaceutiques du Québec.

La pharmacologie ne date pas d'hier. En 1604, l'apothicaire français Louis Hébert troque son officine parisienne contre un aller simple en bateau avec Champlain. Il débarque à Port-Royal. Il deviendra le premier apothicaire de la

colonie. Aventureux, il sera aussi bûcheron, cultivateur et charpentier sur ses 12 arpents de terre. C'est sans doute pourquoi on le connaît comme le premier colon de la Nouvelle-France plutôt qu'en tant que disciple de Saint-Damien, patron des pharmaciens.

Le rôle de l'apothicaire se confond avec celui du chirurgien ou du médecin. Sans compter les sœurs hospitalières et les jésuites qui sont eux aussi impliqués dans la préparation des remèdes. Leurs instruments sont bien rudimentaires : mortier, pilon, chaudron... Les colons se soignent avec des tisanes, des sirops, des emplâtres ou des cataplasmes. L'alambic permet d'ajouter à cette liste les potions ou élixirs à base d'alcool. On produit parfois des pilules : au médicament réduit en poudre (feuilles, écorces, graines, etc.) sont ajoutées une pâte sucrée et de la glycérine pour faire de petites boules.

On traite la maladie à l'aide de trois types de produits : végétaux, animaux et

minéraux. Racines, résines, farines, suif de mouton, fumier de cheval, cloportes, antimoine, plomb et mercure font partie de l'arsenal de l'apothicaire.

Après 1760, les *chemists and druggists* viennent suppléer le savoir des praticiens francophones. Ils se lancent même avec plus de fougue dans la vente de remèdes.

Il faudra attendre le siècle suivant pour que l'isolement de composés actifs des plantes, tels la morphine et la digitaline, permette de mieux contrôler la douleur. L'évolution de la chimie organique change alors considérablement la pratique pharmaceutique en permettant de mieux comprendre les principes de la synthèse chimique. Les pharmaciens sont responsables de la préparation des médicaments prescrits par les médecins. Les patients se procurent dans les officines des produits personnalisés en fonction de leur état et de l'évolution de leur maladie. Les doses ne dépassent pas celles nécessaires à un ou deux jours de traitement et suivent scrupuleusement les détails de la prescription.

Au même moment, un type de préparation gagne en popularité : les remèdes brevetés. Eau de récollet, salsepareille de Bristol et autres toniques en tous genres envahissent les espaces publicitaires des journaux du pays. « Remède souverain contre toutes les maladies douloureuses, comme le rhumatisme aigu et inflammatoire, le lumbago ou le dos endolori, la névralgie, la sciatique, les enflures, les articulations ankylosées, les maux de dent, les maux d'oreille, les crampes d'estomac, les entorses, les inflammations, les oreillons, les blessures, les brûlures, les échaudages, la toux, le rhume, les maux de gorge, les piqûres d'insectes venimeux, la teigne, les furoncles, la diphtérie, la diarrhée, ou tout autre mal dont vous souffrez », prétendait fièrement la compagnie Hirst à propos de son *Pain Exterminator*.

« Ce n'est pas un hasard si on les appelait des remèdes brevetés, explique Johanne Collin, historienne à la faculté de pharmacie de l'Université de Montréal. Même si leur contenu n'avait rien à voir avec celui des médicaments d'aujourd'hui, ils avaient un point commun :

le secret entourant leur fabrication. »

Bien que quelques-uns soient préparés au pays, la plupart de ces *patent medicines* sont importés de France (où on les appelle plutôt des remèdes secrets), d'Angleterre et des États-Unis. Johanne Collin calcule qu'il devait y avoir de 5 000 à 6 000 produits différents de ce type sur le marché, dont la composition reste aujourd'hui encore mystérieuse, bien qu'on sache qu'elle comprenait souvent des dérivés de l'opium. Propices à la publicité mensongère et à la fraude, ces remèdes brevetés n'en sont pas moins les ancêtres des médicaments actuels, dans la mesure où ils sont vendus prêts à être consommés. Le pharmacien n'a donc plus de rôle à jouer dans leur fabrication.

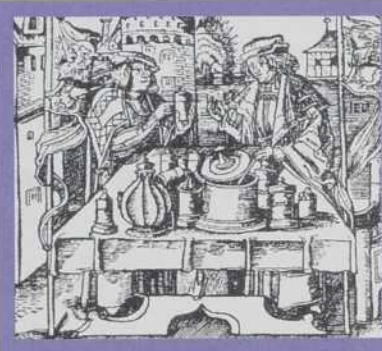
A la fin du siècle, des cas d'empoisonnement et d'intoxication alarment les autorités et la profession médicale. En 1909, la Loi sur les spécialités pharmaceutiques sera mise en application pour le bien de la santé publique.

Ce souci concerne aussi les pharmaciens qui tentent d'organiser et de réglementer leur profession. En 1870, certains d'entre eux – majoritairement anglophones – créent l'Association pharmaceutique de la province de Québec, ancêtre de l'actuel Ordre des pharmaciens. Deux tendances se dessinent alors : beaucoup d'entre eux choisissent d'ouvrir un commerce modeste avec un petit capital. Quelques autres, plus ambitieux ou plus riches, se lancent dans la fabrication industrielle.

Ces producteurs, souvent issus de l'industrie chimique, se chargent de la fabrication de vins et de poudres, appelés préparations officinales, que les pharmaciens utilisent encore pour préparer leurs médicaments. « On a une vision un peu folklorique de cette époque, mais c'était déjà un univers extrêmement complexe où les substances chimiques étaient beaucoup plus élaborées que ce qu'on peut imaginer », précise Johanne Collin.

Dans ce contexte, le dumping de produits américains provoque à la fin du XIX^e siècle la faillite de plusieurs entreprises canadiennes. Ottawa doit alors établir une politique de taxation qui pousse les maisons américaines à installer des succursales à Montréal. La métropole de-

(suite en page 41)



1697

En France, le chimiste et apothicaire Nicolas Lémery rédige sa *Pharmacopée Universelle*. S'il n'est pas le premier du genre, ce recueil de recettes est considéré par certains comme la bible de la pharmacie.

1803

Un apothicaire allemand, Friedrich Sertürner, isole la morphine à partir de l'opium. C'est le début d'une véritable quête des alcaloïdes végétaux. Les scientifiques cherchent alors à traiter les maladies avec des substances purifiées plutôt qu'à l'aide de mélanges de plantes. La quinine, l'émétine, l'atropine, l'éphédrine et la cocaïne feront partie des découvertes des décennies qui suivront.

Mortier, XVIII^e siècle

1830

En distillant du goudron, l'Allemand Carl Reichenbach obtient une substance blanche, malléable et inodore : la paraffine. Sans le savoir, il vient d'inventer la chimie organique. Les principes de cette discipline naissante permettront la synthèse de nombreux composés aujourd'hui essentiels en pharmacie.

1853

Charles Frederick Gerhardt synthétise l'acide acétylsalicylique. Ce médicament deviendra le plus populaire du monde au siècle suivant. Il faudra pourtant attendre 1899 pour que la compagnie Bayer brevète l'Aspirin.



