

PER

-69

BNQ

**VERS plus fertile
que prévu**

**Roulez en
KYOTOMOBILE!**

**À la recherche des
dinos de Patagonie**

Novembre 2005 www.cybersciences.com

Québec Science

ATASTROPHES, TERRORISME, AGRESSIONS

APRÈS COMMENT SURVIVRE LE CHOC

**Pourquoi certains
s'en remettent-ils
et d'autres pas ?**

UN GRAND DOSSIER

**Ce que nos os nous révèlent : une fascinante
enquête médico-archéologique sur notre squelette.**



Envoi de poste n° 4006-577 - publication - enregistrement n° 000224 - CP 11009 Succ Anjou, Anjou, Québec H1K 9Z9

4,95 \$





planète bleue

Le gaz naturel est la plus propre des sources d'énergie fossile.
En remplaçant le mazout par le gaz naturel, on peut réduire
jusqu'à 30 % les émissions de gaz à effet de serre.
Ce qui est bleu pour la planète est bon pour tout le monde.

1 800 567-1313 / www.gazmetro.com

 **GazMétro**
la vie en bleu

SOMMAIRE

NOVEMBRE 2005, VOLUME 44, NUMÉRO 3 www.cybersciences.com

JACQUES DE GUISE/ETS

Actualités

7 Big-bang et baby-boom

Juste après la naissance de l'Univers, galaxies et étoiles se sont multipliées à une vitesse vertigineuse.

par Pascale Millot

9 La liste de Shanghai

Le top 500 des universités de la planète met le Québec hors jeu.

par Raymond Lemieux

Planète ADN

12 Grand brassage

À force de mélanger nos gènes, allons-nous devenir tous semblables?

par Jean-Pierre Rogel

techno~pratique

Science Culture

46 Québec, capitale de l'inculture?

Une femme passionnée s'est mis en tête de fonder un centre des sciences à Québec.

par Mélanie Saint-Hilaire

47 Jeux

par Jean-Marie Labrie



48 Aujourd'hui le futur
par Philippe Desrosiers

Portfolio

49 Un Nobel pour mon ulcère

Bien vu!

50 À la gloire de nos os!

Ils témoigneront de notre amour du sucre et des automobiles.

par Bernard Arcand et Serge Bouchard

18 Il était une fois dans l'os

Recherchés par les archéologues, surveillés par les médecins, imités par les prothésistes, les os cachent encore bien des secrets. Un grand dossier pour souligner la « Décennie de l'os ».

par Marie-Eve Cousineau, Catherine Dubé, Marie-Pier Elie et Joël Leblanc.



18 De mémoire de squelette

Paléoanthropologues, zooarchéologues et anthropologues judiciaires s'attachent à faire parler les os.

22 Une structure en évolution

Les premiers os semblent avoir servi à protéger le système nerveux des vertébrés.

22 Gros bobos

Faisons-nous la vie trop dure à notre charpente?

24 Matériau vivant

L'os se construit à partir d'un cartilage formé très tôt après la conception.

26 Le lait frappe un os

La recommandation: boire plus de lait à la santé de nos os. Ferions-nous fausse route?



32 Pièces de rechange

Avec les baby-boomers qui veulent jouer au golf jusqu'à 70 ans, les concepteurs de prothèses articulaires ont du pain sur la planche.

Environnement

13 Rouler sans pétrole

Propre, efficace, renouvelable et bon marché, le carburant de l'avenir devra posséder bien des vertus. Si on le trouve...

par Laurent Fontaine

Neuropsychologie

36 Après le choc

Pourquoi ne réagissons-nous pas tous de la même façon après un traumatisme? La réponse se trouve peut-être dans le cerveau.

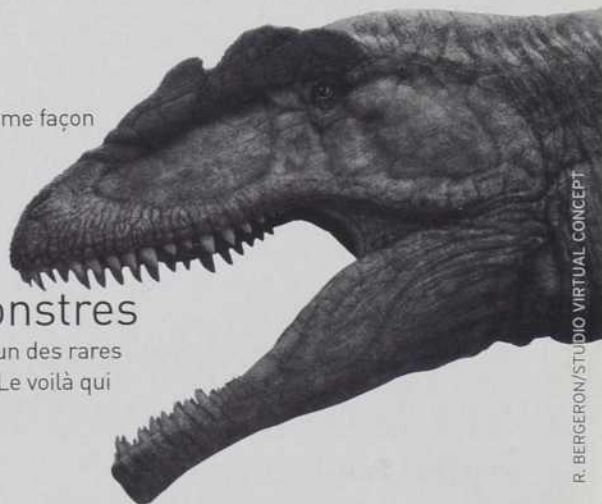
par Noémi Mercier

Des idées pour demain

42 Il jongle avec les monstres

Marc Fafard aime les défis gigantesques: il est un des rares cinéastes québécois à tourner en format Imax. Le voilà qui part à l'assaut des dinosaures de Patagonie.

par Odile Tremblay



R. BERGERON/STUDIO VIRTUAL CONCEPT

L'autre déluge du Saguenay

L'article sur la modification du climat à des fins militaires, publié dans notre numéro de septembre, a évoqué de vieux souvenirs chez Jean Laflamme de Saint-Bruno, au Lac-Saint-Jean, physicien météorologue. « Dans les années 1960, la firme Weather Engineering Corporation, située à Dorval, utilisait une technique inédite pour produire de la pluie en ensemençant les nuages à l'aide d'un canon à cristaux d'iode d'argent. Vers 1965, cette firme avait obtenu un contrat pour essayer de produire plus d'eau pour les réservoirs d'Hydro-Québec et d'Alcan dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Ces expériences se sont terminées abruptement quand la région a connu l'été le plus pluvieux de son histoire, selon la population locale. Le camion de la firme, équipé du fameux canon et identifié sous le nom francisé de Génie Météo, a dû quitter la région sous la menace des carabines des cultivateurs. La technologie de la firme a cependant été utilisée au Viêt-nam par le Pentagone, lequel n'a pas respecté le brevet pris par son président, M. Bernard Power, et a été l'objet de poursuites judiciaires pendant une dizaine d'années. »

Prendre le temps de bien manger

Catherine Lalonde, de Montréal, a apprécié l'article de Chantal Éthier intitulé: « Produits naturels: la médecine s'en mêle » (juin) et tient à apporter quelques précisions.

« Il faut savoir, souligne-t-elle, que la médecine naturelle ne fonctionne pas comme la médecine conventionnelle. C'est que l'on ne cherche pas automatiquement un remède pour un mal quelconque. Il faut d'abord et avant tout trouver la cause des symptômes. Parfois, par un simple changement dans les habitudes de vie, le problème se règle de lui-même, sans pilules... L'alimentation est la base. On est ce que l'on mange. Parlons aussi du temps qu'il faut pour manger. Si l'on prétend qu'on n'a plus le temps de le faire convenablement, c'est qu'il faut apporter un changement majeur à notre mode de vie, car bien manger doit faire partie des priorités. Les suppléments devraient servir dans les soins thérapeutiques, pas pour suppléer à une alimentation déficiente, ce qui est trop fréquemment recommandé. La médecine naturelle est avant tout une médecine de prévention, de sensibilisation et de conscientisation des gens quant à la responsabilité qu'ils ont face à leur santé. »

Les tricheurs de la science

Pour compléter les informations contenues dans le billet du numéro de septembre (« La fin du pétrole? »), le docteur Dominique Hibon, de Fontainebleau en France, recommande la lecture du livre de William Broad et Nicholas Wade, *La souris truquée*, aux Éditions du Seuil. « Il décrit fort bien les tricheries de certains scientifiques, y compris Mendel! »

Bar des sciences

Le Q.I. et Einstein

Le quotient intellectuel est-il réellement quantifiable? Est-il sous influence génétique? Les tests de quotient intellectuel sont-ils biaisés culturellement? Quelle est la part de l'effort et de la pratique dans le génie?

Animation Danielle Malkassoff

Invités : Serge Larivée, psychoéducateur, Katherine Deslauriers, philosophe, Jean-Pierre Roux, physicien

Au cégep de Saint-Laurent, dans la grande salle, 625, avenue Sainte-Croix. Le mercredi 2 novembre 2005. Cocktail musical à 18 h. Période d'échanges de 18 h 30 à 20 h 30.

Informations : (514) 747-6521 poste 7254

Cette activité est offerte grâce à la collaboration de l'association étudiante du cégep de Saint-Laurent, de la revue *Québec Science* et du Consulat général de France à Québec.

L'enfant de la bioéconomie

Luc Monod, chercheur au Centre de recherches interdisciplinaires de Montréal, a réagi en lisant l'article « Câliner sans gêne » (septembre) où notre journaliste évoque le projet MAVAN (Maternal Ad-

Personne n'a la science infuse.

L'UQAM innove en offrant aux enseignants du secondaire un programme court de 2^e cycle en didactique de la science et de la technologie.

Offert en partenariat avec l'École de technologie supérieure, ce programme mise sur l'importance de transmettre aux élèves une riche culture scientifique en intégrant les savoirs technologiques à l'enseignement.

Date limite d'admission pour le trimestre d'hiver 2006 : 15 novembre 2005

Renseignements :
(514) 987-3000, poste 4551
www.didasciencetech.uqam.ca

UQAM

Prenez position

versity Vulnerability and Neurodevelopment) « Pascale Guéricolas nous dit que cette association unique de sociologues, généticiens, biologistes et même géographes espère maintenant déterminer comment la santé, les conditions économiques et le taux de stress de la mère, entre autres, peuvent influencer le développement de l'enfant et activer certains de ses gènes. Quand on lit cela, ce qui frappe c'est la proximité

de cette analyse avec celle du néolibéralisme. Former un capital humain, pour les tenants de cette façon de voir, passe concrètement par la relation mère-enfant en termes de temps que celle-ci consacre à son enfant, la qualité des soins qu'elle lui prodigue, la manière dont elle l'alimente, l'affection qu'elle lui témoigne, la vigilance avec laquelle elle suit son développement [...] tout cela constitue pour les apôtres du

néolibéralisme un investissement qui va constituer le capital humain de l'enfant, lequel capital produira du revenu. Et pour la mère, quel capital? Eh bien, disent-ils, un capital de satisfaction; c'est-à-dire la satisfaction qu'elle prend à donner les soins et à constater que ces soins ont effectivement réussi. Nous voyons bien comment les comportements maternels peuvent retrouver toute une problématique économique et scientifique à partir de cette fausse problématique de la bonne mère rat et des gènes de son raton. »

NOS CAHIERS NE SONT PAS ÉPAIS.

◆ NOS LECTEURS NON PLUS. ◆



◆ On n'est jamais trop curieux ◆

Protection solaire

Robert Salagan, de Montréal, nous fait remarquer, à propos de l'article « Terreurs et bonheurs de l'été » (juillet-août) que nous mentionnons la marque de commerce Parsol au lieu du nom générique de cette crème protectrice, Avobenzone.

Darwin et Dieu

Jean Désy, de Chicoutimi, nous écrit à propos de la chronique ADN publiée dans notre numéro de septembre. « Je m'attriste de l'équation proposée par Jean-Pierre Rogel qui confond darwinisme et athéisme. Quand M. Rogel cite Eugénie Scott sans remettre les choses en perspective ("Ce qu'ils ont en tête, c'est le bon vieux Créateur; Dieu lui-même"), on ne peut déduire autre chose qu'un rejet pur et simple de l'ultime réalité; bref de toute croyance en l'existence de Dieu. [...] J'estime qu'il déborde largement de son rôle de chroniqueur scientifique. »

Erratum

Dans le numéro de septembre 2005, la photo de la page 35 identifiée comme étant celle d'un micocoulier occidental est en fait celle d'un tilleul d'Amérique.



Micocoulier occidental

Big-bang et baby-boom

Juste après la naissance de l'Univers, galaxies et étoiles se sont multipliées beaucoup plus rapidement que ce que l'on croyait.

par Pascale Millot

L'Univers ne s'est pas fait en un jour, mais il semble que les galaxies se soient formées beaucoup plus vite que ce que présumaient les scientifiques. Il y a 14 milliards d'années environ, le big-bang a donné naissance à l'embryon de notre Univers. Durant cette période lointaine, et pendant le milliard d'années qui a suivi, les galaxies ont proliféré, des étoiles sont nées à un rythme 10 fois plus grand que celui qui prévaut actuellement dans la Voie lactée. « Aujourd'hui, l'Univers est moins actif, car il y a beaucoup moins de gaz, le matériau à partir duquel se forment les étoiles », explique Laurent Drissen, professeur d'astrophysique à l'Université Laval.

Entre ces deux périodes – celle qui suit immédiatement le big-bang et l'Univers actuel –, l'activité stellaire restait très mystérieuse. À la suite de l'explosion initiale, un épais rideau de gaz, réparti uniformément, s'est en effet étendu dans l'espace, rendant les observations astronomiques beaucoup plus ardues. « C'est l'âge des ténèbres », résume Robert Lamontagne, astrophysicien et chercheur à l'Université de Montréal.

Une équipe de 49 astronomes européens, codirigée par Olivier Le Fèvre, du Laboratoire d'astrophysique de Marseille, et Gianpaolo Vettolani, de l'Institut d'astrophysique de Bologne, vient de lever une partie du voile. Dans un échantillon de 10 000 galaxies prises au hasard dans la constellation de la Baleine, ils en ont repéré 970 datant de 9 à 12 milliards d'années. Si les résultats de ces observations, publiés dans la revue *Nature* en septembre dernier, excitent tant les astronomes, c'est qu'ils révèlent que « l'âge des ténèbres » était en fait plutôt lumineux. En effet, le taux de formation des galaxies durant cette période serait de deux à six fois plus élevé que ce que l'on croyait. « Les estimations antérieures étaient donc beaucoup trop modestes. Les observations actuelles vont nous forcer à revoir les mo-



La spectaculaire image composite de la constellation de la Baleine qu'a livrée le spectrographe VIMOS. Les nouvelles galaxies qui ont été révélées sont entourées d'un cercle.

dèles de formation des galaxies durant cette période », estime Robert Lamontagne.

Il ne suffit pas de chercher pour trouver. À l'échelle cosmique, il faut aussi des outils de plus en plus raffinés. Pour déterminer l'éloignement – et donc l'âge – des objets célestes, on utilise un spectrographe, un appareil qui permet de décomposer la lumière. Celui que les chercheurs européens viennent de concevoir, le VIMOS (Visible Multi-Object Spectrograph), est d'une puissance exceptionnelle. « C'est la formule un de ce type d'instrument, explique Laurent Drissen. Habituellement, on est capable d'observer une centaine de spectres en même temps. Avec le VIMOS, on a réussi à en observer plus de 800 simultanément. C'est impressionnant! »

Pour cela, il a fallu installer ce super-

spectrographe sur le puissant VLT (Very Large Telescope), un télescope situé dans les Andes chiliennes, puis balayer la voûte céleste pendant 120 nuits. « Avec les méthodes antérieures, il était difficile de reconnaître comme telles les galaxies éloignées, ce qui explique pourquoi nos modèles en sous-estimaient le nombre. Avec la puissance du VIMOS, il est beaucoup plus aisé d'identifier celles qui sont situées à de très grandes distances et d'en déterminer le nombre exact, explique Hugo Martel, astrophysicien et professeur à l'Université Laval. En effet, grâce au super-spectrographe, on peut ratisser beaucoup plus large. » C'est une page lumineuse de l'histoire du ciel qui vient de s'écrire dans la constellation de la Baleine. **G**

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



Québec Science

- 1 an (10 numéros) 43,45 \$
- 2 ans 74,85 \$ 3 ans 103,95 \$

Taxes incluses, tarifs valables au Canada seulement.

Détachez et expédiez à **Québec Science**
 ou remplissez le coupon à l'intérieur
 Service des abonnements :
 CP 11009 Succ. Anjou, Anjou, Québec H1K 9Z9
 ou téléphonez au : 1 866 828-9879
 quebecscience@postelinc.com

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 _____

→ Pour vous abonner: 1 866 828-9879
 ou utilisez le coupon inséré dans le magazine.

La liste de Shanghai

Le top 500 des universités de la planète affiche une nette domination des Anglo-Saxons en sciences. Et met le Québec hors jeu.

par Raymond Lemieux

Un palmarès, ça écorche toujours un peu l'orgueil des mal-classés, même quand il est *made in China*. L'université Jiao Tong de Shanghai a dressé un « top 500 » des universités. Le moins que l'on puisse dire, c'est que le Québec en prend pour son rhume. Si l'Université de Montréal et l'Université Laval trouvent le moyen de se classer, respectivement, parmi les 200 et 300 meilleures, le réseau des universités du Québec et l'Université Sherbrooke arrivent carrément dans le peloton de queue avec les universités de Sienne, en Italie, de Tasmanie, en Australie, et de Pretoria, en Afrique du Sud. Quant à l'Université Concordia, elle ne figure même pas au tableau. C'est McGill qui s'en tire le mieux en se glissant en soixante-septième position, entre l'université de Sheffield, en Angleterre, et celle de Moscou, en Russie.

Selon quels critères ce classement a-t-il été établi? Les experts de Jiao Tong – qui refusent de parler à la presse – ont notamment tenu compte du nombre de chercheurs de l'université évaluée ayant remporté un prix Nobel; du nombre d'articles signés par les professeurs et publiés dans les revues *Nature* ou *Science*; et du nombre de citations qu'ils ont obtenues dans l'Index des citations scientifiques (ICS), bien connu des chercheurs. Mais seuls les travaux en science et technologie ont été pris en considération; les publications en sciences sociales et en sciences humaines ont été exclues du classement.

Ces critères peuvent laisser sceptique. « Ces paramètres sont totalement farfelus », estime Yves Gingras, directeur du Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie, et professeur à l'Université du Québec à Montréal. Selon lui, les critères retenus favorisent nettement les universités anglo-saxonnes qui se classent effectivement en haut du palmarès chinois. « Pas besoin "d'être une

Rang mondial	Institution	Rang national	Nombre d'articles publiés dans les revues <i>Nature</i> ou <i>Science</i>	Nombre de citations obtenues dans l'Index des citations scientifiques
24	Toronto	1	38,9	76,7
37	UBC	2	32,5	60,4
67	McGill	3	23,6	56,8
153	Montréal	6	12,1	50,4
203	Laval	9	11,4	37,2
401	Québec	20	6,6	31,6
401	Sherbrooke	20	9,7	22,5



tête à Papineau" pour comprendre que les bases de données les plus utilisées sont en anglais, et pas en français, en chinois ni en italien. Pour bien se classer, selon cette logique, il faut diffuser les contenus en anglais. Mais est-ce à cela seulement que tient la vocation d'une université?»

L'université de Shanghai est d'ailleurs elle-même bien mal servie par son propre classement puisqu'elle n'arrive qu'au trois cent unième rang. Elle n'a « produit » aucun prix Nobel ni reçu de médaille internationale, même si elle compte parmi ses anciens élèves le président chinois Jiang Zemin.

« Il aurait été plus pertinent d'examiner les résultats par discipline. L'université Harvard, qui figure en tête, est loin d'être excellente dans toutes les matières », poursuit Yves Gingras.

Il reste que, dans un contexte où les universités du Québec tentent de recruter davantage d'étudiants étrangers, c'est le genre de tableau dont on pourrait bien se passer. C'est l'avis de la Chambre de commerce de Montréal qui rappelle que la métropole doit se rendre plus séduisante pour les étudiants d'ailleurs. « Nous manquons de diplômés universitaires comparativement à des villes comme Boston, New York, Van-

couver, Seattle ou même Ottawa », explique la présidente Isabelle Hudon, rejointe justement en Chine où elle accompagnait le premier ministre Jean Charest lors de sa mission commerciale en septembre dernier. Actuellement, c'est l'Université McGill qui attire le plus d'étudiants de l'extérieur du Québec avec 45,5 % de ses effectifs. Cette proportion est de 18,4 % à Concordia, de 9,8 % à l'Université de Montréal et de 8,4 % à l'UQAM. Dans leur ensemble, c'est deux fois moins que les universités de Toronto ou de Vancouver, qui séduisent d'ailleurs beaucoup plus de Chinois que Montréal. Sur les 10 000 Chinois qui choisissent de venir étudier au Canada, 15 % seulement optent pour le Québec. Pourtant, insiste Isabelle Hudon : « Montréal est une destination académique qui mérite d'être choisie. » Pourquoi? Une étudiante de Pékin l'a demandé à Jean Charest lors de sa récente tournée dans l'Empire du milieu. Le premier ministre a rappelé que Montréal est une ville d'Amérique du Nord où on peut vivre en français et expérimenter la liberté. Mais ces arguments sont-ils suffisants? **CS**

➤ Pour consulter le classement : <http://ed.sjtu.edu.cn/ranking.htm>

Les OGM s'envolent

Une mauvaise herbe résistante aux pesticides vient d'être découverte en Grande-Bretagne. Le secret de son exceptionnelle vigueur n'est pas dû à la

sélection naturelle, mais à l'imprévoyance humaine. Pour la première fois, un OGM (une variété de colza à laquelle on avait implanté un gène de protection contre les herbicides) a pollinisé cette plante sauvage. Manque de chance, le gène résistant s'est acquiné avec une variété de moutarde dont on cherche justement à se débarrasser.

Tout COMPTE FAIT

200. C'est le nombre d'orignaux impliqués annuellement dans des accidents routiers au Québec. En outre, 2 300 cerfs de Virginie et 40 ours noirs sont aussi victimes. Dans les faits, ces chiffres sont sans doute faux, puisque toutes les collisions ne sont pas rapportées. Les grosses bêtes causent des dommages matériels considérables et sont le plus souvent tuées.

Aux États-Unis, le nombre de collisions avec des cervidés est passé de 200 000 en 1980 à 500 000 en 1991. Au total, il en coûte plus de 1,15 milliard \$ par année, apprend-on dans un

article de chercheurs québécois publié récemment dans la revue *Wildlife Biology*.

Pour essayer de comprendre les causes de ces accidents, et d'en réduire le nombre, une équipe formée par le ministère des Transports du Québec, le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, et l'Université du Québec à Rimouski a équipé des orignaux de colliers GPS. Cela devrait permettre de mieux observer le comportement de ces grands mammifères dont la population ne cesse d'augmenter. On ne dit pas si l'intention est ensuite de leur apprendre le code de la route...

par Raphaëlle Derome et Pascale Mill

Du purin qui sent bon !