En 1796, le médecin anglais Edward Jenner immunisait pour la première fois des humains à l'aide d'un vaccin. En utilisant le pus de vaches malades, il avait découvert un moyen inoffensif de combattre un grand fléau d'alors : la variole. Il fallut ensuite attendre près de 100 ans avant

de Maurice Duplessis. Avec cette somme, il fonde l'Institut de microbiologie de Montréal et les chercheurs déménagent leurs pénates sur le mont Royal, dans les tout nouveaux locaux de l'Université de Montréal. Sans ascenseur, les scientifiques doivent gravir la montagne et les six

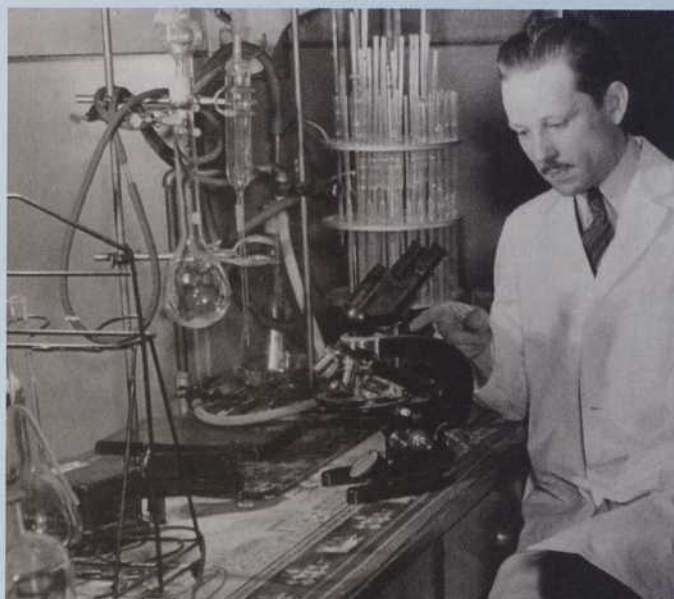
porte son groupe sanguin.

Il faut attendre 1947 pour que la même technique permette de fabriquer des vaccins secs. « C'était beaucoup plus difficile de lyophiliser des bactéries vivantes qui devaient être conservées actives », explique Michel Trudel qui a été directeur scientifique à l'Ins-

titut de 1992 à 1999. Jusqu'à alors, le BCG se conservait une dizaine de jours dans des conditions optimales : au froid et dans le noir. La nouvelle méthode permet dès lors de conserver et de distribuer le vaccin beaucoup plus facilement.

Dans les années qui suivent, les travaux de l'équipe d'Armand Frappier se multiplient. Des vaccins contre la poliomyélite, la coqueluche, la rubéole, la rougeole, la grippe et la rage voient le jour. En 1965, les installations du mont Royal sont devenues trop exiguës pour répondre à la demande, et le centre emménage dans ses locaux actuels de Laval-des-Rapides. Devenu l'Institut Armand-Frappier en 1975, puis l'INRS-Institut Armand-Frappier en 1998, ce centre de recherche, d'enseignement et de production est toujours un lieu d'apprentissage pour les nouvelles générations de scientifiques. « Le rêve du docteur Frappier était de bâtir un centre sur le même modèle que l'Institut Pasteur où toutes les composantes (recherche, enseignement, production) seraient rassemblées », explique le docteur Trudel. Or, en 1988, le ministre de l'Enseignement supérieur et des Sciences, Claude Ryan, estime qu'une institution d'enseignement ne doit pas entretenir d'activités commerciales. La production de vaccins et de sérums à l'Institut cesse en 1989. Le rêve s'évanouit un peu...

Le rêve d'Armand Frappier



Le docteur Armand Frappier dans son laboratoire de recherche en 1935.

que Louis Pasteur, en 1880, ne réussisse à immuniser des poules contre le choléra de la même façon. Le Français renouvela l'exploit en 1885 en vaccinant un garçon de neuf ans contre la rage.

C'est justement du prestigieux Institut Pasteur, à Paris, qu'Armand Frappier ramène à Montréal, en 1933, le bacille Calmette-Guérin (BCG). Grâce à cette bactérie, ce médecin, professeur au département de bactériologie de l'Université de Montréal, a fait du Canada le premier pays (après la France) à fabriquer le vaccin contre la tuberculose. Dans des laboratoires précaires, son équipe produit aussi des vaccins contre la variole, le tétanos et la diphtérie.

En 1938, Armand Frappier obtient une subvention de 80 000 dollars du gouvernement

étages qui mènent à leurs laboratoires, traînant avec eux tout leur matériel et même les génisses qui servent à la production des sérums!

Pendant la guerre, l'Institut met l'épaule à la roue en produisant des vaccins adaptés aux besoins des adultes enrôlés dans l'armée. Les chercheurs s'associent aussi avec les ministères de la Santé et de la Défense nationale, ainsi qu'avec la Croix-Rouge, pour mettre au point un sérum humain lyophilisé et expédié sur les champs de bataille où il sert aux transfusions sanguines. Le sang récolté dans des collectes est séparé pour n'en garder que le plasma. Il est ensuite congelé, puis desséché. Ce produit peut être administré à n'importe quel blessé, peu im-

La montée de veaux dans les laboratoires de l'Institut Armand-Frappier à l'Université de Montréal vers 1941.



chronos

vient ainsi le centre de l'industrie pharmaceutique canadienne. Les Européens emboîtent le pas : Squibb, Merck, Poulenc, Laroche et Bristol s'établissent aussi au Québec dans les décennies suivantes.

Le boom inspire des entrepreneurs locaux. Ils fondent entre autres compagnies Evans & Sons, Lyman Knox, Frosst, Ayerst, McKenna & Harrison, Wyeth Horner, les Laboratoires Désautels, Rougier Frères et les Laboratoires Nadeau. Ces fabriques avaient toutefois un rendement limité. Ce n'est qu'avec les conflits mondiaux – qui empêchent l'importation de produits pharmaceutiques fabriqués en Europe – que l'industrie locale va croître de façon exponentielle. De 1910 à 1949, on passe ainsi de 17 entreprises québécoises de préparations médicinales à 25 à la fin de 1910, à 45 en 1919, puis 95 en 1949. Cette croissance est à peine freinée par la crise de l'entre-deux-guerres. Parmi tous ces établissements, 76 sont situés dans la région de Montréal. Le Québec fabrique alors 40 % des produits pharmaceutiques manufacturés au Canada.

Les fusions, rachats et faillites ont ensuite façonné l'image de l'industrie. Elle regroupait 185 entreprises en 1995, contre 154 en 2001. Aujourd'hui, au Québec, une vingtaine d'entre elles sont spécialisées dans la fabrication de produits pharmaceutiques génériques. À celles-ci s'ajoutent une dizaine de compagnies qui fabriquent sur place leurs propres produits brevetés.

Au milieu du XX^e siècle, l'industrie pharmaceutique québécoise s'occupait surtout de production. Même les compagnies étrangères se concentraient surtout sur la fabrication de produits développés dans leurs centres européens ou américains. Encore aujourd'hui, la forme des produits préparés est peu diversifiée. Un phénomène que Jean-Christophe Leroux, professeur à la faculté de pharmacie de l'Université de Montréal, explique par l'origine de la profession pharmaceutique. « En Europe, elle est issue du monde médical. Très tôt dans l'histoire, on s'est soucie d'administrer les médicaments sous différentes formes. Pour cette raison, on retrouve en Europe beaucoup plus de formes médicamenteuses telles les suppositoires, les comprimés effervescents, les gélules, etc. En revanche, au Canada, la pharmacie est plutôt née du commerce. » Ce manque de connaissances



1868

La Montreal Chemist Association, créée un an plus tôt, fonde le Montreal College of Pharmacy, premier établissement d'enseignement de la pharmacie au Québec. Une vingtaine d'étudiants s'inscrivent chaque année pour parfaire leur formation le soir alors qu'ils travaillent déjà, dans bien des cas, dans des pharmacies. Les étudiants francophones réclameront bientôt des cours dans leur langue maternelle, mais il leur faudra attendre jusqu'en 1906 pour assister à l'inauguration de l'École de pharmacie Laval à Montréal. À Québec, l'Université Laval accueillait depuis 1860 des étudiants désireux de parfaire leur formation pharmaceutique.

1910

Sir Henry Hallett Dale, des Wellcome Physiological Research Laboratories de Londres, prépare l'histamine à partir de l'histidine. Ses recherches conduiront, en 1943, à la synthèse des premiers antihistaminiques utilisés dans le traitement des allergies.

1922

À Toronto, Frederick Grant Banting et Charles Herbert Best isolent l'insuline. Utilisée pour contrôler le diabète, la substance représente une avancée prodigieuse en hormonothérapie. Elle sera produite de façon industrielle par les laboratoires Connaught, en Ontario.

1932

Un sulfamide, la sulfamidochrysoïdine, permet de guérir pour la première fois une septicémie à staphylocoques. Les sulfamides serviront d'antiseptiques pendant la Deuxième Guerre mondiale, et ce n'est qu'en 1941 que la découverte d'Alexander Fleming, la pénicilline, les remplacera progressivement. Cette application de la bactériologie n'est pourtant pas aussi jeune qu'on pourrait le croire. John Parkins préconisait déjà, en 1640, une pommade à base de moisissures recueillies dans les ossuaires sur les crânes de criminels décapités !

1949

L'Australien John Cade provoque une percée importante en psychiatrie en préconisant l'utilisation de carbonate de lithium dans le traitement des psychoses maniaco-dépressives. C'est la première fois qu'on démontre l'efficacité d'un médicament dans le traitement d'une maladie mentale.

IT STOPS THE PAIN!

DR. SHELDON'S MAGNETIC LINIMENT

Cures Rheumatism—Lame Back—Toothache—
Nervalgia—Headache—Sore Throat—Quincy—
Pleurisy—Sciatica—Stiff Neck—Sprains—
Always all Inflammation—Etc., Etc.

1952

La synthèse totale de la cortisone est réussie. Isolé dans les années 1940 par l'équipe du Polonais Taddeus Reichstein, ce corticoïde a depuis soulagé, entre autres, des millions de personnes souffrant de rhumatismes.

1959

L'invention de Gregory Pincus est commercialisée aux États-Unis sous le nom d'Enovid : la « pilule » est née.

1989

À l'Institut Armand-Frappier, des chercheurs découvrent ce qui deviendra le 3TC. Commercialisé par la compagnie Biochem Pharma, c'est aujourd'hui le médicament le plus utilisé dans le traitement du sida.



> Patrimoine industriel

sur la manière de faire les médicaments expliquerait que les tablettes de nos pharmacies soient aujourd'hui remplies de pilules...

En juillet 1969, le pharmacien André Lamonde donnait une idée de ce manque de variété dans le mensuel *Le pharmacien* : « Il se manifeste depuis une vingtaine d'années une tendance irréversible à manufacturer des formes médicamenteuses qui corrigent cette vieille conception populaire tenace qu'un médicament devrait foncièrement avoir mauvais goût, être fade ou insipide selon le cas. » Un contexte qui avait favorisé l'avènement sur le marché des comprimés croquables. Selon lui, ces produits « correspondaient à des besoins psychologiques et physiques précis » et permettaient « l'administration de médicaments aux enfants et aux personnes âgées, deux catégories dont la répugnance à ingurgiter toute forme solide est proverbiale ».

La compagnie française Upsa a constaté l'importance des traditions quant elle a essayé, il y a une dizaine d'années, d'introduire au Canada un de ses produits les plus populaires en Europe, l'aspirine ef-



Moule à pilules, XIX^e siècle

fervescente dont le comprimé se dissout lentement dans l'eau, évitant d'avoir à l'avaler tout rond. Deux ans plus tard, la compagnie a dû se rendre à l'évidence : les Canadiens n'en voulaient pas.

« Au Québec, on a fait ce qu'il y avait de plus simple, explique Jean-Christophe Leroux, en se souciant peu d'optimiser l'efficacité d'un médicament ou sa facilité d'utilisation selon la forme choisie. » Cela dit, depuis un quart de siècle, plusieurs compagnies se consacrent à

améliorer l'efficacité des médicaments en travaillant non pas sur le composé actif qu'ils contiennent, mais sur leur formulation. On cherche par exemple à prolonger la libération du produit une fois qu'il est arrivé dans le système digestif. Ainsi, une membrane peut ralentir la diffusion du principe actif dans l'estomac ou l'intestin. Un autre procédé, développé il y a une quinzaine d'années, permet le même type de résultat. On l'a baptisé la « pompe osmotique ». Le comprimé, une fois dans l'organisme, se gorge d'eau. La pression exercée par ce gonflement permet au médicament de s'échapper.

Dans le futur, la pharmacogénétique pourrait à son tour influencer le contenu de nos armoires à pharmacie. Cette discipline, issue de la recherche génétique, s'applique à évaluer l'influence de notre code génétique sur nos réactions à tel ou tel médicament. Elle permet d'expliquer pourquoi une pilule donnée est efficace chez un individu alors qu'elle est toxique pour une autre personne. Il faudra peut-être un jour présenter une carte génétique à la pharmacie... **CS**

DENIS ROSS/ARCHIVES RELIGIEUSES HOSPITALIÈRES DE SAINT-JOSEPH

ANDRÉ HADE
Préface de Pierre Dansereau
NOS LACS
les connaître pour mieux les protéger

ANDRÉ HADE
NOS LACS
Les connaître pour mieux les protéger
Préface de Pierre Dansereau

Pour comprendre le fonctionnement des lacs, pour savoir comment préserver leur qualité et corriger certaines situations fâcheuses, ce livre s'adresse à tous ceux qui aiment les lacs et s'intéressent à leur protection ou qui en assument la gestion.

360 pages • 24,95 \$

Des trésors à conserver

F
FIDES



La guerre des pourriels

Les pourriels – ou *spam* – se multiplient à un rythme affolant. Ils n'ont pas fini de nous embêter...

De petits désagréments anodins et même vaguement rigolos, ils sont devenus le nouveau fléau du Net. Pour l'internaute moyen, les pourriels – ou *spam* en dialecte internaute (voir *CyberJargon*) – représentent surtout une perte de temps lorsqu'il faut télécharger, trier et éliminer ces inutiles messages toujours plus nombreux.

À l'échelle du Net, leur nocivité est telle qu'ils commencent à rivaliser avec les virus informatiques. Selon une étude de la Commission européenne (1), l'ensemble des internautes paient à leur insu 15 milliards de dollars par an en coûts de connexion pour recevoir des pourriels. Dans les grandes organisations, où des centaines de comptes de courriel sont touchés, leur gestion est devenue un élément critique. À cause des coûts associés au temps perdu par les employés à trier leur courrier, bien sûr, mais surtout pour les risques de panne et de pertes de données qu'ils peuvent provoquer en saturant serveurs et réseaux.

Devant l'ampleur du fléau, des entreprises disposent désormais d'équipes spéciales « anti-spam », et des sociétés entièrement consacrées à l'éradication des pourriels ont vu le jour. Et leur avenir semble florissant ! Selon Brightmail (2), la société la plus connue de ce nouveau secteur, la croissance du pourriel a été de 340 % entre septembre 2001 et juin 2002, alors que celle du courriel n'était que de 87 %. Le pourriel représenterait entre 20 % et 50 % du trafic de certains fournisseurs d'accès Internet !