Pour une fois, le raifort pourrait empêcher les odeurs de nous monter au nez. Une fois émincé, mélangé à du peroxyde et incorporé au fumier, le raifort rend les effluves un peu moins déplorables, mais, surtout, il en diminue l'intensité de moitié. Ainsi, la concoction ne fait pas que masquer les odeurs; elle les neutralise! C'est une enzyme présente dans le raifort, la peroxydase, qui détruit les phénols, principales substances nauséabondes du fumier. L'effet de la mixture se fait « sentir » pendant 72 heures, au grand bonheur des voisins de fermes porcines. Lors d'une expérience-pilote menée par des chercheurs de l'université de Pennsylvanie, et rapportée dans le *Journal of Agricultural and Food Chemistry* de la American Chemical Society, on a traité avec succès près de 200 L de fumier. Et d'autres légumes pourraient servir, puisqu'on retrouve aussi la peroxydase dans les pommes de terre, les radis et les cosses des fèves de soya.

«LS tomB la 6garette»!

Les jeunes sont souvent réfractaires aux messages antibac. Mais des chercheurs néo-zélandais ont peut-être trouvé la méthode idéale pour les rejoindre : la messagerie texte. Leur étude, publiée dans la revue *Tobacco Control*, révèle que les jeunes sont deux fois plus susceptibles d'écraser pour de bon si on leur envoie régulièrement des messages encourageants ou distrayants sur leur téléphone. L'étude concernait 1 705 jeunes adultes possédant un cellulaire et désireux de cesser de fumer. La moitié recevaient des messages texte plusieurs fois par jour : comment ne pas prendre de poids, comment affronter une rage de nicotine, combien d'argent on peut économiser en cessant de fumer, etc. Six semaines après le début de l'étude, 28 % de ceux qui recevaient des messages avaient cessé de fumer, contre 13 % pour les autres. En raison de la popularité croissante des téléphones mobiles, les auteurs croient que la méthode pourrait servir partout dans le monde, notamment en Chine où le tiers de la production mondiale de cigarettes est consommée.





Le fameux Tokamak de Varennes

INSTITUT DE RECHERCHE D'HYDRO-QUÉBEC (IREQ)

Fusion à Ottawa

Le Tokamak de Varennes est un réacteur à fusion nucléaire construit dans les années 1980 par l'Institut de recherche d'Hydro-Québec et l'Institut national de la recherche scientifique-Énergie à Varennes. Ce réacteur a permis de mener des expériences sur le confinement magnétique et le chauffage d'un gaz ionisé, ou plasma, à plus de 20 millions °C, une température comparable à celle du Soleil. On voulait ainsi expérimenter la production d'une énergie « propre » et bon marché. L'arrêt des recherches sur le Tokamak, dans les années 1990, avait semé la controverse dans le monde scientifique au Québec. Les nostalgiques peuvent maintenant l'admirer au Musée des sciences et de la technologie du Canada.

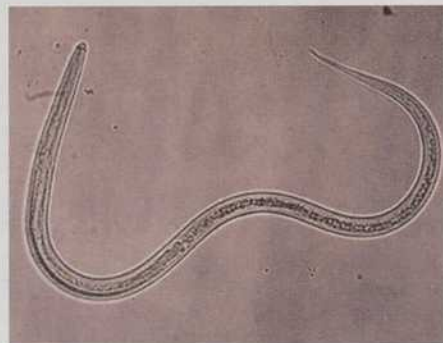
Des dinos dans l'Ouest

On connaissait les dinosaures de l'Alberta, mais on ne soupçonnait pas que le sol de la Colombie-Britannique recelait également des os de ces géants. Depuis que deux jeunes garçons ont découvert, en 2000, des empreintes fossilisées près d'une rivière, non loin de Tumbler Ridge, la province du Pacifique est l'objet d'une véritable ruée vers les dinosaures. Au moins 300 os datant d'environ 95 millions d'années – c'est-à-dire

20 millions d'années de plus que les squelettes de l'Alberta – ont été déterrés par les paléontologues. La dernière trouvaille : de remarquables empreintes d'un jeune ankylosaure, un herbivore quadrupède à la peau cuirassée. On avait déjà découvert des traces d'ankylosaures adultes ailleurs dans le monde, mais jamais de juvéniles.

Asthmatiques : prenez un ver !

Un ver suceur de sang pourrait peut-être guérir l'asthme ! C'est en Afrique qu'on avait noté pour la première fois que des enfants infectés par les parasites réagissaient moins fortement aux allergènes et avaient moins de symptômes d'asthme. Dans quelques semaines, David Pritchard et ses collègues de l'université de Nottingham, en Angleterre, contamineront 50 personnes souffrant d'allergies avec le parasite *Necator americanus*, un ver qui peut atteindre jusqu'à deux centimètres de long et survivre plus de 10 ans dans l'organisme humain. Ils espèrent ainsi stimuler le système immunitaire des patients afin de les rendre résistants à des allergènes comme le pollen, les poils de chat ou les acariens. Comme d'autres para-



sites humains, *Necator americanus* a développé des stratégies pour déjouer notre système immunitaire. Il provoque notamment une multiplication de lymphocytes-T qui, à leur tour, détruisent certains globules blancs particulièrement actifs chez les asthmatiques. Pour établir la dose appropriée, les scientifiques se sont eux-mêmes contaminés avec 10 à 100 vers. Les chercheurs ont conclu qu'une dose de 10 vers devrait avoir l'effet escompté sans provoquer d'anémie. Tchin-tchin ?

En hausse

Les crocodiles de mer

Trente ans après leur inscription sur la liste des espèces protégées, les crocodiles de mer du nord de l'Australie semblent plus menaçants que menacés. Dans les années 1970, il n'en subsistait que quelques milliers; aujourd'hui, ils sont plus de 100 000. Ce redoutable prédateur, qui peut mesurer jusqu'à 7 m et peser une tonne, s'en prend régulièrement à l'homme. Cet été, un pêcheur de Townsville, dans le Queensland, a été tiré hors de son bateau; par ailleurs, un plongeur britannique a été avalé par un de ces reptiles. Chaque année, les autorités permettent l'abattage de 600 bêtes dont on commercialise la peau et la viande. Mais beaucoup se demandent si on ne devrait pas retirer le crocodile de mer de la liste des espèces en danger pour y substituer... les plongeurs imprudents !

En baisse

Les bébés garçons

Est-ce la faute à la pollution ? Depuis 1999, il est né deux fois moins de garçons que de filles dans la communauté autochtone d'Aamjiwnaang, près de Sarnia en Ontario. Dans un article publié le mois dernier dans la revue *Environmental Health Perspectives*, Constanze Mackenzie et ses collègues de l'Université d'Ottawa soupçonnent les raffineries et les installations pétrochimiques qui ceignent le village. Si le lien entre les contaminants et ce taux de naissance masculine anormalement bas n'a pas été établi, Environnement Canada a détecté des anomalies reproductives chez les poissons, les oiseaux et les animaux de cette région baignée par la rivière St. Clair. Des taux de plomb et de mercure 10 fois plus élevés que ceux autorisés par les normes gouvernementales y ont été détectés. On a même retrouvé du cadmium, du nickel, des BPC, des hexachlorobenzènes et même du mirex, un pesticide pourtant interdit !



Grand brassage

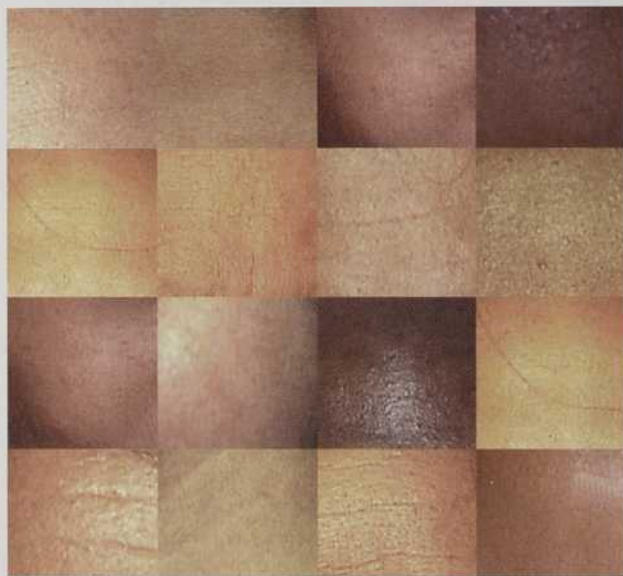
À force de mélanger nos gènes, allons-nous devenir tous semblables ?

C'est une conversation de bar sans prétention. Ma voisine de droite avance que, les mariages interethniques augmentant rapidement, l'humanité de demain sera métissée, d'une belle couleur de peau « café au lait ». Ce qui sera très bien ainsi, ajoute-t-elle en affichant ses convictions antiracistes. Mon voisin de gauche, lui, exprime la crainte de voir l'humanité devenir uniforme, de peau et de culture. S'opposant à la mondialisation des échanges, il fait un lien audacieux : tous ces brassages auxquels nous sommes soumis, soutient-il, menacent la diversité des cultures aussi bien que la diversité génétique de l'humanité.

J'ai bien peur que, d'un point de vue scientifique, mes deux interlocuteurs soient dans l'erreur. On peut certes craindre une uniformisation des cultures, mais pour ce qui est de la diversité génétique de l'humanité, il n'y a aucun danger, elle ne disparaîtra pas. Et s'il faut parler de ce critère bien secondaire qu'est la couleur de la peau, nos arrière-petits-enfants ne seront vraisemblablement pas d'une belle couleur uniforme « café au lait ».

Je m'explique. Pour les généticiens, que le mélange des gènes puisse mener à une dilution est un concept erroné. Les gènes ne se mélangent pas pour aboutir à une moyenne; ils forment des combinaisons aléatoires, qui sont différentes à chaque fois pour tout individu né de la reproduction sexuée. C'est un peu comme un tirage au sort : un nouveau numéro (une combinaison particulière) sort à chaque fois et, avec quelque 25 000 gènes, le nombre de combinaisons possibles est très élevé.

Bien entendu, pour ce qui est de la couleur de la peau, le nombre de gènes qui la détermine est limité, et le nombre de combinaisons à partir des formes ou allèles des parents est aussi limité. Mais pour la plupart des traits héréditaires, les mécanismes sont plus complexes. On pourra objecter que les métis de première génération ont en général une couleur de peau à mi-chemin entre celles de leurs deux parents. Mais à la seconde génération, on voit souvent apparaître les caractères des grands-parents qui étaient cachés chez les parents. Si bien que la couleur de la peau peut à nouveau foncer et s'éclaircir, et des yeux bleus ou des cheveux



Le mélange des gènes ne mènera jamais à une uniformisation de la couleur de la peau.

blonds crépus apparaît, l'héritage ancestral refaisant surface.

Pour se faire une idée globale, il suffit de regarder ce qui se passe dans les régions du monde soumises à un fort métissage. Au Brésil et dans les îles indonésiennes, par exemple, il n'y a aucune tendance à l'uniformité dans les types physiques. En particulier, on ne croise pas dans ces pays une majorité de personnes à la peau café au lait ou cuivrée. Au contraire, on voit plutôt une grande diversité de tailles, de formes corporelles et de traits physiques. Et on remarque des caractéristiques qui n'existaient pas dans les populations d'origine, comme des yeux clairs et bridés chez les femmes de Sumatra. Bref, contrairement à ce qu'on pourrait penser, le mélange

génétique ne réduit pas la diversité dans la population humaine, d'emblée très importante. Il aurait même tendance à l'augmenter dans certains cas. La crainte d'un appauvrissement génétique n'est donc pas justifiée, pas plus que ne l'est l'espoir, pour certains, d'un creuset qui uniformise. En somme, les gènes font de la résistance à la mondialisation des échanges. Ils nous gardent différents les uns des autres, que nous le voulions ou pas. Tous cousins, mais tous vraiment différents !

Un réservoir à ovules hors de l'ovaire ?

Dans un tout autre ordre d'idées, la revue *Cell* rapportait le 29 juillet dernier une découverte étonnante : des cellules souches, présentes dans la moelle osseuse des souris adultes, pouvant se transformer en ovules. Il y aurait donc un réservoir de cellules germinales hors des ovaires, et qui plus est, un réservoir actif tout au long de la vie. Si ce mécanisme jusqu'ici ignoré (et qui va à l'encontre d'un dogme de la biologie) se vérifie chez l'humain, il pourrait ouvrir la porte à la possibilité d'obtenir des ovules chez des femmes qui ont des ovaires endommagés ou non fonctionnels. L'équipe de Jonathan Tilly, qui signe cette publication, a aussi montré que ces cellules souches étaient présentes dans la moelle osseuse de femmes âgées de 23 à 36 ans. Il reste toutefois bien des étapes à franchir; il faudrait notamment prouver que les ovules « de remplacement » ainsi obtenus peuvent générer des grossesses. **CS**



ROULER SANS PÉTROLE

Propre, efficace, renouvelable et bon marché; le carburant de l'avenir devra posséder bien des vertus. Si on le trouve...

par Laurent Fontaine

Au début de l'automne, pendant que le Québec subissait les caprices du prix de l'essence, mon voisin Pierre Vinet arborait un large sourire : il venait de recevoir sa Prius 2, sa deuxième voiture hybride. Pierre est un convaincu : en 2001, il a été parmi les cinq premiers Canadiens à acquérir le modèle « écologique » de Toyota. « C'est un geste civique, ma manière d'encourager la collectivité à trouver des moyens de consommer moins d'essence, dit-il. En plus, c'est la meilleure voiture que j'ai jamais eue ! »

L'an dernier, quelque 90 000 Nord-Américains (0,5 % du marché) lui ont emboîté le pas. D'ici cinq ans, ils seront plus de un demi-million par an à choisir parmi les dizaines de modèles hybrides qui seront à leur disposition, prévoit la firme d'analyse du marché automobile J.D. Power, de Toronto. Au Canada, la demande a pris de court les constructeurs : les amateurs de la Prius ou ceux de la Civic, de l'Insight ou de l'Accord (Honda), doivent patienter des mois avant de recevoir leur véhicule hybride.

Leur choix n'est pas dû à une mode. Depuis que le premier filet d'or noir a jailli d'un puits de Pennsylvanie, en 1859, notre civilisation industrielle a consommé au moins 40 % des ressources con-

TATIANA MARKOW/SYGMA/CORBIS

Environnement

nues de pétrole, selon les données du *Transportation Energy Data Book* de 2004, la bible publiée par le Département de l'énergie des États-Unis. À part quelques puits en Afrique ou sous les mers, et les immenses réserves que représentent les sables bitumineux (la manne de l'Alberta!), on semble bien avoir identifié la plupart des grandes nappes de pétrole enfouies dans les profondeurs de la Terre.

En 1956, King Hubbert, un géologue de la compagnie Shell, a montré que l'exploitation de tout gisement suit une courbe en cloche, qui met du temps à décoller, augmente vertigineusement, se stabilise puis chute brutalement. La théorie du « pic de Hubbert » ou *peak oil*, a longtemps été décriée par l'industrie, mais elle est désormais prise très au sérieux par les analystes qui craignent qu'elle s'applique à l'échelle mondiale. Les compagnies pétrolières assurent que le monde a plusieurs bonnes dizaines d'années de pétrole devant lui, même avec la soif d'énergie de l'Inde et de la Chine. Mais de plus en plus d'analystes pensent qu'on pourrait atteindre le sommet de la courbe avant 2020. Dès l'an prochain, avance même Collin Campbell, cofondateur du Centre d'analyse de la déplétion du pétrole à Londres, un géologue bien connu qui a travaillé pour la plupart des grandes compagnies pétrolières.

Qu'importe la date : quand la production mondiale va commencer à baisser, de 1 % à 2 % par an, puis plus rapidement, c'est toute notre économie qui va accuser le coup. Chauffage, agriculture, biens de consommation à base de plastique ou de polymères, l'or noir a modelé notre société, à commencer par l'industrie automobile qui dépend de l'essence et du diesel pour faire rouler les 500 millions de véhicules de la planète.

Avant même que l'on commence à parler de pénurie de pétrole, les défenseurs de l'environnement ont planché sur des solutions de remplacement au vieux moteur à explosion. Brûlés dans les chaudières, les usines ou les moteurs de voiture, les 85 millions de barils consommés chaque jour dans le monde s'envolent... en fumée.



Le soleil d'Esteban

Mille watts, l'énergie d'un sèche-cheveux : c'est ce que produisent les 8 m² de cellules solaires déposées sur l'*Esteban III*. Ce prototype d'auto solaire a été mis au point par les étudiants de l'École polytechnique de Montréal qui participent au *North American Solar Challenge*, une course de 4 000 km qui va du Texas à l'Alberta.

Avec ses 240 kg, 85 km/h de vitesse moyenne et des pointes à 110 km/h, ainsi que ses 5 heures d'autonomie, *Esteban* ne préfigure pas la voiture de de-

main, mais plutôt celle d'après-demain. « Les cellules solaires actuelles convertissent en électricité à peine 14 % des photons qu'elles reçoivent », explique Hugo Careau, étudiant en quatrième année de génie chimique et président du projet solaire *Esteban*. Les plus performantes vont chercher jusqu'à 30 % de l'énergie émise par le soleil, cependant elles coûtent trop cher. « Mais dans 20 ans ? Qui sait ! La recherche aura assez avancé pour qu'on puisse couvrir le toit des véhicules, ou celui du garage, de cellules solaires afin de recharger gratuitement l'auto », dit-il.

Selon les données du groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 75 % des gaz à effet de serre (GES) sont attribuables à l'utilisation d'énergies fossiles (pétrole, gaz naturel et charbon).

Au Canada, 18 % des émissions totales de GES sont liées au transport. Pour faire

sa part dans les objectifs du Protocole de Kyoto (6 % d'émissions de GES de moins qu'en 1990), le secteur automobile devrait réduire ses émissions de 40,8 millions de tonnes de GES par an d'ici 2010. C'est huit fois plus que l'entente « volontaire » signée par l'industrie en avril dernier avec le ministre fédéral des Ressources



Plus de un demi-milliard d'automobiles roulent sur la planète. Elles consomment 85 millions de barils de pétrole chaque jour.

naturelles, John Efford.

Au Québec, le secteur automobile est responsable de 38 % des GES, même si, grâce à l'hydroélectricité, nos émissions globales sont en fait beaucoup moins importantes qu'ailleurs au Canada. Pour atteindre les objectifs de Kyoto, il faut donc s'attaquer d'urgence au transport.

L'arrivée des autos hybrides pourrait contribuer à régler le problème. « Contrairement à une voiture traditionnelle, les hybrides ne consomment

presque pas en ville et roulent sans polluer quand elles sont en mode électrique », explique Pierre Vinet. La consommation réelle de sa voiture hybride est de 5 L aux 100 km; plusieurs litres de moins que la plupart des autres voitures!

Ce qui frappe, quand on se met au volant d'une Prius, c'est le silence. Normal: le principe de l'hybride, c'est qu'il couple un moteur électrique à un moteur thermique (à essence). Si le véhicule n'avance pas, le moteur est au repos – comme un interrupteur en position *off*. Jusqu'à la vitesse de 35 km/h, le moteur électrique fait rouler le véhicule. Ensuite le moteur thermique prend le relais. De même que dans les côtes un peu abruptes ou quand la batterie a besoin d'être rechargée. Au freinage, le système électrique agit comme un alternateur, en emmagasinant l'énergie au lieu de la dissiper.

De nouvelles autos moins gourmandes et moins polluantes, c'est bien beau. Encore faut-il que les constructeurs décident d'investir ce marché. « L'automobile, c'est le cœur de l'*American way of life*, rappelle Sylvain Castonguay, directeur technique au Centre d'expérimentation des véhicules électriques (CÉVEQ) de Saint-Jérôme. Les constructeurs nord-américains n'abandonneront pas par eux-mêmes la course à la puissance. »

Excédé par le syndrome du «4X4» de calibre Hummer, Sylvain Castonguay est de ceux qui croient que le Québec est particulièrement bien placé pour électrifier tous ses véhicules, et servir de modèle dans ce domaine. Une idée farfelue? Pas si l'on en croit les calculs de Richard Bergeron, responsable aux analyses stratégiques à



La voiture hybride permettrait de réduire la consommation globale d'essence, à condition que les constructeurs automobiles ne la détournent pas de son chemin vertueux. Certains d'entre eux sont déjà en train de proposer des véhicules utilitaires (V8) et autres 4X4 «hybrides» qui consomment... 12 L ou 13 L aux 100 km!

L'Agence métropolitaine de transport (AMT) de Montréal, et auteur de *Les Québécois au volant*, (éditions Les Intouchables). Si on décidait de remplacer les quatre millions d'automobiles du Québec par des voitures électriques, il faudrait selon lui ajouter 4 600 MW de puissance au réseau québécois. C'est 15 % seulement de la production actuelle d'Hydro-Québec, l'équivalent d'un quart de la production de la baie James.

Et cela coûterait combien aux consommateurs? « Un litre d'essence équivaut à environ 10 kWh d'énergie, dit Richard Bergeron. En tenant compte de la production, du transport et de la distribution de l'électricité, mais aussi de l'efficacité accrue des moteurs électriques, il en coûterait l'équivalent de 21 ¢ le litre d'essence pour électrifier l'ensemble des véhicules. »

Selon le Argonne National Laboratory, un des plus gros centres de recherche du Département de l'énergie, les États-Unis aussi gagneraient à convertir leur parc automobile à l'électricité. Même en produisant plus de courant à partir de centrales au charbon, nos voisins élimineraient le quart de leurs émissions de GES associées au transport. « Le CO₂ se récupère plus facile-

ment dans une centrale thermique que derrière 200 millions de pots d'échappement », dit Sylvain Castonguay.

L'idée d'exploiter l'énergie des électrons n'est pas neuve; après tout, la première automobile qui a dépassé 100 km/h, en 1905 – la *Jamais contente* –, était une voiture électrique! Mais pendant des décennies, on a buté sur le même obstacle: la capacité insuffisante des batteries. Leur poids, leur puissance et leur durée de vie rivalisent difficilement avec un plein à la pompe: un seul litre d'essence génère en effet 300 fois plus d'énergie qu'un kilo de batterie au plomb.

L'industrie des autos électriques a heureusement fait des progrès. Les batteries lithium-ion (les mêmes que dans les nouveaux ordinateurs) ont une densité énergétique de 110 à 160 wattheure par kilogramme (Wh/kg), contre 45 Wh/kg à 80 Wh/kg pour les batteries nickel-cadmium ou 50 Wh/kg pour les batteries au plomb. Les fabricants surveillent aussi de près l'évolution de la batterie Zebra, un système au sulfure qui peut fonctionner à haute température et qui aurait une durée de vie de 8 à 10 ans.