La menace n'est donc pas prête de se



résorber. D'autant moins que nuire ainsi à des millions d'internautes est quasiment gratuit et d'une grande simplicité. Grâce à des logiciels de collecte – ou *spam spiders* –, les « spammeurs » ratissent sites Web et forums de discussion et en extraient des adresses pour alimenter leurs listes d'envoi. Il existe aussi des générateurs d'adresses qui en produisent à la louche, permettant ainsi de les « deviner » ; y compris celles qui sont jalousement gardées secrètes par leurs propriétaires. Et pour une centaine de dollars, on peut désormais se procurer des cédéroms renfermant des millions d'adresses.

L'envoi est également très économique. Pour ne pas payer eux-mêmes la bande passante nécessaire, les spammeurs

envoient leurs messages par l'intermédiaire de serveurs de messageries gratuites ou exploitent des serveurs mal protégés agissant comme « relais ouverts ». Certains spammeurs particulièrement actifs sont ainsi en mesure d'inonder le Net au rythme de 100 millions de pourriels par jour ! Et en riposte aux services de filtrage (voir encadré), ils augmentent constamment le débit...

Au-delà du peu de difficultés qu'ils rencontrent, la plus grande motivation des spammeurs, c'est que ça marche. Par exemple, en janvier 2001, deux spammeurs américains étaient condamnés à deux ans de prison et 150 000 dollars d'amende pour avoir monté une arnaque promettant aux destinataires d'obtenir un travail à domicile en payant 35 dollars américains pour les « frais d'inscription ». Ils avaient envoyé 50 millions de copies de leur offre. Douze mille personnes sont tombées dans le panneau, et les deux lascars empochèrent 630 000 dollars. Bref, en misant sur les probabilités et la naïveté de son prochain, il est, hélas, facile de faire fortune sur le Net.

Peut-on penser venir à bout du fléau ? Il y a, bien sûr, la législation. Aux États-Unis, une vingtaine d'États ont déjà voté des lois pour tenter de limiter le pourriel. Une loi fédérale doit aussi être mise en place pour punir les auteurs d'arnaque par courriel. Simplement falsifier l'origine d'un message pourrait ainsi être puni d'une amende de 750 000 dollars ! De l'autre côté de l'Atlantique, dès l'an

prochain, l'Union européenne obligera les sociétés de marketing par Internet à se conformer au principe de l'*opt-in*, c'est-à-dire que les destinataires des messages devront avoir consenti à être inclus sur une liste de diffusion – plutôt que d'être inscrits à leur insu et se voir donner le « choix » de se désabonner (*opt-out*).

Cependant, même si quelques pays ont décidé de montrer plus de sévérité, cela ne risque pour l'instant que de déplacer le problème. Selon diverses organisations anti-spam [(3), (4), (5)], plus de la moitié des pourriels du globe proviendraient d'une centaine de gros opérateurs agissant par l'intermédiaire de serveurs chinois, taiwanais et coréens. Des sociétés américaines et des fournisseurs d'accès ont même décidé de bannir tout courrier en provenance de serveurs asiatiques – une décision qui a créé quelques tensions diplomatiques, les autorités chinoises protestant contre la « discrimination géographique » faite à leur égard.

Une solution technique alors ? Certaines entreprises ont rendu obligatoire l'usage de la signature électronique. Chaque courriel doit être accompagné d'un certificat provenant d'un organisme autorisé et identifiant l'auteur du message. Cette solution est toutefois difficile à appliquer à l'échelle du Net, puisqu'elle rend impossible l'envoi de messages anonymes – ce qui a son utilité, notamment lorsqu'on habite un pays où la liberté d'expression est battue en brèche – et ajoute une certaine complexité dans l'emploi du courriel. On peut aussi imaginer un système de facturation des courriels envoyés à des destinataires que l'on ne connaît pas. Mais, en plus d'être contraire à la culture du Net, ce scénario supposerait de rebâtir en bonne partie l'infrastructure et le fonctionnement d'Internet.

« Les futurs protocoles, comme IPv6 (NDLR : nouvelle version du langage permettant les communications sur le Net), offriront déjà de meilleures possibilités de contrôle et de sécurité, dit Jacques Viau, chef de la sécurité au CRIM (6). D'autres technologies pourraient aussi être envisagées, mais l'implantation est difficile en raison des coûts que cela représente à l'échelle du réseau. Et, on le voit avec les virus informatiques, aucune technologie n'est infaillible. Il faudra sans doute changer la culture d'Internet, en instaurant un code d'éthique plus

sévère avec la possibilité de sanctionner ceux qui abusent. Cela demande un mouvement d'ensemble de tous les acteurs du Net au niveau international – ce qui n'est vraiment pas simple ! » **CS**

» CyberRessources

(1) Commission européenne
europa.eu.int/comm/internal_market/fr/dataprot/studies/spam.htm

(2) Brightmail
www.brightmail.com

(3) Spamhaus
www.spamhaus.org

(4) Coalition Against Unsolicited Commercial Email
www.cauce.org

(5) Collectif anti-spam
www.caspam.org

(6) Centre de recherche informatique de Montréal
www.crim.ca

CyberJargon

Spam : le terme tire son origine du produit carné du même nom vendu en conserve et que l'on dit comestible. Selon le folklore du Net, son usage pour désigner des messages indigestes proviendrait d'un sketch du groupe d'humoristes anglais Monty Python. Celui-ci mettait en scène un couple voulant commander dans un restaurant, mais constamment interrompu par un chœur de Vikings chantant : « Spam ! Lovely spam ! » Le terme a d'abord été employé dans les forums de discussion pour désigner les messages hors propos ou redondants, avant de désigner les courriels indésirables. En français, on suggère « pourriel », élégante contraction de poubelle et courriel, ou « pollupostage ».

Quelques conseils pour combattre le pourriel

> **Éviter de divulguer votre adresse**, que ce soit dans un forum de discussion ou sur votre site Web. Les spammeurs auront tôt fait de la dénicher. Si nécessaire, utilisez une adresse temporaire que vous pourrez détruire par la suite.

> Avant de remplir un formulaire en ligne, **lisez attentivement la politique du site concernant la confidentialité de votre adresse**. Une mention du genre « Notre politique peut changer ultérieurement. » signifie habituellement que l'on ne se gênera pas pour vendre votre adresse au plus offrant.

> **Éviter d'utiliser une adresse trop facile à deviner**, comme bob@monserveur.ca. Avec leurs générateurs d'adresses, les spammeurs la découvriront en un rien de temps.

> **Ne répondez jamais à un spammeur, même si c'est pour demander d'être retiré de sa liste d'envoi**. Vous confirmerez ainsi que votre adresse est

valide... et accroîtrez la quantité de pourriels à venir.

> Même si vous êtes superstitieux, **ne répondez jamais aux chaînes de lettres**. Souvent lancées par les spammeurs eux-mêmes, elles leur offrent un lot d'adresses fraîches lorsqu'une copie revient en leur possession.

> Malgré ces précautions, des pourriels envahissent votre boîte aux lettres ? Il faut alors « filtrer ». **La plupart des logiciels de courriel permettent d'établir des règles pour filtrer les messages reçus**. Définissez-les pour bloquer les adresses des spammeurs à répétition ou, encore mieux, selon les mots clés qu'ils affectionnent, tels *mortgage*, *viagra*, etc. Plutôt que les détruire, envoyez les messages suspects dans un répertoire spécifique où vous pourrez aller faire le tri et vous assurer qu'il n'y a pas de « faux positifs », c'est-à-dire des messages légitimes accidentellement passés à la trappe.

> Pour plus d'efficacité, **procurez-vous un logiciel anti-spam**, comme *Spam Buster*, *MailWasher* ou *Kill the Spams*. Comme les antivirus, l'éditeur du logiciel se charge de mettre à jour les règles afin d'éliminer les nouvelles souches de pourriels dès qu'elles apparaissent.

> Pour éliminer le pourriel avant qu'il arrive dans votre boîte aux lettres, **abonnez-vous à un service de filtrage**, comme SpamCop ou MailShell. **Ou optez pour un fournisseur d'accès Internet offrant ce service à ses abonnés**. Renseignez-vous tout de même sur le taux de « faux positifs » du service considéré.

SpamBuster
www.contactplus.com/products/spam/

MailWasher
www.mailwasher.net

Kill the Spams
www.zipstore.com

SpamCop
www.spamcop.net

MailShell
www.mailshell.com

UN HORIZON SCIENTIFIQUE SANS FRONTIÈRES

Québec **Science** www.cybersciences.com



Suivez toute l'actualité : santé publique et médecine, écologie, génie et technologie, nanotechnologies, astronomie, archéologie. Les Découvertes de l'année.

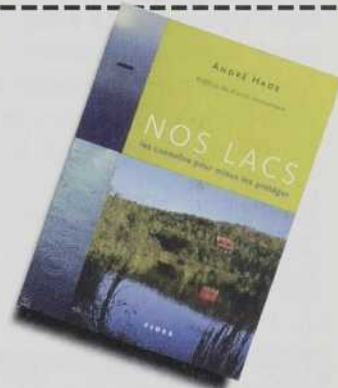
Lisez les opinions de grands scientifiques et de personnalités sur la génétique, l'histoire de l'humanité, le SIDA, les OGM, l'éthique, le Ritalin.



gratuits avec votre abonnement, les prochains guides de la collection Québec Science pratique.

Offre spéciale*

> Abonnez-vous pour trois ans et obtenez gratuitement le magnifique ouvrage publié par Éditions Fides « Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger » de M. André Hade, professeur de chimie à l'Université du Québec à Montréal. Une valeur de 24,95 \$!



- 1 an (10 numéros) 41,35 \$
- 2 ans 71,25 \$
- 3 ans 98,87 \$*

Taxes incluses, tarifs valables au Canada seulement jusqu'au 15 janvier 2003. Tout abonnement souscrit dès maintenant est admissible à la prochaine promotion.

Détachez et expédiez à Québec Science
Service des abonnements : 525, rue Louis-Pasteur,
Boucherville (Québec) J4B 8E7

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

ou télécopiez au :
(514) 523-4444

ou par Internet :
www.cybersciences.com/abonnement

Nom _____

Adresse _____

app.

ville _____

code postal _____

téléphone _____

courriel _____

Chèque

Visa

MasterCard

Facturez-moi

Chèque à l'ordre de Québec Science

N° de carte _____

Date d'expiration _____ / _____

Signature _____

05-11-02

*Valable jusqu'à épuisement des stocks de Québec Science de cet ouvrage

Veste valise

Une soif qui hurle son besoin d'être étanchée ? Un appel qui ne peut attendre ? Une envie soudaine de se déhancher sur de la musique techno ? Un paysage



qu'il faut à tout prix immortaliser ? Pour ça, les femmes ont depuis longtemps domestiqué le sac à main rempli à craquer. Mais, en un coup de fermeture éclair, ces messieurs peuvent dorénavant eux aussi accéder à la bouteille d'eau, au téléphone cellulaire, au lecteur CD, à l'appareil photo ou n'importe quel objet « indispensable » pouvant loger dans l'une ou l'autre des 15 poches de la Scott e Vest. Oui, oui, QUINZE poches ! De quoi dérouter les pickpockets...
www.scottevest.com

Sans fil, mais ultrabranché...

On en rêvait sans doute depuis les premières cavernes poussiéreuses, mais ce sont les Suédois et les Suisses qui en profiteront d'abord. Le premier aspirateur entièrement autonome se promène en effet déjà dans quelques salons là-bas, puis devrait ensuite conquérir les Français et, espère-t-on, les Nord-Américains. Fabriqué par Electrolux, le Trilobite est pourvu d'un capteur à ultrasons lui permettant d'éviter les obstacles, ainsi que d'un ordinateur planifiant chacun de ses déplacements. Et si tout le dépoussiérage n'est pas accompli en 60 minutes (la durée d'autonomie de sa batterie), il se rend lui-même à son chargeur et se refait des forces en deux heures. On l'attend de pied ferme... et on souhaite que son prix (2 400 dollars environ) baisse un peu.

<http://trilobite.electrolux.se/>

**Poisson téléguidé**

Le professeur Jens G. Balchen, de l'université de Trondheim, en Norvège, consacre son savoir et ses énergies à concevoir un système permettant de contrôler les poissons à distance. Il veut créer d'authentiques poissons en chair et en arêtes téléguidés !

Il a tenté sa chance avec la morue, mais il est vite tombé sur un « os » : têtue et capricieuse, elle se réfugiait au fond de l'eau sans bouger et levait le nez sur la nourriture toute prête qu'il lui offrait. Les essais avec le saumon se sont eux aussi avérés décevants. Puis, vint le colin... Ce poisson ne supporte pas d'être touché. Excellent : c'est même là le principe qu'exploite Jens G. Balchen. En installant de petites ailettes motorisées sur les parties les plus sensibles de l'animal, il peut contrôler ses allées et venues simplement en les activant au moyen d'ultrasons. Un petit coup sur la droite et hop, le poisson dévie vers la gauche...

Les déplacements verticaux, eux, sont un peu plus complexes : il faut agir directement sur le système nerveux du colin en lui fournissant des informations erronées concernant la profondeur à laquelle il se situe. Mais le professeur Balchen assure qu'il détient la solution et s'apprête même à breveter sa méthode.

Tout ça pourquoi ? Comme leurs confrères mécanisés, les vrais poissons télécommandés pourraient inspecter les pipelines sous-marins, rassembler des bancs que l'on souhaite pêcher ou même trimballer une minicamera pour filmer des images aquatiques. Mais leur a-t-on demandé leur avis ?

Science**À lire en novembre****La revanche des guérisseurs ?**

Le yoga pour les asthmatiques, le tai pour les personnes âgées, l'acupuncture contre la douleur... Le recours aux médecines douces intéresse au plus haut point l'Organisation mondiale de la santé. Un revirement pour l'auguste institution qui n'a longtemps juré que par la médecine « à l'occidentale ».
par Fabien Gruhier

Patrimoine industriel (17^e partie)

Richesse des profondeurs

L'or, l'amiante, l'argent, le cuivre et le fer ont littéralement galvanisé le développement de plusieurs régions du Québec. Leur histoire est une épopée mais qu'en reste-t-il aujourd'hui ?

par Joël Leblanc

La filière du maïs

L'industrie du porc est mise à l'index. On sait moins que son activité est étroitement liée à celle de la culture du maïs. Parce que les cochons se nourrissent de blé d'Inde. Mais surtout parce que c'est la seule céréale qui pousse bien dans des champs recouverts de lisier... Enquête.

par Mathieu-Robert Sauvé



Décadences culinaires

Rien ne se perd, tout se transforme...