De meilleures batteries signifient plus d'autonomie pour les véhicules. La société coréenne Geo-EV vient de mettre en marché la EV1, une auto électrique compacte et très légère capable de parcourir 250 km sans recharge. D'autres modèles, dont le poids oscille autour d'une tonne, parcourent maintenant plus de 150 km.



Le plein de gaz à domicile

Le gaz pourrait aussi offrir une solution de recharge plus écologique pour diminuer la dépendance au pétrole. Les études de Ressources naturelles Canada indiquent que les véhicules au gaz naturel émettent 21 % moins de gaz à effet de serre que ceux roulant à l'essence. En 2004, rouler au gaz coûtait déjà 20 ¢ de moins le litre

que l'essence. Selon les données du Ministère, plus de 20 000 véhicules se seraient déjà convertis au Canada. Et leur nombre pourrait encore augmenter si «Phill» fait son entrée au pays. Il s'agit d'un système disponible en Californie, qui permet au propriétaire de Honda Civic GX de faire le plein de gaz naturel à domicile, à partir du branchement de sa propre maison. Déjà répandue au sein d'entreprises californiennes qui disposent de leur système de distribution, la Civic GX est considérée comme un des véhicules les plus écologiques sur le marché.

« Au Québec, 85 % de l'énergie consacrée au transport des personnes l'est pour des déplacements de moins de 50 km, dit Richard Bergeron. Une automobile électrique dotée d'une autonomie de 150 km permet de répondre à 90 % des besoins individuels dans la banlieue de Montréal, et à 99 % des besoins sur l'ensemble de l'île. » Pour ceux qui doivent aller plus loin, il serait facile de constituer des dépôts de batteries chargées que l'employé d'une station-service pourrait remplacer en un tournemain, exactement comme on fait le plein ! Et pour ceux qui craignent la panne, l'ajout d'une petite génératrice à essence de cinq chevaux-vapeur permettrait en tout temps de recharger les batteries pour l'équivalent d'un litre de carburant aux 100 km.

C'est l'option qu'a choisie TM4, la filiale d'Hydro-Québec qui a hérité des recherches sur le moteur-roue (l'insertion d'un moteur électrique dans chaque roue) menées depuis les années 1980. En ajoutant un moteur thermique d'appoint à son moteur électrique, l'entreprise de Boucherville double l'autonomie des modèles qu'elle équipe, qui peuvent ainsi parcourir 400 km sans s'arrêter. L'entreprise a pris son envol en s'associant à la Société de véhicules électriques (SVE), qui appartient au groupe français Dassault-Heuliez. La SVE lui a déjà commandé plusieurs milliers de moteurs pour équiper la Cleanova II, une Renault Kangoo électrifiée réservée au service postal français.

Cette société d'État dispose à elle seule d'un parc automobile de 51 000 véhicules; elle s'est déjà dotée de plus de 1 100 véhicules au gaz, de plus de 500 véhicules électriques. Elle souhaite devenir un leader dans la lutte contre les changements climatiques. Ces moteurs électriques pourraient donc connaître un bel avenir dans le monde des entreprises : « C'est une option idéale pour équiper des flottes de véhicules d'affaires, des camions lourds qui s'arrêtent et redémarrent souvent, des véhicules scolaires, des camions de livraison ou des taxis », note Sylvain Castonguay.

Auprès du grand public, l'avenir des modèles exclusivement électriques est plus incertain. Car les consommateurs n'aiment pas l'idée de voir leur auto branchée à une prise de courant. C'est si vrai que, pour donner toutes les chances à son premier modèle hybride d'être perçu comme une « vraie » auto, Toyota a

L'hydrogène : mirage ou miracle ?

En février 2003, le président George W. Bush a surpris ses compatriotes en annonçant des investissements de près de 2 milliards \$ sur cinq ans pour amener les États-Unis à prendre le virage « H ». Il formulait alors le rêve que les bébés naissant aujourd'hui puissent conduire des voitures propulsées à l'hydrogène.

À en croire les chercheurs du Massachusetts Institute of Technology, ces enfants devront attendre d'avoir au moins 40 ans avant de pouvoir conduire une auto qui ne laisserait qu'une petite flaque d'eau derrière elle – le seul résidu de la combustion de ce gaz de l'avenir. Car il faudra encore bien des années avant que les différents maillons de l'économie de l'hydrogène puissent se mettre en place.

Il y a déjà longtemps que le plus petit élément du tableau périodique suscite des espoirs. En 1766, le chimiste britannique Henri Cavendish découvre une étrange substance gazeuse dont la combustion dans l'air produit... de l'eau. Un siècle plus tard, l'hydrogène sert de gaz de ville pour illuminer rues et salons; on l'utilise pour chauffer les maisons, alimenter les premiers réfrigérateurs, gonfler les aérostats. Jules Verne lui-même, dans *L'île mystérieuse*, en fait l'énergie de l'avenir !

Depuis 1800, on connaît aussi l'électrolyse, qui permet de décomposer l'eau en hydrogène et en oxygène. Et 40 ans plus tard, on découvre le principe de la pile à combustible (PAC) : l'hydrogène et l'oxygène réunis génèrent un courant électrique et de l'eau.

Détrôné par le gaz naturel, le charbon et le pétrole dans la consommation de masse, l'hydrogène a poursuivi sa carrière dans l'industrie (on en trouve même dans la margarine hydrogénée) et dans le domaine spatial – la NASA s'en sert comme carburant, notamment pour alimenter les PAC de plusieurs sondes spatiales. « Dans le domaine aérospatial, les coûts n'ont pas d'importance. Ce qui compte, c'est la fiabilité », explique Daniel Guay, professeur à l'INRS-Énergie, matériaux et télécoms, et coordonnateur du Réseau sur les PAC, au sein duquel travaillent pas moins de sept universités au Québec.

Depuis qu'en 1992, Ballard Power Systems, une entreprise de Colombie-Britannique, a réussi à faire rouler un autobus propulsé à l'hydrogène, l'industrie automobile rêve de fabriquer en série une PAC qui alimenterait un moteur électrique. Le problème, c'est de réussir à augmenter le rendement énergétique de la PAC tout en diminuant son coût – qui s'élève encore à plusieurs milliers de dollars le kilowatt. « On a besoin de platine pour la catalyse, dit Daniel Guay. C'est un métal rare et cher. » On cherche à utiliser des métaux moins nobles comme le fer ou le cobalt, ce qui réduirait considérablement les coûts. Ballard, qui fournit 85 %




des PAC utilisées pour le moment sur des prototypes, pense pouvoir vendre des piles à hydrogène à un prix abordable d'ici moins de cinq ans.

La seconde solution serait d'utiliser l'autre grande propriété de l'hydrogène : sa capacité détonante. En modifiant les moteurs thermiques actuels, on pourrait remplacer l'essence par de l'hydrogène. Mais comment stocker suffisamment de gaz sous une voiture dans des réservoirs sécuritaires ? « Comprimé à haute pression, l'hydrogène ne permet de parcourir que quatre fois moins de distance que l'essence », dit Richard Chahine, directeur de l'Institut de recherche sur l'hydrogène de Trois-Rivières, un des plus gros centres de recherche sur le transport et le stockage de ce gaz. L'Institut cherche notamment à stocker l'hydrogène dans des composés métalliques (hydrures) – mais ces matériaux sont très lourds – ou dans des nanotubes de carbone. « On pourrait aussi liquéfier le gaz, pour doubler la quantité utilisable, mais cela occasionne un surcoût et il faut le conserver à -150 °C », poursuit Richard Chahine.

L'autre problème, c'est qu'un moteur à explosion dissipe 85 % de son énergie en chaleur. Et fabriquer de l'hydrogène coûte quatre fois plus cher que de raffiner du pétrole. Même si l'hydrogène est l'élément le plus abondant de l'Univers (72 %), il se trouve systématiquement associé à d'autres éléments sur Terre – du pétrole, du gaz naturel ou de l'eau. Pour l'en extraire, il faut beaucoup d'énergie. Ainsi, pour permettre à tous les Canadiens de rouler à l'hydrogène, il faudrait construire l'équivalent de 20 centrales nucléaires. Ou faire tourner à plein régime des dizaines et des dizaines de centrales thermiques. Est-ce vraiment la solution pour produire une énergie plus « propre » ?

renoncé à équiper sa Prius de prise électrique pour recharger le moteur. En ajoutant quelques batteries et de quoi la brancher au secteur, des ingénieurs d'Austin ont pourtant réussi à en faire une auto qui ne consomme qu'un litre d'essence au 100 km!

« Les moteurs thermiques n'ont cependant pas dit leur dernier mot », prévient Claude Dumas, de TM4. À condition qu'ils sachent s'adapter à la nouvelle donne énergétique et environnementale. La Smart for Two, de Mercedes, a déjà été adoptée par un millier de Québécois et plus de 3 000 Canadiens. Avec son moteur diesel de 800 cc, ses 45 chevaux-vapeur et ses 700 kg, cette petite auto deux places très bien profilée consomme à peine 3,8 L aux 100 km. Moins que la Prius ou la Civic, pourtant considérées comme deux des meilleures hybrides.

Reste à trouver comment faire entrer trois enfants et cinq paires de ski dans l'habitacle. 



L'énergie du maïs

Trois cent mille tonnes de maïs pour fabriquer 120 millions de litres d'éthanol : l'an prochain, l'usine que construit l'entreprise Les Alcools de Commerce, à Varennes, transformera 10% du maïs qui pousse au Québec en carburant.

Mélangé à l'essence, l'éthanol permet une meilleure combustion et rejette moins de CO₂. Les pétrolières peuvent ajouter 10% d'éthanol à leur essence ou distribuer un mélange fait de 85% d'éthanol et de 15% d'essence pour des moteurs thermiques adaptés.

L'usage de l'éthanol est déjà répandu dans de nombreux pays : au Brésil (15 milliards de litres), aux États-Unis (14 milliards) et en Chine (3,6 milliards). Ajouter 120 millions de litres d'éthanol aux 8 milliards de litres d'essence utilisés au Québec par année permettrait d'éliminer 200 000 tonnes de gaz à effet de serre, selon Ressources naturelles Canada, en tenant compte des rejets émis lors du cycle de production du maïs. On estime à 65 millions \$ le chiffre d'affaires que pourrait générer l'éthanol pour les agriculteurs. Actuellement, et jusqu'à ce que l'usine de Varennes soit en service, les producteurs de maïs n'ont d'autre choix que de vendre, parfois à perte, leurs surplus de grains sur le parquet de la bourse de Chicago ou en Europe. « Bon an mal an, les producteurs de maïs se retrouvent avec quelque 200 000 tonnes de grains en trop », explique Jean Roberge, directeur général des Alcools de Commerce. Quand on transforme le maïs pour en faire du carburant, un grain donne un tiers d'éthanol, un tiers de CO₂ et un tiers de résidus organiques (la drêche). « Nous remettons dans le circuit de l'alimentation animale 100 000 tonnes de drêche, qui ont trois fois plus de propriétés nutritives que du maïs en grain après le processus d'extraction de l'éthanol », ajoute Jean Roberge.



Étudier en sciences à Rimouski c'est génial!



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

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

L'UQAR vous offre...

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

UQAR

Université du Québec à Rimouski

www.uqar.ca

22

Santé
Gros bobos



24

Biologie
Matériau
vivant



26

Alimentation
Le lait
frappe un os



32

Technologie
Pièces de
rechange

De mémoire de squelette

Les os sont les plus précieux témoins de notre passé. Paléoanthropologues, zooarchéologues et anthropologues judiciaires s'attachent à les faire parler.

par Marie-Pier Elie

Les tiroirs débordent de mâchoires; les crânes s'alignent sur des tablettes; les humérus, les radius et les cubitus s'empilent sur de longues tables... Debout dans l'entrée du laboratoire de paléoanthropologie de l'Université de Montréal (UdeM), un squelette de chimpanzé monte la garde. Les vieux os sont effectivement des trésors à protéger, car ils sont la boîte noire de l'espèce humaine. Longtemps après que les insectes, les vers et les bactéries se seront gavés de nos tissus, notre squelette conservera la mémoire de ce que nous avons été. « Les os sont indispensables pour comprendre nos origines, car ils sont la seule trace laissée par nos plus lointains ancêtres », explique Michelle Drapeau, professeure au département d'anthropologie de l'UdeM. Ils lui permettent de remonter plus de trois millions d'années en arrière, au temps des australopithèques. Bosselé, craquelé ou bien lisse, chaque os déterré a sa petite histoire à raconter.

La plus fascinante d'entre toutes réside dans le

fémur que la jeune chercheuse brandit. Car cet os, le plus long du corps humain, nous distingue de tous les mammifères de la planète en nous permettant de nous tenir bien droits. « Lorsque je le présente à la verticale, on remarque une légère déviation de l'os vers l'extérieur, ce qui reflète la bipédie de son défunt propriétaire », affirme Michelle Drapeau. Marcher sur deux jambes nous force à déplacer continuellement notre centre de gravité, puisqu'une seule jambe à la fois supporte notre poids. Pour compenser, nos genoux s'orientent vers le centre du corps. À l'inverse, le fémur du chimpanzé est très droit, car les primates non humains ont développé une toute autre stratégie. Quand ils se tiennent debout, ils se balancent continuellement de gauche à droite afin de maintenir leur centre de gravité.

Le tout premier genou d'*Australopithecus afarensis*, découvert en Éthiopie en 1973, a convaincu le monde entier. La célèbre Lucy et ses semblables étaient bien bipèdes. Mais un mystère subsiste : avaient-ils également des tendances arboricoles comme leurs cousins les singes ? Une autre réponse

Dis dans l'os

SOULIGNE LA DÉCENNIE DE L'OS DÉCRÉTÉE PAR L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ.



Bosselé, craqué ou bien lisse, pour la paléanthropologue Michelle Drapeau, chaque os a sa petite histoire à raconter.

à chercher dans les ossements exhumés sur le continent africain. « Leurs phalanges recourbées constituent un bon indice, car elles leur auraient permis de s'accrocher aux branches des arbres, mais d'autres caractéristiques concordent plus ou moins avec la thèse arboricole », explique Michelle Drapeau.

Les vertèbres thoraciques de Lucy ont, elles aussi, leur mot à dire. « On y a détecté des dépôts osseux qui pourraient témoigner d'un stress sur la partie antérieure de la colonne vertébrale. » Un attribut que l'on associe au soulèvement régulier de lourdes charges. Si Lucy a passé une bonne partie de sa vie suspendue aux arbres, elle devait régulièrement soulever son propre poids pour se hisser sur les branches. Il est cependant impossible pour le moment de confirmer cette hypothèse.

« Avec les populations très anciennes, on ne dispose malheureusement souvent que d'un seul spécimen. Il est difficile de déduire les caractéristiques d'une espèce entière à partir des particularités d'un individu. »

Quand les ossements sont abondants, sur des sites archéologiques plus récents, ils en disent davantage sur le mode de vie des communautés. Le broyage intensif des céréales sur meule serait ainsi associé à une pathologie dégénérative des vertèbres, de la jambe et du gros orteil, repérée par l'anthropologue anglaise Theya Molleson à Abu Hureyra, en Syrie, un site datant de 8 000 à 5 000 ans avant notre ère. Au Néolithique, certaines activités de chasse, comme le tir à l'arc et le lancer du javelot, ont laissé en héritage des lésions toutes particulières au coude.

En récupérant les ossements d'anciens cimetières de Nouvelle-France, Robert Larocque, membre du Centre interuniversitaire d'études sur les lettres, les arts et les traditions, peut découvrir les maladies ou carences alimentaires dont souffraient ceux qui y reposent. Car de nombreuses pathologies modifient l'activité des ostéoblastes (ces cellules qui reconstruisent sans cesse l'os) et des ostéoclastes (celles qui le détruisent inlassablement). « Arrêtons de considérer les os comme de vieux bouts de bois mort, insiste le paléanthropologue. Il s'agit de matière vivante, traversée de nerfs et de vaisseaux sanguins, donc nécessairement affectée par différents désordres physiologiques. »

Il y a bien sûr les troubles directement liés à l'os : lésions articulaires, arthrose, périostite, etc. Mais on y détecte parfois aussi des maladies comme la tuberculose. « Le bacille peut se disséminer et attaquer les vertèbres, qu'il détruira parfois jusqu'à 75 % », explique le paléanthropologue. Pour la syphilis, c'est l'inverse : cette pathologie peut mener à la création de matière osseuse, particulièrement apparente sur le crâne et le tibia. Lors d'une fouille récente, Robert Larocque a « diagnostiqué » un cancer de la prostate qui se manifesterait lui aussi par la création de matière osseuse, cette fois sur les os du bassin. « On aurait dit de la pierre ponce ou du corail. » Et l'ostéoporose ? Michelle Drapeau sourit. Jamais elle n'a vu et, elle en est persuadée, jamais elle ne verra un os d'australopithèque en porter les traces. « L'ostéoporose est une maladie de personnes âgées. Jusqu'à tout récemment, les gens ne vivaient pas assez longtemps pour la développer ! »

Les carences alimentaires, quant à elles, ne datent pas d'hier et on peut les détecter à même les plus anciens ossements. L'anémie (carence en fer) rend le plafond des cavités orbitaires plus poreux; le scorbut (carence en vitamine C) provoque des hémorragies sous la membrane entourant l'os, et l'épanchement de sang s'ossifie, ce qui se manifeste par une enflure considérable; le rachitisme (carence en vitamine D) empêche la minéralisation des os qui finissent par se déformer sous le poids du corps. « Je retrouve des tas de fémurs et de tibias courbés sur certains sites, souvent ceux de jeunes enfants, car le rachitisme était très fréquent en Nouvelle-France », note Robert Larocque.

« Arrêtons de considérer les os comme de vieux bouts de bois mort, insiste le paléanthropologue Robert Larocque. Il s'agit de matière vivante, traversée de nerfs et de vaisseaux sanguins, donc nécessairement affectée par différents désordres physiologiques. »



Un bloc de quatre vertèbres dorsales soudées, dont les trois premières ont probablement été détruites par la tuberculose. Provenance : Trois-Rivières, XIX^e siècle.

ROBERT LAROCQUE/ETHNOSCOPE

Cadavres exquis

Sur un petit terrain boisé de l'université du Tennessee, les effluves d'une vingtaine de cadavres emplissent l'air. Il s'agit d'une scène tout à fait banale à la « Body Farm » (un surnom hérité d'un roman de Patricia Cornwell, dont le personnel du Anthropological Research Facility aimerait bien se débarrasser). En laissant la nature faire son œuvre sur les corps de ces généreux donateurs, les chercheurs étudient les différents stades de décomposition, afin d'en tirer un maximum d'information.

Après quelques semaines ou quelques mois, asticots, coléoptères, araignées, vautours, rats et ratons laveurs avois-

nants sont repus. Il ne reste que des os qui peuvent alors rejoindre une vaste collection regroupant plus de 400 squelettes. L'université du Tennessee a mis au point une imposante base de données regroupant les particularités des charpentes de près de 2 000 individus dont la mort permet aujourd'hui d'élucider celle des autres. En s'y référant, les anthropologues judiciaires du monde entier peuvent ainsi établir, par exemple, que tel squelette a 88 % de chances d'être celui d'un Noir, que la probabilité qu'il ait été gaucher avoisine les 70 %, etc.

Au Laboratoire des sciences judiciaires et de médecine légale, à Montréal, c'est la célèbre écrivaine Kathy Reichs qui s'acquitte de cette tâche. Meurtre crapuleux,

suicide ou accident ? On fait appel à ses connaissances lorsque les autopsies conventionnelles ne mènent nulle part. Elle utilise alors des techniques semblables à celles des paléanthropologues pour éclaircir les causes de la mort et, surtout, redonner une identité à ces cadavres anonymes. Elle saura par exemple déterminer que ces marques suspectes sur les côtes ont été laissées par un couteau à steak plutôt qu'une scie; que ces os zygomatiques très plats ont jadis été dissimulés par le sourire d'un Asiatique; que ce large bassin orné de petits trous et rainures a mis au monde plusieurs bébés; que ce crâne traversé de sutures a été criblé de balles avant que son propriétaire ne fête son trente-cinquième anniversaire...

En fait, tout ce qu'on mange laisse des traces dans les os. Ces traces, ce sont des éléments chimiques comme le carbone, l'azote, le strontium, le cuivre et le zinc. Le taux de strontium, par exemple, est assez important chez les végétaux, et diminue à mesure que l'on s'élève dans la chaîne alimentaire, car il est éliminé au profit du calcium lors de la digestion. Il est ainsi relativement facile de distinguer le végétarien du carnivore par son ossature, en tenant compte des signatures chimiques propres à chaque type d'alimentation.

On a effectué des analyses sur les dépouilles du cimetière médiéval de l'abbaye des Dunes à Coxyde, en Belgique. Ces os contenaient jusqu'à cinq fois plus de strontium que ceux de deux autres populations ayant vécu à la même période. Les moines de Coxyde n'étaient donc sans doute pas de grands amateurs de viande rouge, comme en témoignent les déchets de cuisine retrouvés lors de fouilles subséquentes : essentiellement des arêtes de poisson et des coquilles de mollusques. Le strontium intéresse tout particulièrement les paléoanthropologues, car en plus de refléter une alimentation à tendance végétarienne ou marine, son taux est particulièrement élevé chez les femmes enceintes et celles qui allaitent, mais très bas chez le nourrisson. Une soudaine apparition de strontium dans le squelette permet donc de déterminer l'âge du sevrage.

Ces analyses sont fort révélatrices lorsqu'on étudie, par exemple, la conversion des chasseurs-cueilleurs en agriculteurs, période où les changements sont évidents tant sur le plan du style de vie que de l'alimentation. Mais elles ont leurs limites. « Les informations obtenues restent assez générales, surtout au Québec, où la paléoanthropologie est une discipline récente et où l'on ne dispose ni des fonds, ni de l'équipement nécessaires pour effectuer des analyses chimiques très poussées. Pour l'instant, on s'en tient aux observations macroscopiques. » Il faudra donc encore beaucoup de temps avant que nos descendants puissent découvrir notre dévorante passion pour la « zapette », nos rages de poutine et nos orgies de biscuits. **G**



Claire St-Germain, responsable de l'Ostéothèque, à l'Université de Montréal, une collection de 600 squelettes d'animaux

Précieux restes de table

Un amoncellement d'arêtes de morue dans ce qui a été une poubelle ou un dépotoir de Nouvelle-France peut s'avérer une mine d'information pour les zooarchéologues. Morue séchée ou morue fraîche ? « Si on retrouve seulement les vertèbres, on a probablement affaire à de la morue salée, préalablement séchée; tandis qu'en présence du squelette entier, tête incluse, on conclura que la morue a été achetée fraîche au marché », explique Claire St-Germain, responsable de l'Ostéothèque hébergée par l'Université de Montréal. Dans cette collection de 600 squelettes désarticulés, on retrouve les os de plus de 300 espèces différentes, toutes issues du sol québécois. Des sacs remplis d'ossements provenant de différents sites archéologiques y sont régulièrement envoyés pour analyse.

Ces restes reflètent souvent la richesse de nos ancêtres : « Une abondance de pièces de choix comme la fesse de bœuf, et moins de pièces coriaces comme l'épaule, porte à croire que les habitants de l'endroit avaient un statut plus important », dit Claire St-Germain. D'autres ossements peuvent indiquer l'ethnie de leur propriétaire : « Les Français consommaient des pattes de cochon; les Anglais, plus de mouton. De même, on ne s'attendra pas à trouver d'os de porc sur les sites où des musulmans ont vécu, ou alors ce serait un signe qu'ils enfreignaient certains tabous. »

La zooarchéologie permet également de mieux comprendre la domestication des animaux, survenue il y a entre 12 000 et 14 000 ans, puisque ce virage radical est bien visible dans les squelettes. La stature de la plupart des animaux a diminué, les cornes des chèvres, auparavant bien droites, se sont recourbées. Et on peut même déduire à quel moment le lait a été introduit dans l'alimentation des différentes sociétés, entre autres parce que l'âge du sevrage des animaux est lui aussi imprégné dans les os.



anthropologue judiciaire Kathy Reichs en pleine action

THIERRY MARGOUCX, L.S./J.M.L.

Une structure en évolution

Les premiers os semblent avoir servi à protéger le système nerveux des vertébrés, qui devenait de plus en plus complexe.

« On a longtemps cru que les premières structures osseuses étaient apparues pour stocker le calcium nécessaire aux différents besoins physiologiques, explique Richard Cloutier, paléontologue et professeur de biologie à l'Université du Québec à Rimouski. On supposait que le squelette fonctionnel était apparu bien plus tard. »

Mais de récentes recherches paléontologiques et embryologiques ont invalidé cette hypothèse. Les premiers os semblent plutôt avoir servi à protéger le système nerveux des vertébrés, qui devenait de plus en plus complexe. Les plus anciens os connus sont ceux du fossile chinois Haikouella, ainsi que d'autres formes apparentées. « Ces petits poissons primitifs datent du Cambrien inférieur, il y a plus de 530 millions d'années. Ils sont les plus vieux représentants connus du groupe des vertébrés, explique Richard Cloutier. Chez eux, la région antérieure du système nerveux est recouverte d'une fine pellicule osseuse. »

Essentiellement fait de cartilage ou légèrement minéralisé à ses débuts, le squelette des vertébrés a pris du poids au cours des millions d'années. Certains groupes de poissons du Dévonien, les placodermes et les ostracodermes par exemple, arboraient de lourdes cuirasses osseuses en plus d'un squelette interne. D'autres groupes, comme les requins, sont munis d'un squelette léger de cartilage peu ou pas ossifié. Mais les os durs et résistants ont été indispensables pour conquérir la terre ferme, car le support des organes n'était plus assuré par l'eau.

Déjà très originales chez de nombreux dinosaures, des constructions extravagantes ont continué de voir le jour au cours de l'évolution, la rigidité du tissu osseux permettant toutes les bizarreries. À preuve, les bois des orignaux; les défenses des éléphants, du narval ou de l'espadon; les immenses doigts des chauves-souris; les narines des cétacés qui se sont déplacées sur le haut de la tête en forçant un réarrangement complet des os du crâne; les carapaces des tortues ou des tatous. Tous sont autant de spectaculaires variations sur le thème de l'os.

Gros bobos

Travaux manuels, talons hauts, sport intensif. Faisons-nous la vie trop dure à notre charpente?

par Joël Leblanc

Bien content de ne pas être un crustacé! Comme tous les vertébrés, nous avons la chance d'avoir un squelette bien vivant qui grandit avec nous, contrairement à plusieurs invertébrés dotés d'un squelette externe statique duquel ils doivent s'extraire de temps à autre pour en fabriquer un nouveau un peu plus grand. Mais aussi achevé soit-il, notre squelette peut nous causer bien des maux.

Et cela commence au berceau. Nous avons un cerveau hypertrophié par rapport à nos frères primates, résultat d'une « faveur » évolutive qui a décuplé le nombre de nos neurones. À la naissance, une telle tête enflée rend plutôt périlleux le passage à travers l'étroit bassin de notre mère. Résultat: il nous faut naître prématurément par rapport aux autres grands singes afin d'éviter que notre trop grosse matière grise ne bloque complètement notre passage. Heureusement que la tête du bébé est encore un peu molle. Elle peut ainsi se déformer légèrement pour se faufiler à travers le bassin maternel qui fait aussi sa part lors de l'accouchement: la symphyse pubienne, c'est-à-dire le joint cartilagineux qui relie les deux moitiés du bassin à l'avant du pubis, s'assouplit et permet aux deux os de se séparer légèrement, ce qui agrandit l'ouverture. Et malgré cela, notre espèce connaît des complications relativement fréquentes à l'accouchement, alors qu'il s'agit d'une « formalité » chez les autres primates.

Notre vie moderne risque parfois de nous empêcher de faire de vieux os. Le docteur Michel H. Blanchette, chirurgien-

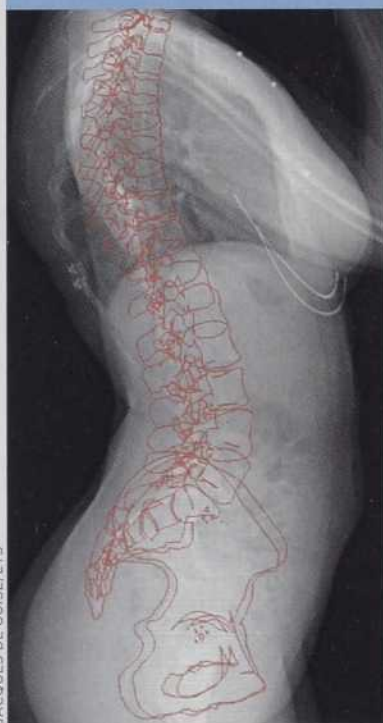


n'arrange rien puisque cela contribue à transférer le poids du corps vers les orteils. « Cette surcharge entraîne évidemment des douleurs aux orteils et à l'avant du pied, mais aussi des problèmes de posture, explique le médecin. La lordose lombaire, c'est-à-dire la cambrure naturelle du bas du dos, s'accroît pour rétablir l'équilibre vers l'arrière, ce qui surcharge les vertèbres inférieures et cause à plus ou moins long terme des douleurs articulaires dans cette région. »

La répétition prolongée de certains gestes, chez les travailleurs manuels et les athlètes de haut niveau par exemple, est aussi contre nature.

Pourtant, même si l'usage intensif de notre squelette l'expose à des risques, le plus grand danger qui nous guette reste l'inactivité. « Les jeunes, plus sédentaires qu'avant, sous-utilisent leur squelette, déplore Michel H. Blanchette. Il en résulte une déminéralisation généralisée qui amoindrit la masse osseuse et augmente les risques de fracture dans des situations où un os normal résisterait sans problème. Bouger régulièrement, c'est nécessaire pour que les os se forment bien. » Longtemps, notre espèce a dû chasser, courir, grimper, travailler pour assurer sa survie, et notre squelette a évolué en ce sens. De nos jours, alors que la principale activité de subsistance consiste à pousser un panier d'épicerie, nos os se sentent bien inutiles et ne voient plus la nécessité de se former solidement. Le secret pour éviter les fractures stupides : bougeons !

Notre posture verticale et notre démarche bipède nous rendent beaucoup plus vulnérables aux blessures dorsales que les autres vertébrés.



JACQUES DE GUISE/ETS

Scoliose. Grâce au système EOS, on peut obtenir des radiographies en trois dimensions.

orthopédiste à Québec, en sait quelque chose. « Le ligament croisé antérieur du genou est souvent déchiré lors de la pratique de certains sports, pour lesquels le corps humain n'a pas été conçu, explique-t-il. Le hockey, le football nord-américain, le ski de bosse et la danse acrobatique, entre autres, l'exposent à des stress qui dépassent ses capacités. »

Notre ossature est également soumise à des positions pour lesquelles elle n'est vraiment pas adaptée. Notre posture verticale et notre démarche bipède nous rendent en effet plus vulnérables aux blessures dorsales. Chez les femmes, le port de talons très hauts

HUGH TURVEY/SPL/PHOTODISC

De l'australopithèque à l'humain moderne, le squelette a connu des transformations spectaculaires. Le crâne s'est gonflé comme un ballon pour héberger un très large cerveau et a développé un front presque vertical. Quand l'homme a adopté la position debout, le trou occipital, orifice dans le crâne qui laisse passer la moelle épinière, a glissé de l'arrière vers le dessous de la tête. Les phalanges des doigts, autrefois recourbées pour bien tenir aux branches, se sont redressées. La partie dentée de la mâchoire a régressé, ce qui a fait saillir le menton. La cage thoracique a pris la forme d'un petit baril alors qu'elle ressemblait plus à un entonnoir inversé. La colonne vertébrale a adopté une double courbure et le bassin s'est complètement transformé pour supporter la stature verticale.

S. TERRY/SPL/PUBLIPHOTO

Matériau vivant

L'os se construit à partir d'un cartilage formé très tôt après la conception.

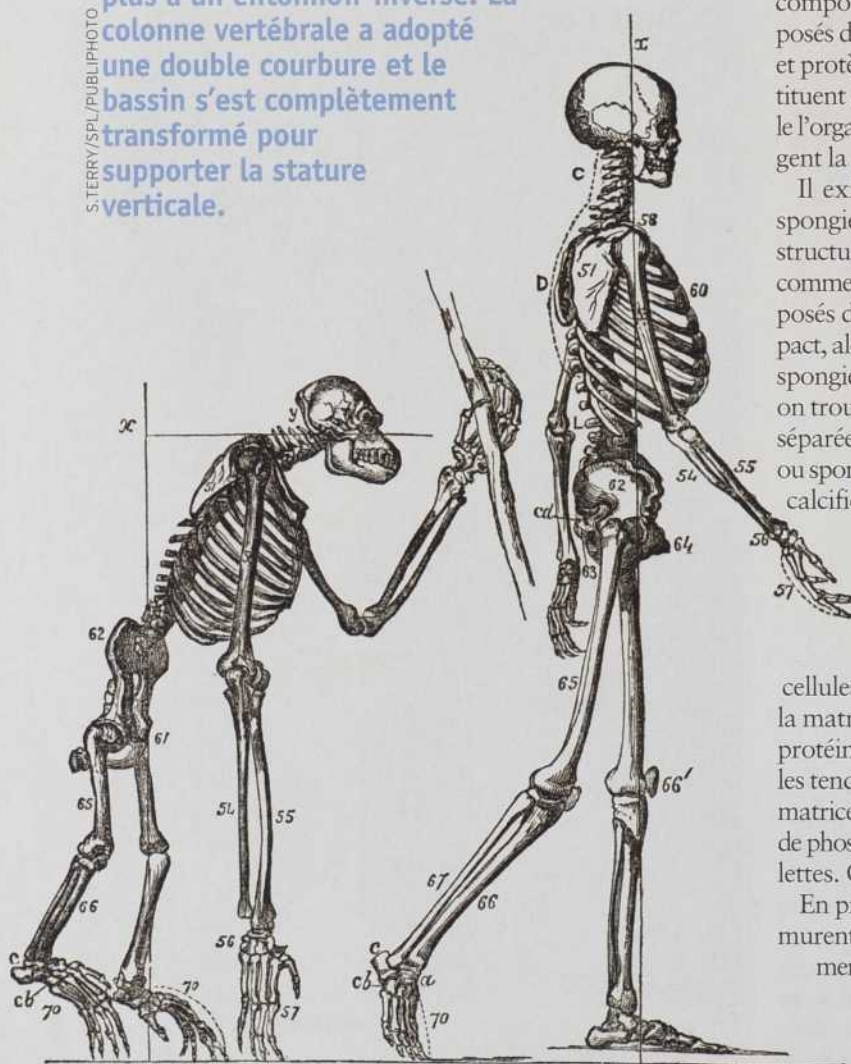
par Joël Leblanc

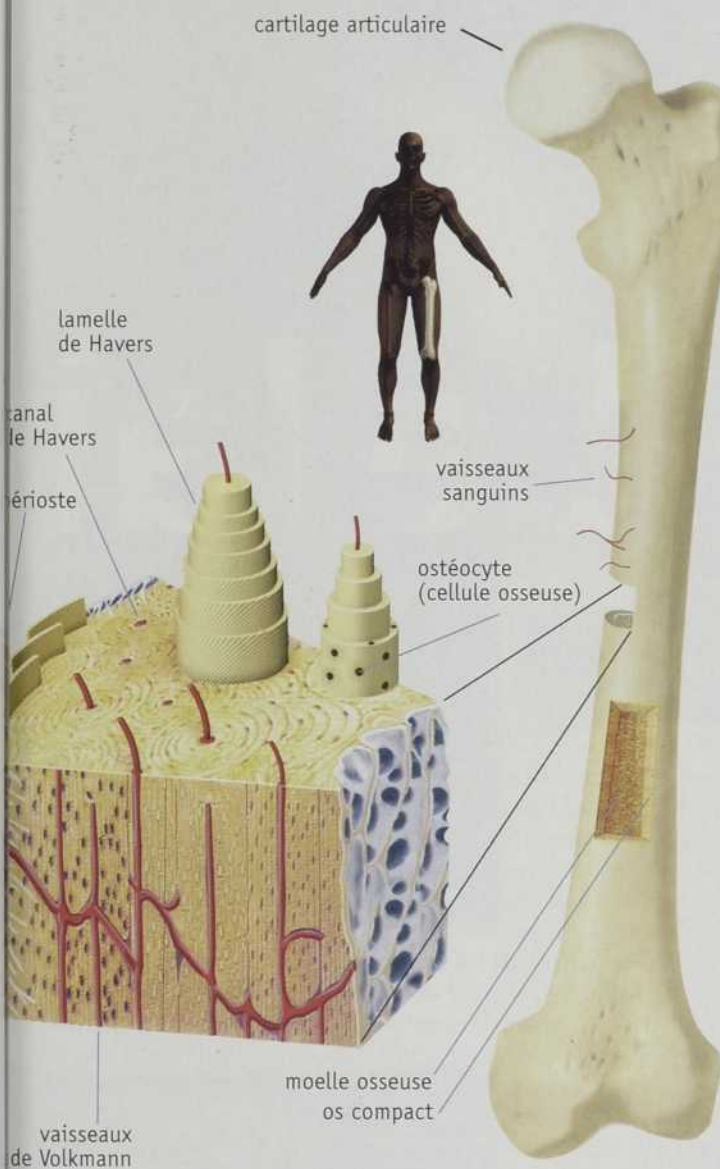
Que ce soit l'os à moelle de votre osso bucco, le squelette de baleine exposé à l'aquarium ou la clavicule que vous vous êtes fracturée lors de votre dernière chute de cheval, tous les os des vertébrés ont, à peu de choses près, la même composition. Parcourus de vaisseaux sanguins et de nerfs, composés de cellules, les os sont des tissus bien vivants. Ils supportent et protègent les organes, et permettent les mouvements. Ils constituent aussi une réserve de calcium et de phosphore dans laquelle l'organisme peut aller puiser en cas de besoin, et certains os hébergent la moelle rouge, siège de la fabrication des globules rouges.

Il existe deux types de tissus osseux : l'os compact et l'os spongieux. Le premier est dense et solide; le second présente une structure poreuse, un peu comme de la tire-éponge. Les os longs, comme le fémur de la cuisse ou le cubitus de l'avant-bras, sont composés d'un cylindre principal creux, ou diaphyse, fait d'os compact, alors que leurs extrémités, appelées épiphyses, sont faites d'os spongieux. Dans les os plats, comme ceux du crâne ou des côtes, on trouve deux couches d'os compact, plus ou moins parallèles, séparées par une couche d'os spongieux. Mais qu'il soit compact ou spongieux, il est formé du même matériau : une matrice osseuse calcifiée dans laquelle vivent des cellules.

Pour bien comprendre la structure de l'os, il faut savoir comment il se forme. Dans un embryon humain en croissance, une première ébauche de squelette en cartilage se forme très tôt. Dès la huitième semaine de développement, ce cartilage commence à s'ossifier. Des cellules spécialisées, les ostéoblastes, se mettent alors à produire la matrice osseuse, principalement constituée de collagène, une protéine structurante que l'on retrouve aussi dans les ligaments, les tendons et la peau. Les ostéoblastes minéralisent ensuite cette matrice en produisant de l'hydroxyapatite de calcium, une forme de phosphate de calcium, sous l'apparence de microscopiques aiguillettes. C'est ce composé qui confère à l'os sa dureté.

En produisant la matrice osseuse, plusieurs ostéoblastes s'emurent eux-mêmes et se retrouvent prisonniers de l'os nouvellement formé : ils deviennent alors des ostéocytes, cellules vivantes de l'os. Celles-ci, à l'abri dans leur petite cavité, sont reliées à leurs congénères et aux cellules de la surface par un réseau de fins canaux dans lesquels ils émettent des pro-





Cachez cet os que je ne saurais voir...

Chez de nombreux mammifères, incluant les carnivores, les rongeurs, les primates et les insectivores, le pénis du mâle renferme un os, le baculum ou os pénien. Une énigme pour les évolutionnistes, puisqu'on sait qu'un pénis peut très bien être rigide par simple pression sanguine et que, comme tout autre os du corps, le baculum est sujet à fractures. Et la contrepartie femelle, l'os clitoridien, ou baubellum, existe aussi. Ce sont des os à la forme très variable chez les mammifères, permettant l'identification très précise de l'espèce. L'humain est le seul primate dépourvu d'un tel os.



Os pénien d'homme ? Non, os d'ours !

Étudier les chutes pour mieux les comprendre et les prévenir

Au Centre de recherche sur le vieillissement, des études portent, entre autres, sur :

- l'équilibre
- la téléadaptation
- la biomécanique du mouvement
- l'évaluation des programmes d'exercices
- l'évaluation des coûts des programmes d'intervention

Nous accueillons également des étudiants des cycles supérieurs en gérontologie, en sciences cliniques, en bio-ingénierie, en sciences de la santé, en kinanthropologie/kinésiologie, en administration, etc.

Voué à l'autonomie de la personne âgée

www.cdrv.ca ■ (819) 829-7131 ■ info@cdrv.ca



Centre de recherche sur le vieillissement

Institut de recherche de

S UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

longements et où circule aussi le liquide extracellulaire, le fluide dans lequel baignent toutes les cellules du corps humain.

Dans le cas des os longs, l'ossification commence par la diaphyse. À la naissance, nos épiphyses sont encore cartilagineuses, de même qu'une bonne partie de nos os plats, comme en témoigne la mollesse du crâne des nourrissons. Ce n'est qu'une fois la croissance terminée, à la fin de l'adolescence, que l'ossification du squelette sera totale. Durant l'enfance et l'adolescence, la croissance des os longs se fait par les deux extrémités, à la jonction entre la diaphyse et les épiphyses. De l'os nouveau est synthétisé par des ostéoblastes, alors que les ostéoclastes se chargent de détruire l'os ancien. Les os longs demeurent ainsi creux sur toute leur longueur pour laisser place à la moelle.

Mais même lorsque notre croissance est terminée, nos os continuent de se remodeler. Environ tous les 10 ans, grâce à ce processus, on se retrouve donc avec un squelette flambant neuf et bien solide!

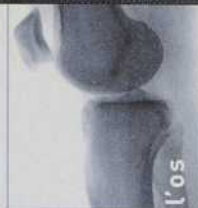


Le lait

La re
Ferio
par Ca

T

l'aires, c
Gambie,
Société, ce
Aux É
survas de
mentatio
tantes le
par jour
-la plus g
boivent p
Voilà q
recommen
ments et a
quondam
De plus
solution a
gaver de
dans auto
Les os se
cum, mais
legumes a
A Turves
ce présen
Le lait a
gérés une
gère anim
pourquoi p
à remplir



La recommandation: boire plus de lait à la santé de nos os. Ferions-nous fausse route?

par Catherine Dubé

frappe un os

Toute sa vie, Yolande Boisvert a bu du lait, mangé du yogourt et ingéré du fromage en quantité. Pourtant, à 57 ans, elle souffre d'ostéoporose sévère. Cette femme de Mont-Saint-Hilaire n'est pas seule dans son cas. Les Suédoises, qui se classent parmi les championnes du monde de la consommation de produits laitiers, détiennent également le record de l'ostéoporose. En Gambie, où l'alimentation fournit trois fois moins de calcium qu'en Suède, cette maladie est pratiquement inconnue.

Aux États-Unis, la *Nurses' Health Study* (77 000 infirmières suivies depuis les années 1980 pour analyser les liens entre alimentation et santé) est arrivée à des conclusions déconcertantes : les Américaines qui boivent deux verres de lait ou plus par jour courent davantage de risques de se fracturer la hanche – la plus grave conséquence de l'ostéoporose – que celles qui n'en boivent presque pas!

Voilà qui a de quoi remettre sérieusement en question les recommandations de Santé Canada et de ses équivalents états-unis et européens, qui conseillent d'ingérer des produits laitiers quotidiennement.

De plus en plus de scientifiques s'entendent pour dire que la solution au problème de l'ostéoporose ne consiste pas à se gaver de lait, mais à faire attention à tout ce qui se trouve dans notre assiette!

Les os sont une passoire. Tous les jours, ils font le plein de calcium, mais ils en perdent également beaucoup. Les fruits et les légumes aident à colmater les brèches et donc à limiter les pertes. À l'inverse, les viandes, le sel et les céréales accélèrent les fuites de ce précieux minéral (voir l'encadré *Le cycle du calcium*).

Le lait aurait, quant à lui, une double personnalité: il fournit certes une grande quantité de calcium, mais les protéines d'origine animale qu'il renferme entraînent des pertes calciques. Boire toujours plus de lait dans l'espoir de solidifier ses os équivaudrait à remplir une cruche percée.