Dans le grand cycle de la vie où nous passons, manger est essentiel, car la nourriture nous fournit de l'énergie. Le problème, c'est la compétition : celle de fiston qui mange tout le gâteau au chocolat sans rien laisser; celle d'innombrables microbes qui tentent sans vergogne de s'approprier le pain durement gagné à la sueur de notre front; celle de réactions chimiques pernicieuses qui transforment nos aliments dans le mauvais sens.

Dans le genre microbe antipathique, il y a *Escherichia coli*, bien sûr, mais aussi *Clostridium botulinum*. Cette bactérie anaérobie qui produit la célèbre toxine botulique peut être domicile dans les conserves mal stérilisées ou mal protégées. « Botulisme » vient du latin *botulus*, qui signifie « boudin », parce que les premiers cas clairement identifiés, au XIX^e siècle, étaient dus à des saucisses contaminées.

La toxine botulique, qui est en fait un mélange de plusieurs substances, inactive des protéines intervenant dans la libération d'acétylcholine. Ce neurotransmetteur est impliqué dans la circulation de l'influx nerveux vers les muscles. La toxine a donc un effet paralysant, qui va de la paralysie oculaire (difficulté à voir nettement, vision double) à celle des muscles respiratoires. D'ailleurs, on l'utilise en dermatologie pour atténuer les rides causées par la contraction de petits muscles, et en ophtalmologie pour éliminer les spasmes des paupières ou corriger le strabisme. « En bloquant l'action de certains muscles, on peut



rééquilibrer la coordination musculaire et l'orientation de l'œil, explique Patrick Hamel, ophtalmologiste à l'hôpital Sainte-Justine, à Montréal. Mais l'effet de la toxine ne dure que quelques mois; il faut refaire d'autres injections. Il existe des solutions plus durables. »

Est-il vrai que *Clostridium botulinum* hante les boîtes de conserve bosselées que nos épiciers laissent obligeamment sur leurs étalages ? « C'est possible si un choc a forcé le serti qui assure l'étanchéité de la boîte, répond Pierre Gélinas, microbiologiste au Centre de recherche et de développement sur les aliments de Saint-Hyacinthe. Une boîte bosselée uniquement sur le côté n'est pas dangereuse. Le contenu des conserves commerciales, qui a été chauffé à 120 °C lors de la fabrication, est vraiment stérile et le reste durant des années si la boîte est étanche. »

Si le serti est endommagé, des bac-

téries, inoffensives pour la plupart, peuvent pénétrer dans la boîte. Notons que la plupart des intoxications alimentaires dans ce domaine, y compris les intoxications botuliques, se produisent avec des conserves domestiques mal stérilisées. Au Québec, la Direction générale de la santé publique a recensé 17 cas de botulisme au cours des 4 dernières années, tous survenus dans le nord du Québec où les autochtones consomment souvent des aliments fermentés de façon traditionnelle, sans cuisson.

Les fruits et légumes frais subissent aussi diverses dégradations. Laitue rouillée, bananes brunies, oignons pourris à l'intérieur, brocolis jaunis, etc. « Ces produits sont toujours vivants, ils respirent... et vieillissent », dit François Castaigne, directeur du département des sciences des aliments à l'Université Laval. Inexorable destin.

« Dans le brocoli qui vieillit, les cellules meurent et la chlorophylle se dégrade, ce qui laisse apparaître les pigments de couleur jaune », explique Joseph Arul, spécialiste de la conservation des fruits et légumes à l'Université Laval. C'est la même chose qui se passe quand les feuilles jaunissent à l'automne !

La laitue qui « rouille » et la banane dont la pelure noircit, subissent un processus analogue au brunissement des pommes coupées. Des enzymes appelées polyphénoloxydases, normalement contenues dans les compartiments des cellules, se retrouvent dans le milieu cellulaire quand les membranes se dégradent et laissent échapper leur contenu. En présence

la dimension cachée

d'oxygène, ces enzymes réagissent avec des composés appelés phénols et forment de nouvelles substances de couleur foncée. Je connais des gens qui déchiquettent leur laitue à la main pour éviter que « le fer du couteau ne fasse rouiller la laitue. »

De nombreux fruits et légumes résistent mal au froid. « Si la température est trop basse, la fluidité des membranes cellulaires de certains fruits et légumes diminue. Ceci altère leurs propriétés ainsi que des protéines, enzymes et récepteurs situés au sein des membranes, avec pour résultat que le produit se dégrade plus vite. Ce processus est à la source du brunissement accéléré de la pelure des bananes mises au réfrigérateur et peut causer la « pourriture » interne de l'oignon. »

La plupart des fruits tropicaux sont sensibles au froid parce que la composition lipidique de leurs membranes est différente de celle des fruits des régions tempérées. Idéalement, on ne devrait donc pas garder les avocats, les mangues et même les tomates au réfrigérateur, mais plutôt les conserver à une température variant entre 10 °C et 15 °C. Pas facile, à moins d'avoir une chambre froide !

Les aliments qui contiennent du gras, comme le beurre ou la margarine, les craquelins et les céréales, vieillissent eux aussi. Dès que le sac ou que le pot est ouvert, son contenu est exposé à l'air. L'oxygène peut remplacer un atome d'hydrogène d'un lipide et, en se liant à un atome de carbone, engendrer un peroxyde de ce lipide. La molécule contient alors deux atomes d'oxygène liés entre eux et à d'autres atomes, comme dans le peroxyde d'hydrogène (HOOH).

Le peroxyde, instable, se décompose en d'autres molécules souvent volatiles, qui donnent une odeur et un goût désagréables : l'aliment rancit. Ces réactions sont accélérées par la lumière et la chaleur.

Pour éviter une telle oxydation, plusieurs aliments riches en gras sont additionnés... d'antioxydants (logique), comme l'hydroxytoluène butylé (BHT), l'hydroxyanisole butylé (BHA) et le tocophérol (vitamine E). Ces molécules s'oxydent plus facilement que les lipides, et leur présence limite donc l'oxydation des gras. Le tocophérol est présent dans les huiles végétales, ce qui limite naturellement leur oxydation.

Même les petites gâteries ne sont pas à l'abri du vieillissement. Les biscuits contiennent du sucre qui se lie facilement à l'eau. Un biscuit mal emballé absorbe l'humidité de l'air (il s'alourdit !), s'amollit et devient moins croustillant. Le chocolat, lui, peut se parsemer de taches blanchâtres si on le garde trop longtemps, surtout s'il subit des variations de température. C'est parce que le beurre de cacao contenu dans le chocolat se liquéfie, se diffuse progressivement vers la surface et recristallise. Cela affecte l'aspect, mais heureusement pas la saveur, du chocolat.

Tous ces problèmes seraient réglés si on pouvait faire comme certains serpents et vivre sur nos réserves après avoir mangé d'un coup toute l'épicerie de la semaine ! **CS**

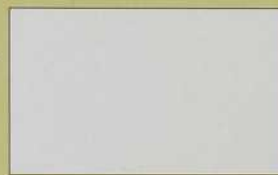
par Jean-Marie Labrie



Jeux

134 Rectangle découpé

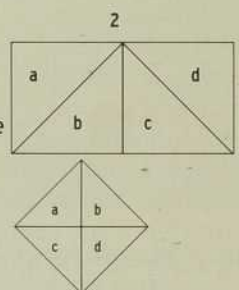
Les côtés d'une feuille rectangulaire mesurent respectivement 36 cm et 16 cm. Découper cette feuille en deux morceaux isométriques de façon à refaire à l'aide de ces deux morceaux une feuille de forme carrée.