Devrions-nous donc bannir le lait de notre alimentation? Surtout pas, estime la nutritionniste Nathalie Jobin, directrice des affaires scientifiques de la clinique Extensio à l'Université de Montréal: « Les études telles que la *Nurses' Health Study* ne sont pas très fiables scientifiquement. On fait remplir des questionnaires aux gens. Ils doivent se souvenir de ce qu'ils ont mangé deux ans auparavant. Ce n'est pas évident! »

D'autant plus que l'ostéoporose ne résulte pas seulement de l'alimentation. La cause principale, ce sont les hormones, ce qui explique qu'elle touche surtout les femmes au tournant de la ménopause. Quand les œstrogènes ne sont plus là, les os s'effritent plus vite qu'ils ne peuvent se régénérer. La testostérone agit de son côté en stimulant la construction de nouvelles cellules osseuses. Les hommes peuvent donc eux aussi souffrir d'ostéoporose, quand leur production de testostérone s'essouffle: vers 65 ou même 75 ans.

Les dérèglements de la glande thyroïde et certains médicaments comme les anti-inflammatoires et les laxatifs peuvent aussi avoir un impact désastreux sur le squelette. La génétique compte également pour beaucoup. En outre, certaines personnes ont la malchance d'être affublées d'un gène récepteur de la vitamine D (essentielle à la fixation du calcium) qui ne fait pas bien son travail.

Même la géographie a un impact sur les os, car l'ensoleillement influe sur la quantité de vitamine D synthétisée par la peau. Conclusion des experts: tous les habitants du globe n'ont pas les mêmes besoins en calcium. S'entendre sur les quantités, c'est une autre histoire...

Après des années de tergiversations, l'OMS et la Food and Agriculture Organization (FAO), des organismes relevant des Nations unies, ont finalement pondu deux séries de recommandations: une pour les pays où on consomme peu de viande et une autre pour les pays occidentaux où l'on a un régime plus salé et plus carné, et où l'ostéoporose fait des ravages. Au Canada, après 50 ans, une femme sur 4 et un homme sur 8 en sont atteints.

Jusqu'à 20 % des victimes d'une fracture de la hanche décèdent de complications dans l'année qui suit. Le quart des survivants demeurent invalides.

Mais si on s'entend sur la nécessité pour les carnivores occidentaux de consommer plus de calcium, les quantités suggérées, elles, varient du simple au double : de 500 mg à 1 000 mg par jour pour un adulte d'âge mûr ! Les tenants des recommandations maximales affirment qu'il vaut mieux un peu plus que pas assez.

Pour l'OMS, calcium n'égal pas forcément produits laitiers, contrairement à Santé Canada et au ministère français de la Santé. Dans son ouvrage *Santé, mensonge et propagande*, le journaliste Thierry Souccar affirme que les experts qui ont rédigé les dernières recommandations françaises sont par ailleurs conseillers pour l'industrie laitière. « Qu'on accole des arguments santé aux laitages pour écouler les surplus, c'est insensé, dit-il d'une voix tranchante. Si les producteurs de chou avaient été puissants et bien conseillés sur le plan marketing, on nous recommanderait probablement de consommer trois portions de chou par jour ! » Ce qui serait peut-être sage, car 100 g de chou chinois apportent à l'organisme plus de calcium qu'un verre de lait !

A larmée par le risque de cancer de la prostate et celui des ovaires, qui semblent augmenter au même rythme que le nombre de portions de lait, l'école de santé publique de Harvard aux États-Unis, affirme même

Le cycle du calcium

Le calcium est l'un des principaux éléments constitutifs du squelette. Il joue aussi un rôle vital dans la contraction musculaire, la circulation des influx nerveux, la coagulation, etc. Quand l'organisme n'en trouve pas assez dans le sang pour venir à bout de toutes ces tâches, il va en puiser là où il y en a le plus : dans les os.

La fabrication du tissu osseux est un éternel recommencement. Elle résulte d'une course effrénée entre deux types de cellules : celles qui s'affairent à construire l'os (les ostéoblastes) et celles qui s'activent à le détruire (les ostéoclastes). Ce processus est constant. Si les cellules destructrices prennent le dessus, nos os finissent par ressembler à du gruyère. Or, les protéines d'origine animale augmentent l'activité des ostéoclastes. Une fois ses besoins en protéines comblés, l'organisme envoie l'excès vers le foie pour qu'il soit métabolisé. Cette opération libère des déchets acides qui se dirigent vers les reins et aboutissent dans l'urine. Le corps appelle alors des minéraux alcalins à la rescousse – dont le calcium des os – pour neutraliser cet excès d'acide. La relation est directe : pour chaque gramme de protéines ingéré, on perd 1 mg de calcium. Imaginez l'effet dévastateur d'un steak de 200 g !

Éliminer les protéines n'est pourtant pas souhaitable, puisque les personnes âgées qui n'en mangent pas suffisamment ont tendance à souffrir d'ostéoporose ! Car n'oublions pas que les os sont aussi constitués de protéines... On peut par contre avan-

qu'on devrait se contenter d'un seul produit laitier par jour. Le reste du calcium devant provenir d'autres sources, clame-t-elle.

La vérité, c'est que les nutritionnistes font la promotion du lait parce qu'il s'agit d'une source concentrée de calcium, accessible et bon marché. « C'est plus facile de boire un verre de lait que de prendre une tasse d'amande ou deux tasses et demi de brocoli », fait valoir Nathalie Jobin.

Devrait-on alors opter pour des comprimés ? Les médecins continuent de le conseiller aux femmes qui n'arrivent pas à ajouter assez de calcium à leur menu, surtout à l'approche de la ménopause. Toutefois, comme pour le lait, une partie du comprimé risque d'être éliminée par l'organisme.

Les produits laitiers ont aussi leurs défenseurs. Le docteur Claude C. Roy, gastroentérologue de l'Hôpital Sainte-Justine, à Montréal, voit de plus en plus de ses jeunes patients privés de produits laitiers par des parents inquiets des maux qu'on leur attribue, depuis les allergies jusqu'à l'obésité infantile, en passant par le cancer de la prostate et le diabète de type 1. « Ces mythes au sujet du lait peuvent mettre en péril la santé des enfants », a-t-il déclaré l'an dernier lors du symposium annuel des Producteurs laitiers du Canada.

Si on peut se questionner sur la pertinence de consommer des litres de lait à l'âge adulte, les enfants, eux, ont en effet un grand besoin de calcium pour alimenter leur squelette en pleine croissance. Et les jeunes aiment rarement les sardines et le tofu... Jusqu'à la mi-vingtaine, il est donc indiqué de mettre les produits laitiers à l'honneur. Reste que de continuer d'en consommer autant à l'âge adulte dans l'espoir de chasser la menace de l'ostéoporose semble vain. Un verre de lait, c'est bien. Mais deux, est-ce vraiment mieux ? **CS**



Fondation
Canadienne
d'Orthopédie

**Vouée au
maintien et au
rétablissement
de la mobilité
de chacun**

www.canorth.org

15 ans 2006

**HiHiP
HOURRA!**





CANAPRESS

Au Canada, une femme de plus de 50 ans sur quatre souffre d'ostéoporose.

On recommande de remplacer quelques repas de viande par des protéines végétales, telles que les légumineuses et le mal aimé tofu qui, au contraire, protègent le capital osseux.

Les céréales produisent elles aussi des déchets acides qu'il faut neutraliser, et leurs fibres peuvent emprisonner une partie du calcium ingéré, qui devient ainsi inutilisable. Quant au sel, c'est un grand ennemi des os. Arrivés dans les reins, sodium et

calcium entrent en compétition pour être réabsorbés dans le sang. Ce qui ne l'est pas entre dans le bilan des pertes urinaires. Chez l'adulte occidental, au moins la moitié du calcium ingéré chaque jour termine ainsi son périple dans la vessie et l'intestin plutôt que dans les os. Les enfants, en pleine croissance, le fixent heureusement beaucoup mieux.

Les fruits et les légumes, par contre, sont bourrés de potassium et de magnésium, qui aident à neutraliser les déchets acides issus de la digestion et à transporter le calcium là où il pourra se rendre utile.

La disponibilité du calcium dans les aliments varie énormément. L'organisme réussit par exemple à absorber 50 % à 65 % du calcium contenu dans le chou et le brocoli, mais seulement le tiers de celui contenu dans le lait et le tofu. Pour les amandes, c'est 20 %. Certains végétaux, comme les épinards, contiennent des oxalates et des phytates, des substances qui emprisonnent le calcium.

La vitamine D s'avère pour sa part essentielle, car elle participe à la synthèse d'un transporteur aidant le calcium à franchir la paroi intestinale vers le sang qui le conduira jusqu'au squelette. « Dans les pays nordiques, beaucoup de gens sont en déficit de vitamine D à cause du manque d'ensoleillement l'hiver, souligne la nutritionniste Nathalie Jobin. C'est peut-être l'une des causes de la grande prévalence de l'ostéoporose. »

Le calcium réagit même à sa propre présence : plus on en consomme, moins on l'absorbe efficacement ! Comme si l'organisme se disait : « C'est l'abondance, pourquoi se fatiguer à constituer des réserves ? »

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

Mettre du génie dans la santé

Plusieurs centres et réseaux de recherche supportés par le Fonds québécois de recherche sur la nature et les technologies constituent une véritable pépinière pour les innovations biomédicales. Photonique, laser, plasma, spectrométrie de masse, micro-électronique, génie des protéines, robotique, autant de technologies de pointe qui assurent un apport original et essentiel à la santé des québécois.

Des outils diagnostiques prometteurs

La lumière est de plus en plus mise à contribution dans les approches diagnostiques et les chercheurs du **Centre d'optique, photonique et laser** s'en servent notamment pour étudier l'activité du cerveau et du système nerveux. Ils sont à mettre au point des nanosondes à base de fibre optique pour détecter des signaux lumineux dans les neurones et éventuellement en arriver à diagnostiquer des désordres neurologiques.

www.copl.ulaval.ca

Le Réseau en sciences et applications avancées des plasmas,

Plasma-Québec, mise sur ce gaz ionisé et très chaud qu'est le plasma pour décupler la précision des sources de rayons X et ainsi réussir à détecter de petites tumeurs du sein bien cachées. Très polyvalent, le plasma est aussi utilisé pour la stérilisation d'instruments chirurgicaux, afin de venir à bout des contaminants les plus coriaces, notamment les spores bactériennes.

www.plasmaquebec.ca

Les chercheurs du **Centre de biorecognition et de biocapteurs** sont, pour leur part, en voie d'élaborer des méthodes de détection non invasives et en temps réel des anomalies de l'activité cellulaire permettant d'identifier des cellules cancéreuses ou la présence de pathogènes sur les instruments médicaux et dans les aliments.

www.bmed.mcgill.ca/CIBB-ICBB/

Les neurotechnologies... un pas vers le corps bionique

Restaurer des fonctions du corps humain, un vieux rêve que les chercheurs du **Regroupement stratégique en microélectronique du Québec** sont en voie de réaliser en misant sur la stimulation électrique de tissus nerveux grâce à des microsystèmes intégrés sur des puces (neurotechnologies). Ces innovations en micro-électronique médicale ont notamment conduit à la conception d'un implant urinaire destiné aux paraplégiques et à la réalisation de capteurs pour la commande d'une jambe artificielle. De plus, l'équipe a récemment développé un prototype d'œil électronique qui, en stimulant le cortex visuel grâce à des mesures précises du cerveau, permettra à des aveugles de voir à nouveau.

resmiq.grm.polymtl.ca

La mission du **Fonds Nature et Technologies** est de promouvoir et de développer la recherche, d'assurer sa diffusion et d'encourager la formation par la recherche dans les domaines reliés principalement aux sciences naturelles et au génie. Pour en savoir plus, visitez notre site au www.fqrnt.gouv.qc.ca

Fonds de recherche
sur la nature
et les technologies

Québec





Pièces de recherche

Avec les baby-boomers qui veulent jouer au golf jusqu'à 70 ans, les concepteurs de prothèses articulaires ont du pain sur la planche. Incursion au pays d'une médecine nouvelle.

par Marie-Eve Cousineau



Au Centre de réadaptation Marie Enfant de l'Hôpital Sainte-Justine : Caroline Plourde, technicienne en orthèse et Jean-Yves Létourneau, mécanicien en orthèse (à gauche), et Céline Goyette orthésiste-prothésiste (ci-dessus); un travail de précision

change

PHOTOS : YVES PROVENCHE

« **A** 50 ans, tu ne marcheras plus. » Denis Bergevin avait 17 ans quand le verdict est tombé. Il venait d'être victime d'un accident de moto et sa jambe gauche était sérieusement amochée. Trente-trois ans plus tard, après 11 opérations, le colosse boîte tellement qu'il cesse de travailler. Son genou, attaqué par l'arthrose, doit être remplacé par une prothèse. « Ça a été une véritable délivrance », dit aujourd'hui l'homme de 51 ans, qui a repris son travail d'auxiliaire dans un hôpital.

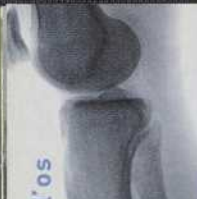
Le remplacement d'une articulation est une opération de dernier recours. Lorsqu'un os est très usé, à la suite de fractures

par exemple, on peut installer des plaques et des vis au patient, en plus d'effectuer une greffe osseuse.

Lors d'une de ses nombreuses chirurgies, Denis Bergevin s'est fait implanter du tissu de la crête iliaque (partie supérieure de la hanche) dans le tibia. Dans certains cas, on peut implanter des substituts osseux synthétiques. Héma-Québec fournit aussi des greffons osseux et certains hôpitaux possèdent une banque d'os, contenant des têtes fémorales prélevées sur des patients qui ont subi un remplacement de la hanche. Congelés et testés (notamment pour le VIH-sida), ces implants sont réduits en petits morceaux pour remplir un vide osseux. « Il n'y a pas de rejet, car l'os implanté est mort », dit Olga L. Huk, orthopédiste et directrice de projets au laboratoire de recherche en orthopédie de l'Hôpital général juif de Montréal. « Il ne contient plus de cellules, mais seulement des minéraux et du calcium. » Autour de cette matrice, semblable à un corail, poussent ensuite des cellules osseuses.

Mais lorsque l'os est trop endommagé par un cancer, une infection, des fractures ou de l'arthrose, un remplacement articulaire doit être effectué.

Au Canada, 26 500 genoux artificiels et près de 22 000 hanches ont été installés en 2002-2003, d'après l'Institut canadien d'information sur la santé (ICIS). Depuis huit ans, le nombre de remplacements a grimpé de 54 % (77 % pour le genou seulement!).



Cette augmentation est en partie due au vieillissement de la population. Les deux tiers des arthroplasties totales de la hanche et du genou sont pratiquées sur des patients de 65 ans et plus. Mais depuis huit ans, les remplacements de genou ont doublé chez les 45-54 ans. Et pour cause : les baby-boomers, plus actifs que leurs prédécesseurs, usent prématurément leurs articulations. Les obèses, eux, sont trois fois plus susceptibles de subir une telle chirurgie que la population en général.

C'est en 1962 que l'orthopédiste britannique John Charnley a implanté pour la première fois une articulation artificielle de la hanche. Elle était composée d'une cupule en polyéthylène cimentée dans la cavité de l'os iliaque, ainsi que d'une sphère et d'une tige métallique insérée dans la partie supérieure du fémur. Aujourd'hui, la durée de vie des prothèses articulaires est de 15 à 20 ans. Ce qui peut sembler court pour un patient de 45 ans qui s'imagine encore jouer au golf à 70 ans!

Chez environ le quart des patients de moins de 55 ans, qui

Un os, ça s'allonge!



Allonger un os de 5 cm? C'est possible, grâce à la méthode Ilizarov qui consiste à couper en deux l'os de la jambe, du bras ou même du maxillaire inférieur et de séparer graduellement les extrémités afin que du nouveau tissu osseux se forme. Cette technique, mise au point

dans les années 1950 par l'orthopédiste sibérien Gabriel Ilizarov, est demeurée inconnue du monde occidental jusque vers les années 1990. Elle représente pourtant une petite révolution. « On croyait auparavant que pour permettre à un os de guérir, il fallait absolument coller les deux parties ensemble, dit Reggie C. Hamdy, orthopédiste pédiatrique à l'Hôpital des Shriners de Montréal. Ilizarov a montré qu'en séparant graduellement deux parties d'os, on génère une tension mécanique qui stimule la formation osseuse. »

À l'Hôpital des Shriners, environ une vingtaine d'enfants qui ont une jambe plus courte que l'autre de plus de 4 cm, subissent une telle intervention chaque année. Un appareil externe, attaché à l'os à l'aide de fils de fer, est installé sous anesthésie générale, et le fémur (ou le tibia) fracturé volontairement. L'enfant, ou le parent, ajuste l'appareil pour séparer les bouts osseux d'un millimètre chaque jour. Après 50 jours, l'os a allongé de 5 cm.

Cette méthode n'est pas sans douleur et elle génère des infections fréquentes. « Dans 10% des cas, l'os se fracture une fois l'appareil enlevé, précise Reggie C. Hamdy. Il n'était pas assez solide. » Mais cette méthode demeure la plus efficace.

subissent un remplacement de hanche traditionnel (une surface en polyéthylène et une en métal), la prothèse se descelle au bout de 10 ans. « Elle s'use parce que les gens sont très actifs », dit Olga L. Huk. Depuis 1988, on a recours à une prothèse de hanche faite uniquement de métal, qui s'use beaucoup moins vite qu'une prothèse traditionnelle. Très coûteuse, elle est cependant réservée aux jeunes patients.

Depuis 10 ans, Olga L. Huk étudie le comportement des particules d'usure des prothèses de la hanche. L'organisme identifie comme des corps étrangers les petites particules de plastique, de métal ou de céramique ainsi relâchées. Des cellules macrophages s'y attaquent et sécrètent des protéines très puissantes pour les dissoudre. « Le plastique stimule tellement les cellules que cela provoque une réaction chimique assez puissante pour détruire l'os autour », dit Olga L. Huk. Résultat : la prothèse se descelle. Les particules de métal et de céramique provoquent moins de réaction que le polyéthylène.

Mais le métal présente un autre inconvénient : il libère dans le sang des ions métalliques, dont on ne connaît pas les effets sur le fœtus. « Par précaution, j'utilise la céramique chez les femmes jeunes, qui peuvent devenir enceinte », poursuit l'orthopédiste. Cette matière inerte est toutefois cassante.



Prothèse de hanche en céramique



The Centre for Bone and Periodontal Research

Hôte du programme de formation IRSC en recherche sur la santé du squelette

Le Centre de Recherche sur le Tissu Osseux et le Parodonte offre des services précliniques en histologie, biochimie, imagerie et biomécanique.

Il possède la gamme complète de plateformes et d'expertise de recherche sur le tissu osseux et la parodontie.

Nos membres représentent des chercheurs canadiens renommés dans plusieurs champs d'études tels que l'os, le cartilage, le parodonte et les biomatériaux.

Le Centre utilise des techniques à la fine pointe de la recherche biomédicale, telles que la microtomographie, la radiographie, la densitométrie et l'imagerie optique.

Visitez www.bone.mcgill.ca pour vous renseigner sur nos services précliniques.

Centre de Recherche sur le Tissu Osseux et le Parodonte

740 Ave. Dr. Penfield
Suite 2200
Montréal (QC) H3A 1A4
Tél.: 514-398-6028
Fax: 514-398-4020



« Le succès du remplacement d'une articulation d'un membre supérieur dépend de la qualité de l'enveloppe de tissu mou, explique Sylvain Gagnon, orthopédiste à l'Hôpital du Sacré-Cœur, à Montréal. On est satisfait quand un patient avec une prothèse à l'épaule parvient à lever son bras un peu plus haut que la clavicule. » Les prothèses de hanche et de genou donnent des résultats plus probants. Après cinq mois de physiothérapie, et une hospitalisation pour faire fléchir sa jambe qu'il ne parvenait à plier qu'à 67 degrés – ce qui n'arrive que très rarement après ce genre d'opération –, Denis Bergevin a repris ses activités quotidiennes. Il s'adonne même à l'équitation. « Mon genou est juste un peu plus "raide" le matin », dit-il. D'autres éprouvent une douleur à la rotule.

Le genou est une articulation complexe qui peut effectuer des mouvements de glissement et de rotation selon trois plans différents : flexion/extension; rotation du tibia par rapport au fémur; abduction/adduction (le tibia se dirige vers l'extérieur par rapport au fémur et le contraire). « Très peu de prothèses sont capables de reproduire la complexité du mouvement », dit Jacques A. De Guise, professeur au département de génie de la production automatisée de l'École de technologie supérieure à Montréal. Il pense qu'un jour, on sera en mesure d'élaborer des prothèses personnalisées qui pourraient même évoluer à mesure que le patient vieillit.

D'autres chercheurs tendent plutôt à imiter l'os. La tige de métal de la prothèse de hanche est de 2 à 10 fois plus rigide que celui-ci. Ainsi, l'os fémoral adjacent ne supporte pas le poids du patient et n'est pas soumis à des contraintes mécaniques lors de la marche. « Les cellules osseuses en déduisent qu'il ne fonctionne plus et le détruisent, ce qui entraîne un descellement », explique L'Hocine Yahia, responsable du Groupe de recherche en biomécanique et biomatériaux de l'École polytechnique de Montréal. Avec Habiba Bougherara, étudiante au doctorat, il travaille sur un composite dont la rigidité se rapproche du tissu osseux.

Mais pourquoi s'acharner à imiter le tissu osseux, alors qu'on pourrait tout simplement le régénérer? À l'École polytechnique et à l'Hôpital du Sacré-Cœur, on tente de développer une matrice dans un matériau biodégradable (bioverre, biocéramique ou composite) pour y cultiver des cellules osseuses et implanter le tout dans l'organisme où le tissu continuera de se régénérer. « Le but, c'est que la matrice se dégrade au fur et à mesure que des cellules osseuses se forment », explique Julio Fernandes, directeur du Laboratoire de recherche en orthopédie de l'Hôpital du Sacré-Cœur. Il testera bientôt le comportement de cellules souches issues de la moelle osseuse dans une matrice biodégradable à laquelle il pourrait ajouter plus tard une protéine de croissance, le BMP.

D'ici là, les ingénieurs tenteront de concevoir des articulations artificielles qui puissent se glisser dans une incision d'à peine 5 mm. « La tendance est à la chirurgie peu invasive », dit Yvan Petit, chercheur au Laboratoire de recherche en orthopédie de l'Hôpital du Sacré-Cœur. Et à la préservation osseuse. Depuis quelques années, les orthopédistes pratiquent le « resurfaçage » de la hanche, une opération qui consiste à remplacer les surfaces articulaires du fémur et de la cavité de la hanche, et à remodeler la tête du fémur au lieu de l'enlever. À l'Hôpital général juif de Montréal, les premiers patients qui ont subi la chirurgie en 2004 marchaient dès le lendemain! **CS**

Nous remercions pour sa précieuse collaboration Jacques A. De Guise, directeur du Laboratoire de recherche en imagerie et orthopédie (LIO) de l'ETS, qui nous a donné l'idée de ce dossier.

Mécanique de précision

À Québec, on fabrique des prothèses intelligentes qui devinent les intentions...

Derrière les portes battantes de leur atelier, les prothésistes du Centre de réadaptation Marie-Enfant de l'Hôpital Sainte-Justine sont de véritables garagistes! Ils réparent les prothèses des enfants, les adaptent à leur bicyclette et à leurs nombreuses activités. Sébastien Gagnon conduit un motocross en accélérant du... crochet droit! Sa « main » artificielle, interchangeable, a été conçue en fonction de la poignée. « La seule chose que je ne peux pas faire avec ma prothèse, c'est de rester suspendu dans les airs », dit l'adolescent de 15 ans.

Il existe même aujourd'hui des prothèses munies de microprocesseurs, qui sont encore plus efficaces. Mais elles ne sont pas encore disponibles pour les amputés des membres supérieurs. « Dans le monde, on compte neuf amputés du bas du corps pour un amputé du haut, dit Stéphane Bédard, vice-président exécutif et chef des opérations de Victhom bionique humaine, à Québec. Le marché est restreint et peu d'entreprises investissent dans ce champ de recherche. »

Quant à greffer de vrais membres supérieurs, c'est une opération douloureuse et qui mène presque toujours à un rejet, d'après Julio Fernandes.

Les prothèses de membres inférieurs, elles, sont beaucoup plus au point. En 1999, la compagnie allemande Otto Bock Healthcare a lancé aux États-Unis le genou C-leg, un système à hydraulique contrôlé par un microprocesseur qui s'adapte en temps réel à la cadence de marche du patient. La première prothèse de jambe motorisée au monde, conçue par Victhom bionique humaine, va encore plus loin. Un appareil situé sur la jambe saine du patient mesure les changements dans les mouvements et transmet ces données au microprocesseur situé dans la prothèse. Ainsi, la machine reconnaît les intentions de l'amputé, ce qui lui permet de marcher jusqu'à une vitesse de 7 km/h, de grimper un plan incliné de 15° et de descendre des escaliers de façon naturelle. Elle s'adapte même à la démarche de l'individu lorsque celui-ci porte un lourd manteau d'hiver! « L'amputé n'a plus besoin de se déhancher pour marcher », dit Stéphane Bédard, fondateur de Victhom. Les prothèses traditionnelles exigent des patients qu'ils initient tous les mouvements. Lorsqu'il marche, un jeune amputé du tibia dépense environ 35% plus d'énergie qu'une personne normale, d'après Christiane Gauthier-Gagnon, professeure titulaire à l'École de réadaptation de l'Université de Montréal.

C'est encore la réalité de la grande majorité des amputés. Dans le monde, seulement 50 personnes (dont l'ex-premier ministre du Québec Lucien Bouchard) se promènent avec **la prothèse de Victhom bionique humaine**. Son coût? 40 000 \$!





Les nanotechnologies prolongeront l'application de la loi de Moore... avant d'en sonner le glas !

Le secteur de l'électronique est appelé à être un des plus grands bénéficiaires de la nanotechnologie. En raison d'une part de la miniaturisation continue des circuits électroniques -laquelle est prévue se poursuivre pour une dizaine d'années encore- puis par les possibilités infinies que laisse entrevoir la nanoélectronique : des ordinateurs encore plus rapides, plus petits, plus puissants...

MOORE FAIT LA LOI

En 1965, Gordon Moore, co-fondateur du manufacturier de circuits électroniques Intel, avait observé que, depuis qu'on avait inventé les circuits électroniques, on était parvenu à en doubler la capacité à tous les 18 mois. Il avait prévu que ce rythme de progrès se poursuivrait, ce qui s'est avéré.

L'accroissement de la performance des puces électroniques et la réduction de leur taille sont à l'origine de l'apparition d'une multitude de produits et de services : ordinateurs portables, téléphonie cellulaire, GPS, appareils médicaux, robots industriels, etc.

D'ici 10 ans toutefois, il est prévu que la loi de Moore atteigne ses propres limites. Le bon vieux transistor de silicium aura tout donné! Un changement de paradigme sera alors nécessaire, ce que permettront les nanotechnologies.

Chérie, j'ai réduit les circuits !

L'approche actuelle de miniaturisation fait largement appel aux techniques de photolithographie. Sur le campus de l'Université de Sherbrooke, l'entreprise Quantiscript poursuit le développement d'une technologie qui permettra aux Intel, Motorola et autres IBM de ce monde de réduire sensiblement la taille des circuits imprimés qu'ils fabriquent.



Éric Lavallée

Quantiscript est une entreprise qui essaime de la thèse de doctorat d'Éric Lavallée, alors étudiant en génie électronique. Le chercheur, aujourd'hui vice-président Recherche et développement à Quantiscript, a élaboré une technologie qui permet d'obtenir, en lithographie, des couches extrêmement minces et uniformes sur des surfaces fragiles.

C'est par lithographie que les manufacturiers fabriquent des circuits imprimés. Mais, avant d'imprimer en série, ils doivent produire une plaque d'impression avec des zones masquées. Des rayons ultraviolets traversent ces plaques, mais sont bloqués à certains endroits par les masques. Les rayons qui traversent et parviennent jusqu'aux plaques de silicium, y impriment le motif servant à définir des zones métalliques,

comme un décalque... Il en résultera un circuit électronique.

Toutefois, ces masques sont présentement fabriqués à l'aide de solutions chimiques dont les molécules sont trop grosses pour permettre des circuits mesurant moins de 90 nanomètres.

Or, la technologie de M. Lavallée permet la déposition de nouveaux polymères par plasma: « Nous introduisons des gaz dans une chambre à vide et nous le soumettons à un champ électrique. Lorsque l'état de plasma est atteint, les molécules s'associent chimiquement pour former sur la plaque une couche de polymère selon la forme requise.

« Avec cette technologie, on peut réduire la taille des circuits imprimés à seulement 30 nanomètres. » M. Lavallée estime que cette technologie sera utilisée par les fabricants d'ici cinq ans.

CRN²

À Sherbrooke, au Centre de recherche en nanofabrication et nanocaractérisation, professeurs et étudiants cherchent à développer des dispositifs électroniques aux dimensions nanométriques. « En fait, nous focalisons davantage sur les techniques de fabrication », explique le professeur Jacques Beauvais.

Par exemple, Murielle Corbière, une stagiaire



nano
québec

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

nanoquébec.ca

En route vers la nanoélectronique...



Mohamed Chaker

L'industrie électronique doit envisager littéralement un changement de paradigme dans la fabrication de ses circuits électroniques, à la base de tout ce qu'elle fabrique. Avec le silicium, matériau de base sur lequel sont fixés les transistors qui forment un circuit électronique, on pense ultimement aller jusqu'à 12 nanomètres.

« On approche présentement de la limite fondamentale des circuits actuels », reprend le professeur Yvon Savaria, de l'École Polytechnique de Montréal. M. Savaria et son équipe ont mis au point un laboratoire microscopique... « Une plateforme de test pour la nanoélectronique. Nous sommes parvenus à fabriquer des circuits intégrés conventionnels comme environnement sur lesquels on pourrait réaliser des concepts nanoélectroniques. »

« Le changement de paradigme se fera de manière évolutive, estime M. Savaria. Les composants sont au stade de recherche exploratoire. » Néanmoins, les progrès vont rapidement. « On croyait, il n'y a pas

si longtemps, que la limite minimale du transistor était 25 nanomètres. Or, présentement, à Taiwan, on fabrique des éléments de transistor, tel qu'un commutateur, de sept nanomètres... »

TOUT EST QUESTION DE VITESSE DE PARCOURS

Professeur chercheur à l'Institut national de recherche scientifique (INRS) – Énergie, matériaux et télécommunications, Mohamed Chaker explique que la diminution de la taille des composants est la clé du progrès.

Comment accroît-elle la capacité des transistors? « En accélérant la cadence à laquelle ils accomplissent leur tâche, explique M. Chaker. À la base de l'électronique, c'est l'électron qui circule d'un point A à un point B du circuit, en suivant des instructions précises : arrête ici, tourne à gauche, tourne à droite, etc... Si vous réduisez les distances, l'électron va prendre moins de temps à se rendre. »

« On entrevoit, d'ici 10 ou 15 ans, d'autres façons de fabriquer ces circuits et des matériaux de remplacement du silicium. » Les nanotubes de carbone ont un avenir prometteur à ce chapitre, offrant des propriétés supérieures au silicium. Leur conductivité est 1 000 fois supérieure à celle du cuivre et ils peuvent être soit conducteurs, soit semi-conducteurs.

Comme prérequis au changement de paradigme qui pointe, on doit mettre au point des technologies d'autoassemblage : « Actuellement, les méthodes que nous avons pour déplacer des atomes et les organiser comme on le voudrait ne sont pas encore assez précises. Il nous faut

trouver des manipulateurs qui iraient nous construire ces structures selon un schéma pré-établi. Or, vous devinez l'ampleur de la tâche? Prenez un à un les atomes pour construire une feuille de papier, il vous faudra un milliard d'années... »

« Toutefois, la nature pourrait bien nous aider... »

En effet, lorsqu'on évoque l'autoassemblage, on pense à des cristaux qui se forment naturellement en suivant des patrons géométriques particuliers. « Dans mon laboratoire, on peut prendre du germanium et le déposer sur du silicium selon un axe déterminé et créer des îlots, soit des amas de molécules désorganisées. Demander à la nature de nous construire un système organisé, voilà ce qu'on recherche. »

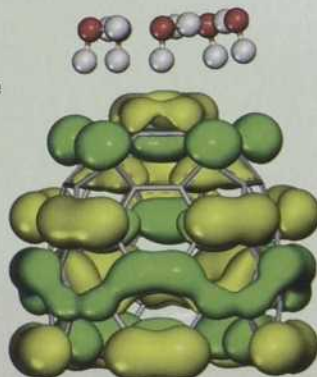


Yvon Savaria

D'ici à la conception du premier ordinateur moléculaire toutefois, la route est longue et les embûches technologiques nombreuses...

Des chercheurs y travaillent toutefois, à Montréal, à McGill. À Laval également où des chercheurs ont effectué une percée importante en mettant au point une nouvelle méthode pour créer une connexion électrique entre une phase organique et une électrode. « Le développement de contacts électriques à l'échelle nanométrique constitue un des plus grands défis dans la réalisation de nanodispositifs fonctionnels », explique Peter McBreen de l'Université Laval.

post-doctorale, travaille en collaboration avec le professeur Bruce Lennox de l'Université McGill sur la synthèse d'une matrice de polystyrène dans laquelle on peut incorporer des particules d'or. L'utilisation de faisceaux d'électrons permet de guider les particules d'or aussi petites que trois nanomètres. L'objectif est de créer un transistor à très faible courant – un seul électron à la fois – permettant de contourner le problème



récurrent de la surchauffe des circuits électroniques. Ce transistor permettrait aussi le développement de circuits à plusieurs niveaux d'intensité, ouvrant ainsi la voie à un langage plus sophistiqué que le langage binaire auquel les circuits traditionnels on/off confinent le monde électronique. « On se rapproche de l'ordinateur quantique! » lance M. Beauvais.

Pourquoi ne réagissons-nous pas tous de la même façon après un traumatisme? La réponse se trouve peut-être dans le cerveau.

par Noémi Mercier



Des milliers de personnes victimes de Katrina, en septembre dernier, souffriront du syndrome de stress post-traumatique. Ici, des rescapés de l'ouragan, à Chalmette, en Louisiane.

même
nse se
iveau.
Mercier

APRÈS LE CHOC



Quelques semaines après le passage de l'ouragan Katrina à La Nouvelle-Orléans, les autorités ont lancé un cri d'alarme : une crise de santé mentale se prépare dans les États du golfe du Mexique. Car la catastrophe a favorisé le développement de profondes séquelles psychologiques chez les survivants hantés par la dévastation, et chez les secouristes exposés aux scènes terribles de cadavres jonchant les rues inondées.

Le soutien psychologique fait désormais partie intégrante de l'intervention humanitaire en cas de catastrophe. Deux semaines après le tsunami du 26 décembre 2004 en Asie du Sud-Est, la psychologue québécoise Reine Lebel survolait en hélicoptère les régions les plus durement frappées de l'Indonésie. Pendant deux mois, avec ses collègues de Médecins sans frontières, elle a soigné les blessures de l'âme à Meulaboh, une ville côtière située à une quarantaine de kilomètres de l'épicentre du séisme. « J'en ai encore des frissons, raconte-t-elle, estomaquée par l'ampleur de la destruction. Je pense à cet homme dont la femme devait accoucher le jour du tsunami, et qui s'est retrouvé seul, complètement perdu. Il était "gelé" par la détresse. »

Pourtant, c'est surtout la capacité des êtres humains à se remettre de telles catastrophes qui la frappe. Car seulement entre 10 % et 50 % des gens, selon les circonstances, souffriront du trouble de stress post-traumatique (TSPT). Et de toutes les personnes atteintes, la moitié ne présenteront plus de symptômes significatifs de 6 à 12 mois plus tard.

Le diagnostic de TSPT répond à des critères précis dont le premier est la perception d'une menace contre la vie de la personne atteinte ou son intégrité physique, ou celles d'autrui. Cette perception est doublée d'un sentiment de peur, d'impuissance ou d'horreur. Trois types de symptômes se

manifestent. D'abord, l'individu revit constamment le traumatisme, sous la forme de pensées ou d'images envahissantes, de cauchemars ou de flash-back. Ensuite, il évite de mentionner l'événement, cessant de prendre part à des activités ou de fréquenter des lieux susceptibles de lui rappeler ce souvenir. La vie lui semble plus fragile, il se détache de son entourage et n'arrive plus à ressentir autant d'émotions qu'auparavant. Enfin, l'hyperactivité s'empare de lui sous forme d'insomnie, d'accès de colère ou de difficultés de concentration. Constamment sur ses gardes, il sursaute à la moindre occasion.

Pour tenter de prédire quelles sont les personnes risquant d'être plus vulnérables, Alain Brunet, professeur au département de psychiatrie de l'Université McGill et chercheur à l'Hôpital Douglas, décortique la mécanique du corps humain. Son équipe évalue les patients dans les heures suivant leur admission à l'urgence – après une agression, un accident de voiture ou de travail, par exemple –, puis périodiquement pendant les mois qui suivent. Ses conclusions ? Les patients qui présentent au départ un plus faible taux de cortisol, l'une des principales hormones du stress, développent plus souvent un TSPT chronique. « Normalement, le taux de cortisol augmente face à une situation stressante pour permettre à notre organisme de se mobiliser. Mais si le niveau de cortisol reste trop bas, cela suggère que le principal système de réponse au stress est dérégulé », explique Alain Brunet.

Cette caractéristique pourrait se transmettre d'une mère à son enfant, selon une étude menée auprès des femmes exposées pendant leur grossesse aux attentats du 11 septembre 2001. La chercheuse Rachel Yehuda a fait le constat suivant : non seulement les femmes atteintes du TSPT avaient des niveaux plus faibles de cortisol, mais elles ont donné naissance à des bébés dont le niveau de cortisol était, lui aussi, plus faible !

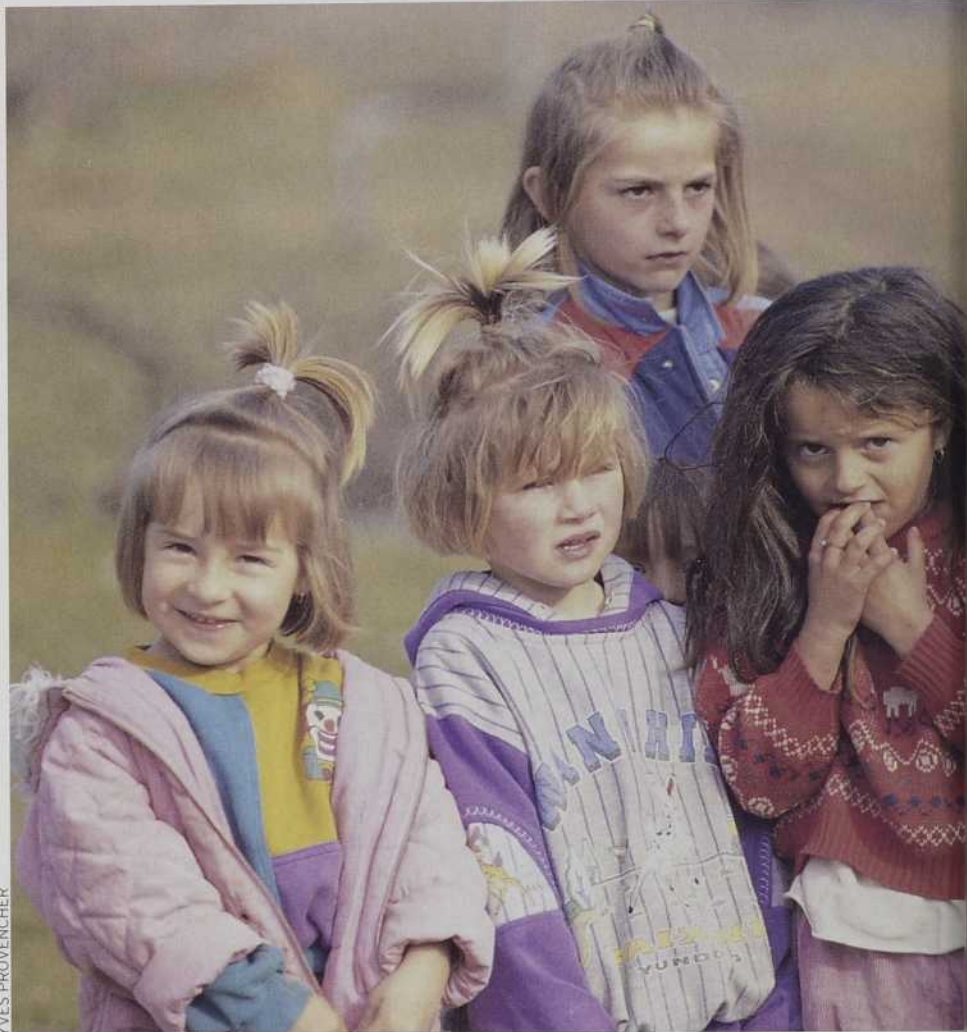
MICHAEL LANSWORTH/DALLAS MORNING NEWS/CORBIS

Neuropsychologie

Le TSPT mobilise plusieurs structures cérébrales, à commencer par l'amygdale, notre système d'alarme primitif, qui nous avertit d'un danger potentiel dans notre environnement. Cet organe, extrêmement rapide et puissant, peut pourtant nous induire en erreur. C'est lui qui nous fait sursauter lorsque, pendant une fraction de seconde, nous prenons une branche en travers du chemin pour un serpent. En cas de TSPT, l'amygdale deviendrait ultrasensible au moindre élément rappelant l'événement traumatisant : le bruit des hélicoptères pour un vétéran de la guerre du Vietnam; le type de vêtements que portait l'agresseur pour une victime de viol; le ciel bleu sur Manhattan pour les New-Yorkais présents le 11 septembre 2001 près du World Trade Center.

Le pouvoir de l'amygdale est tel qu'elle peut nous donner la frousse même si nous n'avons pas conscience de la menace, un phénomène qui serait encore plus prononcé chez les personnes atteintes du TSPT. Pour tester cette hypothèse, l'équipe de Jorge Armony, professeur au département de psychiatrie de l'Université McGill et chercheur à l'Hôpital Douglas, a mené une expérience auprès de 13 sujets atteints à divers degrés du TSPT. « Nous leur présentions des visages apeurés pendant 15 millisecondes, puis nous leur soumettions un visage neutre, explique le spécialiste. L'amygdale s'activait davantage quand on projetait les visages apeurés, même si le sujet ne savait pas décrire précisément la première image ou, dans certains cas, ne l'avait même pas remarquée. Et plus leurs symptômes de TSPT étaient graves, plus l'activation de l'amygdale était exacerbée. Cela pourrait expliquer leurs réactions de frayeur exagérées devant des stimuli dont ils n'ont pas conscience. En fait, quelque chose dans leur environnement leur a peut-être rappelé le traumatisme sans qu'ils y aient porté attention. »

Les personnes à risque de développer le syndrome auraient-elles une amygdale hyper-vigilante, trop fortement marquée par l'empreinte du trauma? Peut-être, mais cet organe ne fonctionne pas en vase clos. Deux autres zones cérébrales, l'hippocampe et le cortex préfrontal, se chargent normalement de la tenir en bride, et manquent peut-être à leur tâche en cas de TSPT. « L'hippocampe est un centre important de la mémoire : il compare nos expériences actuelles à nos expériences passées et nous fournit le contexte, précise Alain Brunet. Lorsque notre amygdale nous fait confondre une branche avec un serpent, l'hippocampe nous rappelle que



YVES PROVENCHE

nous sommes au Québec, où il n'y a pas de serpents venimeux. Si le contexte est mal encodé au moment du trauma, tout ce qui évoque l'événement suscitera une grande frayeur, car c'est justement le contexte qui permet de cantonner la peur à des situations très spécifiques. »

Or, l'hippocampe serait de 6 % à 12 % plus petit chez les personnes atteintes du TSPT. Roger Pitman, de l'université Harvard, a examiné cet organe chez des vétérans du Vietnam et leurs jumeaux identiques. Les anciens combattants qui souffraient du TSPT chronique avaient un hippocampe plus petit que ceux qui ne présentaient pas de symptômes. Leurs frères jumeaux qui, eux, n'avaient pas combattu au Vietnam, avaient aussi un hippocampe de taille réduite, ce qui suggère qu'il s'agit d'un facteur précurseur de la maladie.