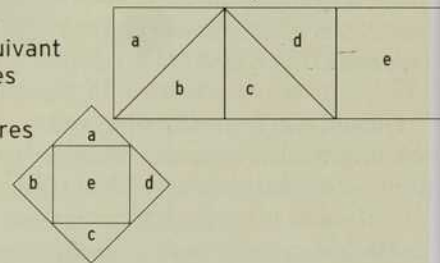
Solutions

#131 La quadrature du rectangle

Solutions suggérées : 1^{er} cas : soit le papier rectangulaire (1X2) suivant découpé en 4 triangles congrus, on découpe les figures triangulaires et on les dispose de la façon suivante :



2^e cas : soit le papier rectangulaire (1X3) suivant découpé en 4 triangles congrus et un carré. on découpe les 5 figures et on les dispose de la façon suivante :



#132 Utilisation des nombres carrés

Solution suggérée :

- 1) $95 \times 155 = 95 \times (95 + 60) = 95^2 + 95 \times 60$
- 2) $95 \times 60 = 60 \times (60 + 35) = 60^2 + 60 \times 35$
- 3) $60 \times 35 = 35 \times (35 + 25) = 35^2 + 35 \times 25$
- 4) $35 \times 25 = 25 \times (25 + 10) = 25^2 + 25 \times 10$
- 5) $25 \times 10 = 10 \times (10 + 15) = 10^2 + 10 \times 15$
- 6) $10 \times 15 = 10 \times (10 + 5) = 10^2 + 10 \times 5$
- 7) $10 \times 5 = 5 \times (5 + 5) = 5^2 + 5^2$

Donc, on peut écrire 95×155 comme une somme des 8 nombres cs

#133

Une partition unique !

Solution suggérée :

1	6	7	3	2	4	5
2	4	6	5	1	3	7
3	2	5	7	4	6	1
4	5	1	6	7	2	3
5	7	2	4	3	1	6
6	1	3	2	5	7	4
7	3	4	1	6	5	2

Niveaux

■ débutant

★ intermédiaire

⚗ expert



Biodôme : 10 millions de visiteurs

par Marie-Pier Elie

« Ça serait le fun qu'il y ait encore plus d'animaux... » Le verdict de Camille, six ans, est sans appel. Oui, elle a aimé sa visite au Biodôme. Mais s'il n'en tenait qu'à elle, pour son dixième anniversaire, elle offrirait à l'institution encore plus de perroquets, de singes, de castors, et de porcs-épics... « et des éléphants, et des girafes, et des ours... mais pas de loups. Trop méchants ! »

Pourtant, les animaux n'étaient pas la priorité lors de l'ouverture du Biodôme, en 1992, et ils ne le sont toujours pas aujourd'hui. On les adore, on les chouchoute, on améliore leurs habitats, mais on ne tient pas plus que ça à les multiplier pour combler les petites Camille de ce monde. « Ici, les vedettes sont les écosystèmes, pas les animaux ! Dès le départ, on a tout bâti en fonction des végétaux, en créant d'abord l'environnement, puis en y intégrant les bêtes », explique Jean-Pierre Doyon, directeur de cette « maison de la vie » (*bios* : vie; *domos* : maison).

Un choix qui s'avère plus judicieux que jamais, en ce dixième anniversaire, selon lui. « Avec le temps, souvent, un exhibit se détériore à cause de la prédominance des animaux, et il faut consacrer énormément d'énergie à réaménager. » Il n'empêche que faire pousser des palmiers et voler des perroquets dans un ancien vélodrome, ça demande pas mal d'entretien... et une bonne dose d'ingénierie !

Ainsi, sous les pieds des touristes, plus de quatre millions de litres d'eau circulent dans un vaste enchevêtrement de

tuyaux afin d'alimenter le Saint-Laurent marin, irriguer les sols et faire grimper l'indice humidex de la forêt tropicale. Chaque jour, 4 212 animaux doivent trouver de quoi manger (heureusement, il y en a de plus frugaux que d'autres...). Et il faut fournir un éclairage adéquat à toute cette verdure avide de lumière. Dans la forêt tropicale, il fait « soleil » de 11 à 13 heures par jour. La forêt laurentienne reproduit même fidèlement le cycle des saisons. Coût total annuel de la facture d'élec-

Monet qui n'a rien à voir avec la réalité, mais dans laquelle on a néanmoins le sentiment de se retrouver... »

Et comme tous les grands artistes, ceux qui ont esquissé le Biodôme ont commis quelques erreurs de parcours... Jean-Pierre Doyon se remémore ces petits oiseaux mystérieusement disparus dans la forêt laurentienne. C'est alors qu'on a constaté que les lynx, bien qu'ils eurent toujours vécu en captivité, avaient conservé leurs instincts prédateurs. « Depuis, on a installé un filet au-dessus de leur habitat. » Il y a

aussi ce bel oiseau tropical qui a un jour malencontreusement atterri dans la bouche d'un caïman et les prolifiques tamarins pinchés qui se sont reproduits à qui mieux mieux malgré la pose d'implants prétendument contraceptifs... Même sous verre, la nature impose ses lois !

Cet automne, le Biodôme devrait accueillir son dix millionième visiteur. Pour intéresser à nouveau ces 10 millions de paires d'yeux, envisage-t-on la construction d'un cinquième écosystème dans les prochaines années ? « On

commence à étudier la faisabilité d'un tel projet », affirme Jean-Pierre Doyon. Les idées ne manquent pas : désert, marais, montagne... Il songe à un écosystème polyvalent, qu'on pourrait remplacer tous les 3, 5 ou 10 ans.

Pour l'instant, l'équipe du Biodôme se penche sur des questions purement techniques reliées à la filtration et la climatisation, bien avant l'élaboration du futur paysage de rêve. « On pourrait rester tel quel, mais ce serait une gageure risquée. Et on ne peut se permettre de la perdre. Moi, je veux que le Biodôme soit encore là dans 50 ans. » **QS**



tricité : 2 millions de dollars, environ !

Tout ça pour représenter le plus fidèlement possible quatre « portions de planète », quatre écosystèmes bien distincts : la forêt tropicale, la forêt laurentienne, le Saint-Laurent marin et le monde polaire. Évidemment, on parle de « représentation », et non pas de « reproduction », et Jean-Pierre Doyon insiste sur cette nuance. « On ne retrouvera jamais en nature exactement ce qu'on voit au Biodôme ! Dans un écosystème, on parvient à condenser différents stades de la nature en un seul tableau, un peu comme une œuvre de



Grigris de labos

Les scientifiques ne devraient pas être trop superstitieux. Enfin, touchons du bois pour qu'il en soit effectivement ainsi !...

Brigitte Gemme : Les scientifiques se sont dicté un certain nombre de règles et de normes à suivre afin d'assurer la qualité et la rigueur de leur travail. L'une d'entre elles, c'est le scepticisme organisé. Il s'agit d'une théorie selon laquelle les scientifiques ne devraient pas reconnaître de différence entre le sacré et le profane, refusant ainsi de mettre en veilleuse leur esprit critique devant des phénomènes impliquant la foi, par exemple. C'est ce qu'en disent les sociologues classiques. Moi, je les appelle les sociologues naïfs !

Bernard Arcand : La recherche scientifique exige, par définition, une plongée dans l'inconnu, avec l'espoir d'y trouver du nouveau. Tous les chercheurs dignes de ce nom, qui ne se satisfont pas de reproduire pour la centième fois les enquêtes de leurs ancêtres, savent que leur entreprise est incertaine. Découvrir, en science, est presque aussi improbable que de tirer le bon numéro à la loterie. La science est une aventure où la marge de réussite est mince et celle de l'insuccès pratiquement infinie.

BG Heureusement, on ne peut pas dire qu'il y ait beaucoup de pattes de lapin dans les laboratoires. On sait par contre que d'illustres savants ont participé à des séances de spiritisme, et pas toujours pour en dénoncer l'imposture ! Charles Richet, prix Nobel de médecine en 1913, était convaincu de l'existence des fantômes et jurait en avoir photographié. Plus récemment, un ancien professeur de l'université de Californie a fondé un réseau de soutien pour scientifiques ayant vécu des expériences transcendantes. Il recueille les témoignages de scientifiques ayant expérimenté des rêves prémonitoires, des perceptions extrasensorielles et des rencontres avec des dragons. Si les revues à potins s'intéressaient aux grands chercheurs d'aujourd'hui, on apprendrait peut-être que plusieurs d'entre eux visitent une voyante avant de soumettre un article pour publication !

MICHEL LAROSE

BA La superstition arrive à point et permet de surmonter les limites de l'interprétation scientifique. Elle répond à des questions incontournables mais franchement impossibles : d'où vient l'intuition ? pourquoi cette découverte aujourd'hui et non hier ? pourquoi lui et pas moi ? L'anthropologue Evans-Pritchard en avait fait un élément de preuve de la rationalité des peuples si souvent traités de « primitifs » et capables d'expliquer de

manière tout à fait logique comment, par exemple, le pied a heurté la pierre et provoqué la chute. Pour eux, la magie fournit le supplément nécessaire afin de comprendre aussi pourquoi l'accident s'est produit à cet endroit et à cet instant précis. Notre science, par contraste, ne peut offrir que des calculs de probabilité bien peu convaincants...



BG Quelques grands ont quand même tenté de dénoncer, sous le sceau de l'humour, la superstition de leurs collègues. Niels Bohr, par exemple, relatait avoir vu un fer à cheval cloué au-dessus de la porte d'un collègue qui pensait que l'objet attirait la chance même si on n'y croyait pas. Comme par vengeance, la blague s'est retournée contre lui et de très nombreux sites Internet appartenant à des physiciens racontent allègrement que Bohr lui-même avait un fer

à cheval dans son laboratoire !

BA Que les scientifiques se consolent ! Faire une certaine place à la superstition contredit de manière un peu honteuse les principes élémentaires de leur pratique professionnelle. Mais cela sert, par contre, à les admettre dans la communauté des êtres humains normaux. Dès lors, les gens de science apprécient davantage le sportif qui se demande encore, quatre ans plus tard, comment le ballon a pu frapper les deux poteaux des buts. Sans parler du grand chêne qui, hier, s'est suicidé chez moi en se couchant là où, la journée précédente, je m'étais allongé. Pour la science, la superstition demeurera toujours une grande leçon de modestie. **QS**

Brigitte Gemme terminera sa maîtrise en sociologie à l'UQAM si les astres lui sont favorables (mais elle s'en fout). Bernard Arcand se demande encore comment l'équipe française a pu être éliminée du Mondial de football en juin dernier.

LE DÉFI

combiner résultats de recherche universitaire et projets d'affaires

1 L'objectif est d'accroître le nombre d'innovations transférées des universités au milieu des affaires.

2 Les professionnels développent un plan de valorisation adapté à la technologie retenue.

3 Plusieurs innovations scientifiques présentent un bon potentiel de commercialisation.

4 Les sociétés de valorisation sollicitent des partenaires pour développer le volet économique et commercial du projet.

Par les licences d'exploitation, les entreprises existantes peuvent profiter des innovations technologiques qui émergent des universités.

6 Au savoir-faire des chercheurs-fondateurs s'ajoute l'expertise des spécialistes en transfert technologiques des sociétés de valorisation.

Faire fructifier les actifs intangibles que constitue la propriété intellectuelle, voilà le défi réel.

1 866 281-1755 • www.vrq.qc.ca



VRQ

Valorisation-Recherche Québec



BIQUES • SCIENCES DE LA CONSOMMATION • SCIENCES INFIRMIÈRES
SCIENCES DE L') • ADMINISTRATION DES AFFAIRES • ADMINISTRATION
MENT DU TERRITOIRE ET DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL • ANATOMIE
TURE • ARTS VISUELS • BIOCHIMIE (SCIENCES) • BIOLOGIE • ÉCARTOLOGIE
• CHIMIE • COMMUNICATION PUBLIQUE • DIDACTIQUE • DROIT
DES FRANCOPHONES EN AMÉRIQUE DU NORD • ÉTUDES
OSPATIAL • GÉNIE AGROALIMENTAIRE • GÉNIE CHIMIQUE • GÉNIE
• GÉNIE MÉCANIQUE • GÉNIE MINIER (EN VOIE D'APPROBATION)
GUSTIQUE • LITTÉRATURE ET ARTS DE LA SCÈNE ET DE LA MUSIQUE
EN ESPAGNOLE • LITTÉRATURES FRANÇAISE ET QUÉBÉCOISES
ES) • MICROBIOLOGIE (AGRICULTURE ET ALIMENTAIRE) • NUTRITION
E • NUTRITION • ORTHOPHONIE • PHARMACIE • PHARMACOLOGIE
• PSYCHOLOGIE • PSYCHOPÉDAGOGIE • PSYCHOPHYSIOLOGIE
ATIONALES • SANTÉ COMMUNAUTAIRE • SCIENCES DE LA SANTÉ
RE • SCIENCES DE L'ORIENTATION • SCIENCES DE LA VIE
ORÉSTIÈRES • SCIENCES GÉOGRAPHIQUES • SCIENCES POLITIQUES
VICE SOCIAL • SOCIOLOGIE • SOLS ET ENVIRONNEMENT • THÉOLOGIE
DOCTORATS • ADMINISTRATION DU TERRITOIRE ET DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL
ULAIRE ET MOLECULAIRE (MÉDECINE) • BIOLOGIE • GÉNÉTIQUE
OLOGIE DES FRANCOPHONES • EN AMÉRIQUE DU NORD • SCIENCES
DE LA MÉTALLURGIE • GÉNIE ÉLECTRIQUE • GÉNIE MÉCANIQUE
GUSTIQUE • LITTÉRATURE ET ARTS DE LA SCÈNE ET DE LA MUSIQUE
ON ESPAGNOLE • LITTÉRATURES FRANÇAISES ET QUÉBÉCOISES
RNGES) • MICROBIOLOGIE (AGRICULTURE ET ALIMENTAIRE) • Océanographie

Je suis une visionnaire.

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

Première université francophone en Amérique | Parmi les 10 plus grandes universités de recherche au Canada | Plus de 225 chaires, instituts, centres et groupes de recherche | Plus de 1 100 chercheurs | Environ 170 programmes de formation dont plusieurs avec *Profil international* | 230 millions de dollars en fonds de recherche | Bourses, stages, programme *études-travail* et soutien financier à la réussite

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

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

www.ulaval.ca



UNIVERSITÉ
LAVAL

Aujourd'hui Québec, demain le monde