Mais tout ne se mesure pas à l'échelle du cerveau. L'attitude des proches peut elle aussi fragiliser la victime dans les semaines qui suivent le traumatisme. « Le manque de soutien social est l'un des principaux facteurs

prédisposant au TSPT, au même titre que la gravité de l'événement, indique Stéphane Guay, chercheur au département de psychiatrie de l'Université de Montréal. Sans déclencher elles-mêmes les symptômes, les expériences sociales négatives peuvent certainement, en cours de route, contribuer à les maintenir. Comme de demander à une victime d'agression sexuelle ce qu'elle portait le soir du drame, par exemple, ou l'inciter à interrompre sa thérapie pour lui éviter de souffrir. »

Stéphane Guay estime d'ailleurs que les proches ont un rôle déterminant à jouer, et qu'ils devraient même participer à quelques séances de la thérapie. « Nous leur donnons trois consignes : encourager la victime à assister à sa thérapie, ne pas critiquer sa façon de gérer les symptômes et demeurer disponibles lorsqu'elle voudra parler de l'événement. » La méthode est concluante, selon une étude-pilote auprès d'une dizaine de sujets : au bout de 20 séances, les manifestations

Des petites bosniaques après la guerre qui a ravagé leur pays. Pour les enfants, plus encore que pour les adultes, surmonter le choc dépend du soutien de l'entourage.



séquences pour ma famille, même mes propres funérailles. » Quelques heures plus tard, toujours envahi par ces symptômes, on le faisait monter dans un hélicoptère pour rechercher le suspect. « Personne, pas même mon supérieur, ne m'a demandé comment j'allais... »

Jacques Denis Simard peut se compter parmi les résilients : sans aide professionnelle, il s'est rapidement remis du choc. « C'est le fait d'en avoir beaucoup parlé, surtout à ma femme, qui m'a protégé contre les séquelles. Et puis, j'ai raconté tout mon cheminement par écrit. Je suis un homme de foi chrétienne, ajoute-t-il, ce qui m'a aussi aidé à traverser cette épreuve. » Tous n'ont pas les mêmes mécanismes de défense. Entre 2000 et 2002, la Commission de la santé et de la sécurité au travail, au Québec, a indemnisé quatre fois plus de policiers pour un TSPT que toutes les autres professions.

Les personnes qui pratiquent un métier à risque sont en effet plus vulnérables de par l'accumulation d'incidents violents auxquels elles sont exposées, mais aussi parce que la culture organisationnelle ne fournit pas toujours les balises adéquates. André Marchand, professeur de psychologie à l'Université du Québec à Montréal, examine quels mécanismes de protection pourraient être mis en place dans les milieux policiers. « Le Programme d'aide aux employés de la police de Montréal, par exemple, offre déjà des séances de débriefing (interventions précoces et brèves), au cours desquelles on informe les policiers des réactions de stress possibles et où ils sont encouragés, en groupe, à parler de ce qu'ils ont vécu. » Est-ce suffisant pour parer les séquelles post-traumatiques ? Rien n'est moins sûr, si on se fie à une enquête d'André Marchand auprès d'employés de dépanneurs

Catastrophes québécoises

Danielle Maltais est l'une des rares spécialistes au Québec à s'être intéressée aux désastres survenus dans la province. Professeure de travail social à l'Université du Québec à Chicoutimi, elle a fondé un groupe de recherche sur l'impact des événements traumatisants sur la santé. Dans un récent ouvrage, *L'intervention sociale en cas de catastrophe*, elle analyse notamment les inondations de 1996, au Saguenay, et le glissement de terrain de Saint-Jean-Vianney, en 1971.

Deux ou trois ans après le déluge du Saguenay, la population est demeurée troublée par l'expérience. Danielle Maltais l'a constaté en comparant 177 sinistrés à 167 non-sinistrés sur plusieurs échelles de santé psychologique. « Les sinistrés présentaient davantage de manifestations de l'état de stress post-traumatique : des images qui faisaient irruption dans leur esprit et les empêchaient de dormir; de l'engourdissement; des moments où ils ressentaient de vives émotions au sujet de l'événement; des circonstances où ils restaient à l'écart de tout ce qui leur rappelait

les inondations », explique-t-elle.

La spécialiste s'apprête à évaluer si les sinistrés souffrent toujours, neuf ans plus tard, des conséquences du déluge. Car dans certains cas, les séquelles post-traumatiques peuvent persister indéfiniment.

Près de 30 ans après le glissement de terrain qui a emporté la petite municipalité de Saint-Jean-Vianney, dans la nuit du 4 mai 1971, Danielle Maltais a retracé



Saint-Jean-Vianney, mai 1971

22 survivants. Ce désastre a englouti 40 maisons dans un énorme cratère de boue et tué 31 personnes. L'obscurité qui enveloppait le village privé d'électricité, les gyrophares des voitures de police, les cris des personnes emportées dans le gouffre sont toujours présents dans leur mémoire.

« Certains sont encore effrayés en période de pluies abondantes, d'autres s'assoient toujours près d'une porte de sortie, raconte la professeure. Une dame nous a dit que, pendant 20 ans, elle n'a porté que des hauts boutonnés. Elle était incapable d'enfiler un chandail, parce qu'elle ne supportait pas la noirceur. »

étaient beaucoup moins intenses chez les patients dont, par exemple, le ou la conjointe participait à la démarche.

Jacques Denis Simard n'a reçu aucun traitement après la prise d'otage dont il a été victime dans un poste de police de Trois-Pistoles, en 1985. « J'étais du quart de nuit, raconte l'ancien policier récemment retraité de la Sûreté du Québec. Tôt ce matin-là, un homme entre dans le poste en tenant en joue un collègue qui arrivait pour le quart de jour. Debout à quelques mètres, il a pointé son fusil sur moi, une arme à deux canons, de calibre 20. J'ai réussi à garder mon calme, à lui parler et à gagner sa confiance. Il a fini par partir. » Un choc post-traumatique aigu s'est emparé de Jacques Denis Simard aussitôt que la porte s'est refermée. « Je me suis mis à revoir en boucle le film de l'événement. Le temps semblait distordu. Tout se déroulait au ralenti autour de moi. Peu à peu, j'ai pris conscience que j'aurais pu y laisser ma peau, et j'ai commencé à imaginer tous les scénarios possibles, les con-

victimes d'un vol à main armée. « Le débriefing n'avait pas le pouvoir qu'on lui prêtait de prévenir l'apparition du TSPT. »

À Cap-Rouge, en banlieue de Québec, la maison d'hébergement La Vigile accueille depuis 2003 les policiers en détresse. Onze pensionnaires y ont trouvé refuge la première année. Ils souffraient de toxicomanie, de dépression, d'épuisement professionnel ou du TSPT. En 2004, ils étaient 45, et leur nombre est à la hausse. À La Vigile on s'efforce de leur permettre de réintégrer leurs fonctions plutôt que de quitter leur emploi ou d'être assignés à des tâches administratives, comme c'est souvent le cas. Encore aujourd'hui, dit Jacques Denis Simard, qui est maintenant président de La Vigile, les supérieurs ont tendance à minimiser la portée des séquelles. « Plusieurs personnes viennent nous consulter pour une dépression qui cache en fait un TSPT non traité. L'employeur cherche souvent à mettre un pansement sur le traumatisme du travailleur. Alors le problème dort en lui, jusqu'à ce qu'un incident semblable se produise ou qu'un événement personnel fasse sauter les plombs. Un ex-policier, retraité depuis 15 ans, est venu nous voir cette année. Il y a plus de 30 ans, il a abattu quelqu'un en légitime défense. Depuis ce temps, il était en état de veille constant. Il inspectait les abords de sa maison et enquêtait sur les gens qui avaient téléphoné chez lui. Au volant de sa voiture, il se comportait comme s'il patrouillait; il vérifiait s'il était suivi. Après 30 jours à La Vigile, il a senti qu'il enlevait pour la première fois cet uniforme de policier virtuel qu'il avait

La prévalence du trouble de stress post-traumatique (TSPT) est deux fois plus élevée chez les femmes que chez les hommes, pour des raisons qui ne sont pas encore bien établies. Certains y voient une prédisposition physiologique ou génétique, qui expliquerait également le taux plus élevé de dépression ou de troubles anxieux. D'autres attribuent le phénomène à la nature des événements subis, les femmes étant plus susceptibles d'être victimes d'agression sexuelle, un traumatisme qui entraîne de loin les séquelles les plus graves. Cette observation pourrait aussi être biaisée, du fait que les femmes ont davantage tendance que les hommes à demander de l'aide professionnelle.



REINE LABEL

L'art est un moyen de surmonter un traumatisme. Après le passage du tsunami qui a dévasté l'Asie du Sud-Est l'an dernier, on avait installé de grandes toiles et du matériel d'art dans une clinique mobile de Meulaboh, en Indonésie. Des gens de tous âges se sont mis à dessiner.

jusque-là porté en permanence. »

Chez les militaires, l'histoire du général Roméo Dallaire, profondément marqué par son expérience à la tête de la mission des Nations unies au Rwanda en 1994, a permis d'améliorer le soutien aux soldats atteints du TSPT, qui sont de plus en plus nombreux. En 2004, 1 141 anciens combattants ont obtenu une pension d'invalidité pour un TSPT, contre seulement 25 en 1995.

Pour la psychologue Christiane Routhier, il reste beaucoup à faire. Cette spécialiste travaille depuis une dizaine d'années à la base militaire de Valcartier, où elle a cofondé, en 1999, le Programme de soutien pour trauma et stress opérationnels.

« Ces militaires se sentent mis à l'écart par leurs propres camarades qui ne comprennent pas ce type de souffrance », raconte l'auteure du livre *Évaluation psychologique des traumatismes militaires*. Selon elle, apprendre à se défendre du stress devrait faire partie de l'entraînement. « En ex-Yougoslavie, au début des années

1990, des Casques bleus ont été tenus en joue pendant qu'un viol collectif se déroulait sous leurs yeux, avant d'être relâchés sans aucune égratignure! Ce sont des blessures psychologiques délibérément infligées à nos militaires. »

L'armée canadienne participe aujourd'hui presque uniquement à des missions de maintien de la paix, ce qui complique encore davantage la question des séquelles post-traumatiques. « La souffrance se double de dilemmes moraux, poursuit Christiane Routhier, car leur raison d'être en tant que militaires ne concorde plus avec ce qu'on attend

d'eux sur le terrain. Ils assistent à des atrocités, leur vie est menacée et on leur interdit de réagir: la situation est incohérente. Or la cohérence est l'élément central de la résilience. »

Pour se remettre d'un traumatisme, estiment les spécialistes, il faut trouver une signification à une catastrophe qui a frappé, par malchance, une per-



La psychologue Reine Label a partagé son expertise avec des infirmières indonésiennes.

sonné plutôt qu'une autre, reconquérir ses repères dans un monde qui semble désormais absurde. Or, la culture est encore le principal véhicule de sens, et un rempart fondamental contre les séquelles post-traumatiques, selon Jean-Bernard Pocreau, professeur de psychologie et directeur du Service d'aide psychologique spécialisée aux immigrants et réfugiés (SAPSIR), à l'Université Laval. « Les réfugiés vivent un traumatisme de non-sens, qui vient compliquer considérablement leur situation, estime ce spécialiste de l'ethnopsychiatrie. C'est souvent leur propre culture qui, avec une partie de ses membres, a généré la violence, comme ce fut le cas en Colombie ou en Bosnie, par exemple. Non seulement la culture a failli à sa tâche de les protéger, mais l'exil ne donne plus accès à cette culture d'origine, fondatrice de l'identité. Le sujet se retrouve sans système immunitaire, et le moindre stress susceptible de réactiver des stress antérieurs prend chez lui des proportions encore plus importantes. »

Avaler la pilule

Le propranolol, un bêta-bloquant qui ralentit le pouls, pourrait contribuer à prévenir le trouble de stress post-traumatique (TSPT). L'idée vient du fait que nous nous souvenons beaucoup mieux des expériences émotionnelles que des autres. « Si, au moment du trauma et dans les heures qui suivent, les gens sont trop affolés, cela pourrait accentuer l'empreinte du souvenir traumatique, et entraîner des symptômes qui persistent plus longtemps », précise Alain Brunet, professeur au département de psychiatrie de l'Université McGill et chercheur à l'Hôpital Douglas à Montréal. Une étude réalisée avec le Français Guillaume Vaïva a démontré que le nombre de cas de TSPT était moins élevé, deux mois après le traumatisme, chez les patients ayant ingéré du propranolol dans la semaine suivant l'événement.

Il pourrait aussi atténuer les symptômes une fois la maladie installée. On soupçonne que ce médicament, qui a pour effet secondaire d'altérer la mémoire, pourrait affaiblir le souvenir du trauma. L'hypothèse s'appuie sur la « théorie de la reconsolidation ». Alors que les chercheurs ont longtemps cru qu'un souvenir était inaltérable une fois inscrit dans la mémoire à long terme, Karim Nader, professeur de psychologie à l'Université McGill, a démontré le contraire. Lorsque nous repensons à un souvenir ancien, nous devons ensuite le « reconsolider », c'est-à-dire l'inscrire une fois de plus dans notre mémoire à long terme. Si quelque chose crée de l'interférence durant ce processus, le souvenir peut s'en trouver affaibli.

Alain Brunet est en train de tester l'hypothèse selon laquelle le propranolol pourrait empêcher le souvenir traumatique de se réinscrire correctement. Si la trace du traumatisme dans la mémoire s'estompe, l'anxiété associée à ce souvenir devrait fléchir aussi. « Nous demandons à des gens atteints du TSPT de nous décrire leur expérience – et donc d'accéder à leurs vieux souvenirs –, après quoi nous leur administrons une dose de propranolol ou un placebo. Une semaine plus tard, ils écoutent un compte rendu du traumatisme, pendant que nous mesurons leur pouls, la moiteur de leurs mains et la tension dans les muscles de leur front. Si la théorie de la reconsolidation dit vrai, les sujets ayant reçu du propranolol devraient avoir des réactions physiologiques moins fortes à l'écoute du récit. Autrement dit, la détresse associée au souvenir du traumatisme devrait être atténuée, ce qui devrait se traduire par une réduction des symptômes du TSPT. »

Entre 500 et 700 réfugiés s'installent à Québec chaque année. Le SAPSIR a été mis sur pied en 2000 pour accueillir cette clientèle particulière, et reçoit depuis peu une subvention du Haut Commissariat des Nations unies aux droits de l'homme pour ses interventions auprès des victimes de torture qui représenteraient près du quart des réfugiés. La plupart de ceux qui consultent le service souffrent du TSPT, mais certains y échappent. « Les personnes qui ont de forts liens avec leur culture d'origine ou celles qui sont parties avec l'accord de la famille, avec des rites et des salutations, sont beaucoup mieux protégées. »

La psychologue Reine Lebel a observé ce phénomène au cours de ses missions. Au fil des ans, elle a consolé des réfugiés du Kosovo, des rescapés du tremblement de terre du Gujarat, en Inde, des survivants de la guerre au Cachemire et en Irak, des victimes de violence sexuelle au Congo. Bien souvent, leur résistance et leur solidarité s'exprimaient par le rite. « Les Indonésiens ont instauré des rituels de prière même en cherchant leurs morts », se souvient-elle. Dans la clinique mobile de Meulaboh, les bénévoles avaient installé de grandes toiles et du matériel d'art pour attirer les enfants. Mais des gens de tous les âges s'en sont servi. « J'ai vu un pêcheur, qui n'avait jamais pris un crayon de sa vie, se mettre à produire des dessins incroyables, et ses petits-enfants s'illuminer tout à coup, comme si c'était un conte de fées ! C'était une façon de prouver aux gens que, malgré le désastre, la culture n'était pas perdue et de leur montrer l'importance, pour leur réparation intérieure, de faire appel à l'imaginaire, de créer de la beauté et de se souvenir de leurs racines. »

**INVESTIR
DANS LA RECHERCHE
EN SANTÉ**

...UNE QUESTION DE VIES !

www.frsq.gouv.qc.ca

Fonds de la recherche
en santé
Québec

Planifier. Investir. Animer.

Il jongle avec les



esmonstres

Marc Fafard aime les défis gigantesques: il est un des rares cinéastes québécois à tourner en format Imax. Le voilà qui part à l'assaut des dinosaures de Patagonie.

par Odile Tremblay

Depuis deux ans, le cinéaste québécois Marc Fafard partage sa vie avec des dinosaures en chair virtuelle et en os blanchis. Il vous dira en rigolant être devenu une sorte de spécialiste du Crétacé, à force de déchiffrer les arcanes de la paléontologie pour son prochain film sur les dinosaures de Patagonie.

Et si son nom ne vous dit rien, même si ses films attirent des milliers de spectateurs dans le monde, c'est que les réalisateurs qui ont adopté le format Imax – un monde à la frontière du cinéma et du spectacle – ne sont pas sous les feux de la rampe.

Marc Fafard est une sorte de jongleur. Ses documentaires, mêlés de fiction et nourris d'images virtuelles, sont conçus avec une machinerie pesante qui utilise les technologies numériques en perpétuelle mutation. Fou de techno, il se déplace avec un sac énorme, transporte son ordinateur comme une tortue sa carapace et passe sa vie entre Québec, Montréal et des studios de Los Angeles. Intransigeant, passionné, l'homme de 46 ans entraîne ses interlocuteurs dans un vertige de détails techniques.

Divertir pour divertir? Pas question! La science et l'histoire sont au centre des œuvres de cet artiste qui poursuit une quête d'authenticité dans l'univers du film spectacle où plusieurs de ses collègues ne carburent qu'aux effets-chocs. Pour lui, la recherche est une plongée en eau profonde. « Ce qui m'intéresse avec le format Imax, c'est la capacité d'immersion que ce médium permet, explique-t-il. L'image est en effet si grande que le champ de vision du spectateur est rempli. La partie supérieure de l'écran, placée au-dessus du public, remplace le ciel. Il faut donc dégager le haut de l'image, pour accentuer l'effet d'immersion. Le cadrage ne sera pas le même qu'en 35 mm. Avec une énorme caméra juchée sur des grues de 15 m de haut, on doit procéder par mouvements lents. On ne fait jamais de gros plans non plus. Comme l'image est immense, les moindres défauts du visage, par exemple, sembleraient démesurés. C'est pourquoi nous devons toujours cadrer à partir de la taille. La technologie est lourde et remplie de contraintes. »

C'est à Montréal, à l'EXPO 67, qu'est en quelque sorte né le cinéma Imax. Les réalisateurs canadiens Graeme Ferguson, Robert Kerr et Roman Kroitor avaient alors produit un effet boeuf avec leurs films sur écrans multiples géants *Dans le labyrinthe* et *Polar Life*. Plusieurs

CHRISTIAN FLEURY

cinéastes de l'ONF, dont Colin Low s'y sont également frottés et, parmi la vingtaine de cinéastes Imax tournant aujourd'hui dans le monde, plusieurs sont canadiens. Le siège social de la compagnie Imax est d'ailleurs situé à Toronto.

Le format, démesuré, se prête évidemment tout particulièrement aux paysages grandioses. « La "carte postale" est facile à faire, et plusieurs s'y sont cantonnés, ce qui a nui au médium, estime cependant Marc Fafard. Trop de documentaires Imax reposent sur le degré zéro de la scénarisation, avec pour seul but la reproduction des beautés naturelles. On doit désormais dépasser ce niveau-là, faire éclater le genre, tout en conservant les moments de vertige où le spectateur entre dans l'image géante et perd pied. »

Dans sa jeunesse, le cinéaste originaire de la ville de Québec démontait et remontait des réveille-matin. Ensuite, les gros mécanismes l'ont fasciné. Après des études en cinéma, en théâtre et en technologie de l'éducation à l'Université Laval, il s'est frotté à la production, à la scénarisation, à la réalisation d'œuvres documentaires, publicitaires et d'entreprise. De fil en aiguille, il a atterri chez le Groupe Innovation qui servait d'éclairéur en matière de nouvelles technologies, en orchestrant des conférences internationales thématiques. Il y a six ans, Carl Samson, producteur de la compagnie canadienne Sky High Entertainment spécialisée dans les films grand format, lui a offert de scénariser une œuvre sur les sports à haut risque. Avidé de défis techniques, Fafard a finalement réalisé lui-même *Adrénaline : la science du risque*, en 2002. Il y montrait les risque-tout qui se jettent des falaises en parachute, pour 30 secondes de saut et quantité de frissons dans l'échine. « Mais j'ai pris soin de faire la différence entre l'exploit hédoniste et le vrai courage, dit-il. Les pompiers du World Trade Center au service de l'humanité souffrante étaient des héros. Pas ceux qui cherchent des émotions fortes. »

En 2003, dans *Vikings : Journey to New Worlds*, il a sillonné les mers arctiques, entre l'Islande, le Labrador, Terre-Neuve et le Groenland à bord d'un drakkar reconstitué, remontant l'histoire des conquérants scandinaves dans une œuvre très documentée qui faisait partager au spectateur le quotidien des Vikings.

Autant que l'histoire, la science constitue à ses yeux un langage pour parler du monde qui nous entoure. « Elle est un des secteurs où j'arrive encore à m'étonner. J'éprouve de profondes émotions artistiques, mais la surprise me vient souvent de la science. »

Ce mariage entre art et science, Marc Fafard l'a trouvé en majesté chez Léonard de Vinci, l'artiste inventeur suprême. « Au cours de la Renaissance, les frontières étaient encore floues entre l'art et la science, rappelle-t-il. Il était plus facile de passer d'un univers à l'autre. Léonard de Vinci a érigé un pont entre les deux. »

Dans *Adrénaline*, Marc Fafard a fait fabriquer le parachute inventé par le grand Florentin. « C'était un petit dessin de rien du tout dans ses carnets, mais le concept s'est avéré révolutionnaire. Il a mis dans le mille parce que ses calculs étaient justes. Le choix des matériaux – un lin rendu étanche avec une résine – et les dimensions du parachute, en fonction du poids humain et de la résistance de l'air, le rendent presque aussi efficace qu'un modèle contemporain. Léonard de Vinci fut un visionnaire hallucinant. » Grande fut l'émotion de Marc Fafard lorsque le parachute se déploya dans le ciel grâce au concours de scientifiques

des universités d'Oxford et de Salford, en Grande-Bretagne.

Dans ses films, le réalisateur doit aussi naviguer entre l'art et une science qu'il faut maîtriser à la perfection. « Quand on travaille en Imax, tout flou artistique devient impossible; toute erreur, gravissime. Dans *Adrénaline*, on est allé filmer les fjords de Norvège. La falaise s'élevait à presque 1 300 m et elle n'était accessible qu'en hélicoptère. J'ai fait installer une grue et construire une plateforme pour la stabiliser. La neige fondait autour. C'était une entreprise périlleuse et gigantesque. » Tout aussi gigantesque que celle qu'il a lancée depuis qu'il se passionne pour les dinosaures.

Sa connaissance personnelle des grands sauriens, reconnaît-il, relevait au départ des clichés populaires réinventés par Stephen Spielberg, dont le film *Jurassic Park* a tant frappé les esprits par son réalisme.

Il existait déjà un film Imax sur les dinosaures : *T-Rex : Back to the Cretaceous*, de Brett Leonard, tourné en 1998. Mais l'univers des images de synthèse s'est considérablement trans-

Pour le cinéaste Marc Fafard, la science constitue une source de profondes émotions artistiques, maîtrisées



Les chutes Caviahué

Le plateau de tournage du prochain film de Marc Fafard en Patagonie

formé depuis. « *T-Rex* compte quatre minutes d'action animée diluées dans le film, alors que la moitié des images de *Dinosaures de Patagonie* seront créées par ordinateur. » Dix-sept infographes, dont certains faisaient partie de l'équipe de *Jurassic Park*, travaillent à leur donner vie.

Un nouveau mariage entre Imax et le Crétacé s'imposait, d'autant plus que les découvertes les plus intéressantes en paléontologie datent de la fin des années 1990 et du début du nouveau millénaire. « Entre le premier *Jurassic Park* – en 1993 – et aujourd'hui, la connaissance du monde des dinosaures a beaucoup évolué, surtout à partir des découvertes argentines et chinoises », précise le cinéaste.

Pour son cours « *Dinosaures 101* », Marc Fafard a bénéficié de l'enseignement d'un maître, le paléontologue argentin Rodolfo Coria. On doit à ce dernier les découvertes d'une douzaine de nouvelles espèces de dinosaures en Patagonie à la fin de la décennie 1990, dont le gigantosaure et l'argentinososaure. « Ce dernier, avec ses 35 m de long, est le plus gros animal que la terre ait jamais porté et le gigantosaure, le plus grand prédateur terrestre (12 m de long). »

Lors de leur première rencontre, le cinéaste et le scientifique à la personnalité ardente ont passé 60 heures ensemble à causer paléontologie. Rodolfo Coria, qui a fait le voyage à Québec en septembre dernier pour visionner les images de synthèse, a supervisé le tournage en Patagonie.

« Ces paysages désertiques possèdent les caractéristiques du Crétacé. Il n'y avait ni herbe ni feuillus dans ce temps-là, mais surtout des conifères et des araucarias. C'est encore le cas aujourd'hui. On y trouve des volcans actifs, comme il y en avait à l'époque. Et avec la montée des Andes, les couches les plus anciennes du sol, et leurs ossements, ont refait surface. »

Deux théories s'affrontent pour expliquer la disparition des dinosaures. Selon la première, il y a 65 millions d'années, une comète géante – ou un astéroïde – est tombée au Yucatan. L'autre hypothèse, veut qu'une augmentation de l'activité volcanique dans les Andes soit responsable du phénomène. Probablement s'agissait-il d'une combinaison des deux.

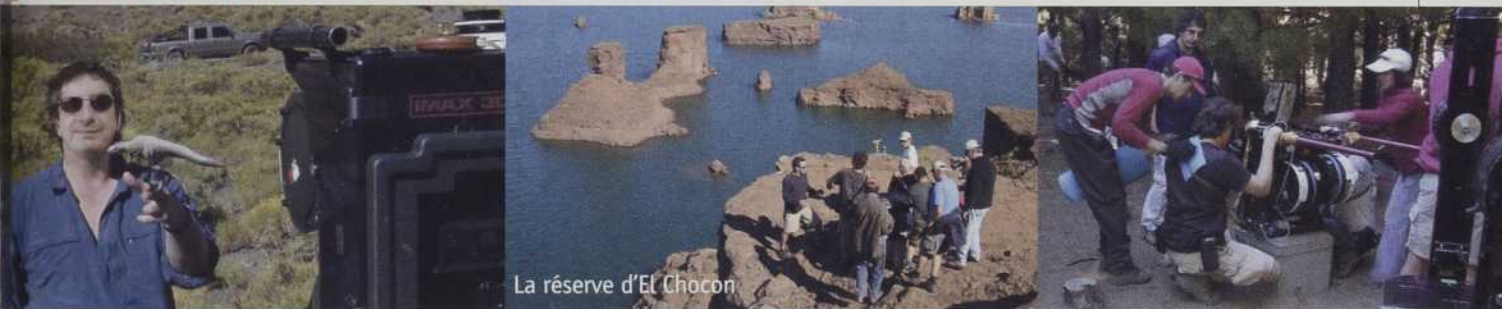
Dinosaures de Patagonie 3D (le titre définitif reste à déterminer) présentait un autre défi : pour la première fois, le réalisateur québécois a utilisé la stéréoscopie, le cinéma en trois dimensions, qui exige du spectateur le port de lunettes spéciales et deux projecteurs en cabine (un pour chaque œil). Pourquoi cette technique ? « Parce que l'immersion devient alors totale.

luer pareille durée. Dans le film, j'ai créé un parallèle avec la rotation de la galaxie afin de traduire ce temps à l'échelle cosmique : la galaxie met 250 millions d'années à faire un tour complet sur elle-même. Avec nos 100 000 ans d'histoire humaine, nous ne sommes qu'une seconde de rotation dans cette aventure. »

Dinosaures de Patagonie 3D coûtera 10 millions \$ et devrait être projeté en salle en 2006. Mais Marc Fafard, lui, a déjà la tête ailleurs. Pour son prochain film, il songe à se plonger dans l'univers des dragons, chimères et autres créatures mythiques. « Pourquoi constituent-elles des éléments universels ? Et si, très tôt, des hommes en plusieurs endroits du globe avaient découvert des ossements préhistoriques de ces formes-là ? Et si certains monstres archétypaux remontaient tellement loin dans la mémoire collective qu'ils dataient du noyau humain primitif ? » Et si... Et si...

Les directions de recherche sont multiples et le thème, énigmatique à souhait, suscite la fantaisie. Marc Fafard s'y lance à l'assaut en limier. Cinéma spectacle, enquête scientifique, mythes universels : faites valser le tout. Un jongleur, vous dis-je... **CS**

la science constitue un langage pour parler du monde qui nous entoure. « J'éprouve une surprise me vient souvent de la science. »



La réserve d'El Chocón

Avec la stéréoscopie grand format s'ajoute la dimension de la profondeur. Les objets semblent évoluer entre les spectateurs et l'écran, si bien qu'au tournage, chaque donnée devient cruciale. Il faut éviter que, d'un plan à l'autre, les objets se déplacent de manière erratique par rapport au spectateur. » C'est un vrai casse-tête technique qui exige des caméras très rares qui doivent sans cesse être mises à jour. La pellicule coûte deux fois plus cher et il faut en utiliser le double, car deux bandes de film sont exposées simultanément (toujours une pour chaque œil). Pour déplacer ces immenses caméras, quatre machinistes sont nécessaires.

L'une d'entre elles fut transportée en Patagonie sous haute escorte. « Il fallut entrer en Argentine avec une escouade armée, dit-il. La caméra valait 1,5 million \$ et les courtiers en douane argentins en avaient la responsabilité. Pas question qu'elle soit volée ou endommagée. »

Pour ajouter aux difficultés d'un tournage déjà lourd, Marc Fafard travaillait avec des animaux inexistantes, appelés à prendre vie grâce à des images de synthèse. « Ce sont de vraies baleines terrestres, ces bêtes-là. Nous devons calculer leurs moindres mouvements dans un paysage où elles sont absentes pour déterminer comment elles allaient bouger et à quelle vitesse. » La science de Rodolfo Coria fut largement mise à contribution. « Lorsqu'on travaille sur les dinosaures, le temps devient abstrait, explique Marc Fafard. Ils ont dominé la Terre durant 180 millions d'années. On n'a pas de référence pour éva-

Imax: comment ça marche?

Le format Imax requiert des caméras conçues pour une pellicule large qui défile plus vite que les bobines traditionnelles afin de maintenir un mouvement fluide et continu. L'image est placée horizontalement sur de la pellicule 70 mm, ce qui lui confère 10 fois la surface du 35 mm traditionnel. Ces caméras sont bruyantes, ce qui oblige la plupart du temps à reprendre en postproduction les dialogues et les sons d'ambiance.

À l'ombre de leurs appareils lourds, coûteux et difficiles à manier qui réclament des accessoires robustes et surdimensionnés, les cinéastes qui tournent régulièrement en Imax vivent en marge des circuits de diffusion traditionnels. Ces films pour écrans gigantesques (de six à huit étages de haut) gardent l'affiche plusieurs mois et font leur tournée mondiale à pas d'éléphant. Ils peuvent demeurer dans le circuit entre 5 et 10 ans. Il existe quelque 250 écrans Imax dans 36 pays, dont la moitié aux États-Unis, sans compter ceux des théâtres non franchisés et ceux au format légèrement inférieur qui diffusent les mêmes films, surtout en Asie. Un format hybride Imax MPX basé sur le 70 mm a gagné le marché des multiplexes. En fait, ce sont des productions 35 mm grand public qui sont « gonflées » pour écran large. En tout, environ 400 salles, dont la moitié appartiennent à des musées, des centres des sciences, etc., projettent des macro images; un marché en croissance depuis que l'Inde et la Chine l'ont adopté.





Science Culture

par Mélanie Saint-Hilaire

Québec, capitale de l'inculture?

Des 20 plus grandes villes canadiennes, Québec est la seule à ne pas posséder de centre des sciences. Une femme passionnée s'est mis en tête d'en fonder un.



Le futur centre des sciences de Québec; on se met déjà à le dessiner.

Près du tiers des Québécois pensent que l'homme marchait au temps des dinosaures! Et autant croient que la Terre fait le tour du Soleil en un mois! C'est ce que révélait une enquête du Conseil de la science et de la technologie menée en 2002.

La Boîte à science, un organisme qui promeut la culture scientifique à Québec depuis 25 ans, a eu le même genre de surprise en testant les connaissances de la population l'an dernier. L'organisme avait demandé à des groupes de discussion de nommer cinq scientifiques de la région, cinq entreprises en

sciences et technologies et cinq brevets acquis par elles. Combien de personnes ont su donner la bonne réponse? Zéro!

La directrice générale de l'organisme, Manon Théberge, aurait pu céder au découragement. Elle a préféré dessiner les plans d'un Centre d'exploration en science et technologie. La capitale a grand besoin d'un lieu pour aider ses citoyens à comprendre le monde, plaide-t-elle avec ardeur. « Pas un musée – derrière une vitre, chaque prototype à l'air d'un radiateur! –, mais un endroit où les gens peuvent faire des expériences inspirantes qui leur donnent

envie d'en apprendre plus par eux-mêmes. »

Environ 1 500 centres des sciences accueillent les curieux dans le monde. Et ils poussent comme des champignons. Le Royaume-Uni en a construit 27 en l'an 2000. L'Asie, fana de techno, en possède plus de 640 et en inaugure constamment de nouveaux. En Amérique du Nord, il en existe 460... dont un au Québec. Du haut de ses cinq ans, le Centre des sciences de Montréal fait figure de bébé comparé au grand Centre des sciences de l'Ontario, né en 1969 à Toronto.

Chez nous, le gouvernement provincial n'a pas cru bon de favoriser l'ouverture de lieux de diffusion de la culture scientifique. Ainsi, le Centre des sciences de Montréal s'est bâti sur des fonds fédéraux, municipaux et privés. « Dès 1979, pourtant, la Commission Fernand Seguin proposait la création d'un Musée national des sciences et de la technologie, affirme Manon Théberge. Cela devrait faire partie des institutions des villes québécoises, au même titre qu'une patinoire ou une bibliothèque. »

Le cas de Québec est criant. En dépit de ses 700 000 résidents, elle est la seule des 20 plus grandes villes canadiennes à ne pas posséder de Centre des sciences. Selon l'économiste Richard Florida, créateur du fameux indice bohémien qui mesure les qualités créatives et culturelles des municipalités, elle n'occupe que la vingt-troisième place parmi les villes du pays les plus « ferrées » en technologie. Les inscriptions en science dans ses collèges sont à la baisse, et ses 80 centres de recherche et



JEUX

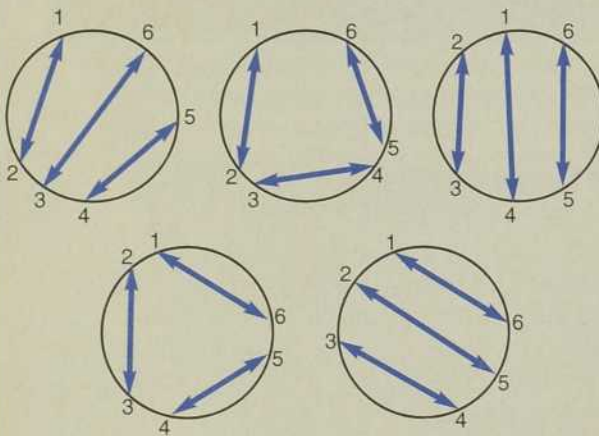
191 En mettant de l'ordre !

Vous avez en main 7 cartes de pique dans l'ordre suivant de distribution : 10, 9, as, valet, dame, 8, roi. Combien de permutations devez-vous faire si vous voulez avoir l'ordre suivant : 8, 9, 10, valet, dame, roi et as ?

Solutions

189 Poignées de main !

Il existe cinq cas différents illustrés comme suit :



190 L'an 2005 et le chiffre 5

Solution suggérée :

- a. Sept « 5 » : 1^{re} solution : $5 + (5 \times 5)[55 + (5 \times 5)]$
ce qui fait $5 + 25 \times 80$ ou $5 + 2000$ ou 2005
2^e solution : $5 + (5 + 5)^5 / (55 - 5)$; ce qui fait $5 + 10^5 / 50$ ou $5 + 10\,000 / 50$ ou encore $5 + 2000$ ou 2005
 - b. Huit « 5 » : $5 \times [(5 \times 5) + 55] \times 5 + 5/5$
ce qui fait $5 \times (80 \times 5 + 1)$ ou 5×401 ou 2005
 - c. Neuf « 5 » : 1^{re} solution : $[55 - (5 + 5 + 5)][55 - 5] + 5$;
ce qui fait $(55 - 15) \times (50) + 5$ ou encore $40 \times 50 + 5$
ou $200 + 5$ ou 2005
2^e solution : $(5 - 5/5)[(55 - 5) \times (5 + 5) + 5]$; ce qui fait $4 \times (50 \times 10) + 5$
ou encore $4 \times 500 + 5$ ou $2000 + 5$ ou 2005
3^e solution : $(555 - 55)(5 - 5/5) + 5$; ce qui fait $500 \times 4 + 5$
ou $2000 + 5$ ou 2005
N.B. : Il existe sûrement d'autres solutions.
 - d. Dix « 5 » : $55 \times [(5 \times 5) + (5 + 5)] + 55 + (5 \times 5)$; ce qui fait $(55 \times 35) + 55 + 25$ ou encore $1925 + 80$ ou 2005
- Question ouverte : Est-il possible d'obtenir 2005 en moins de sept « 5 » ?

900 entreprises connexes ont du mal à recruter du personnel qualifié, même si les gens sont très instruits.

Après avoir visité les centres de New York, de Paris et de Bruxelles, la Boîte à science a trouvé sa plus grande inspiration à... Sudbury. Cette ville ontarienne de 160 000 âmes s'est offert, en 1984, un complexe de 76 millions \$, Science Nord. Le succès est tel - 400 000 visites par année - que l'on vient de construire une annexe de 22 millions \$. Et l'Université Laurentienne, qui se trouve dans cette ville, lançait, cet automne, la toute première maîtrise en éducation scientifique en Amérique.

Digne fille du PDG de l'entreprise de technologie environnementale CO2 Solutions, à Québec, Manon Théberge croit dur comme fer à l'importance d'une culture générale en sciences. « Un centre des sciences peut donner aux gens le désir d'apprendre, d'innover et de contribuer au développement de leur ville », croit-elle. Il favoriserait l'apprentissage continu des citoyens, stimulerait l'intérêt pour les carrières en technologie, voire l'entrepreneuriat, en valorisant les réussites des entreprises locales.

Le Centre des sciences de Québec existe déjà sur papier : c'est une bâtisse écolo, avec une toiture « verte » et des panneaux solaires, aux abords du fleuve - pour « l'effet wow ! », s'extasie Manon Théberge. Il comprendra des salles sur l'innovation, sur les chercheurs de la capitale et sur le développement durable, ainsi qu'un dôme multisensoriel où l'on pourra ressentir l'effet des différents climats et en apprendre beaucoup sur les changements qui les menacent. L'hiver, une glissoire en neige permettra aux enfants d'expérimenter, explications à l'appui, les concepts de glisse et de friction. Le projet Pixiris permet également aux visiteurs de diffuser l'image grossie de leur propre prune sur un mur, pour en admirer les détails.

Le prix du rêve : 30 millions \$. Une somme très raisonnable si on la compare aux 45 millions \$ investis dans le Centre des sciences de Montréal et aux 85 millions \$ dans le Musée de la civilisation de Québec. Avec un budget annuel de 7 millions \$ - autofinancé pour moitié dès les premières années - le Centre pourrait embaucher 65 personnes et recevoir 236 000 visiteurs.

À Québec, le milieu scientifique est gagné à la cause. Sans grands efforts, la Boîte à science a convaincu une quinzaine de personnalités de se faire ambassadeurs du projet. Parmi eux, Fernand Labrie, directeur de la recherche au Centre de recherche du Centre Hospitalier Universitaire de Laval (CHUL); Christian Goulet, responsable de la région de Québec chez Bell; Andrew Sheldon, président de Medicago, entreprise qui extrait des composés pharmaceutiques de la luzerne.

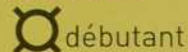
Ne manque plus que la volonté politique. « Tout le monde est pour la vertu... mais pas toujours prêt à avancer les fonds », dit Manon Théberge, qui guette la prochaine vague d'investissements gouvernementaux. Reste à voir ce qu'en pensera le futur maire de Québec, qui sera élu le 6 novembre. Au moment de mettre sous presse, seul Claude Larose, chef du Renouveau municipal, s'était prononcé publiquement pour la création du Centre des sciences. L'institution pourrait créer un contexte favorable qui aiderait le zoo et l'aquarium de Québec, dont la santé financière reste précaire, soulignait-il.

Y a-t-il vraiment un avenir pour la culture scientifique à Québec ? C'est à voir. **CS**

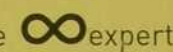
➔ Pour en savoir plus

La boîte à science : www.boiteascience.com

Niveaux



intermédiaire



expert



Fini la corvée de tondeuse!

La tâche de tondre le gazon revient généralement à l'adolescent de la maison qui rechigne systématiquement. La compagnie Evatech a pensé à lui: la tondeuse téléguidée *RCLM 2006* permet de dompter l'herbe rebelle dans le confort de son hamac. Dotée d'un moteur hybride, la machine peut même être démarrée à distance et le modèle de luxe est équipé d'un gyroscope pour s'assurer de la coupe la plus parfaite possible. Le montant qu'il faudra déboursier pour joindre l'utile à l'agréable frise les 3 000 \$, mais on peut toujours se consoler en se disant que c'est le prix à payer pour joindre l'inévitable à l'agréable.

www.evatech.net

Petit calibre

Pour tuer les monstres et autres vilains des jeux vidéo avec plus d'efficacité, la compagnie Monster Gecko offre maintenant le *Pistol Mouse*. Pour



moins de 100 \$, ce « fusil d'ordinateur » permet non seulement de trucider n'importe quelle bestiole virtuelle, mais fait aussi office de souris pour l'ensemble des

applications habituelles: depuis le traitement de texte jusqu'à la navigation Internet, en passant par l'utilisation du courriel. Imaginez la mine médusée de vos collègues et amis qui vous verront pointer votre « arme » vers un texte inoffensif ou presser la détente devant un pourriel. Pour utiliser le *Pistol Mouse*, il suffit d'en brancher la prise USB dans l'ordinateur. L'objet menaçant sera instantanément reconnu comme une souris à lecteur optique. La détente produit le même effet que le bouton gauche de n'importe quelle souris; tandis que le bouton droit et la rondelle de défilement restent facilement accessibles. Il est évidemment recommandé de ne pas se servir du *Pistol Mouse* si on travaille dans une banque!

www.monstergecko.com



Monocyclette

Dépassé mobylettes, motos et autres trottinettes à moteur! Voici le *Wheelsurf*, une espèce de monocycle motorisé dans lequel le conducteur est assis. Deux petites roues se rétractent lorsque la « monocyclette » atteint une vitesse suffisante pour se maintenir en équilibre grâce à un effet gyroscopique. L'accélération et le freinage s'effectuent de la même façon que sur une motocyclette, c'est-à-dire grâce à des commandes situées sur un guidon, et on dirige le *Wheelsurf* en se penchant d'un côté ou de l'autre. Le bizarre engin est pourvu d'un moteur à essence de 56 cc, qui lui permet d'atteindre 50 km/h en quelques secondes. Le réservoir de 2 L lui donne une autonomie de 50 km. Il est actuellement interdit de rouler sur la voie publique avec le *Wheelsurf*, ce qui n'empêche pas la compagnie brésilienne qui l'a conçu de travailler à un modèle plus performant dont on annonce la commercialisation d'ici la fin de l'année. Le modèle actuel coûte environ 7 000 \$.

www.wheelsurf.nl

Un Nobel pour mon ulcère

Cette drôle de bestiole est présente dans l'estomac de 90% des gens, elle provoque un ulcère chez 10% d'entre eux et un cancer dans 1% des cas. Elle s'appelle *Helicobacter pylori* et elle a valu aux docteurs australiens Robin Warren et Barry Marshall le prix Nobel de médecine de 2005. Pour prouver à la communauté scientifique que l'ulcère d'estomac est bel et bien causé par cette bactérie, le docteur Marshall en a avalé une colonie complète. Une semaine plus tard, malade comme un chien, il obtenait par endoscopie la confirmation de son hypothèse. Non, l'ulcère n'est pas causé par le stress ni par une alimentation irritante, mais par *Helicobacter pylori* et peut donc être traité avec des antibiotiques. Bonne nouvelle pour les millions de personnes qui souffrent de cette affection courante. Mais très mauvaise pour les compagnies pharmaceutiques qui commercialisent les lucratifs médicaments anti-acides.

essent de
Evatech
de
tée d'un
distance
leur de
débou-
on peut
pour

HEURE

Voilà le
de la
que la
sinterir
est la
cyclette,
et on
Le
qui lui
sevoir
ent inter-
ni empê-
à un
athon
0 \$.



Bien Vu!

par Serge Bouchard et Bernard Arcand

À la gloire de nos os!

Ils témoigneront de notre amour du sucre et des automobiles.

Bernard Arcand : On répète souvent que les paroles s'envolent, mais que les écrits restent. Le dicton paraît incontestable, mais on pourrait ajouter que les livres se détériorent facilement, alors que les os ont la vie dure. Car il suffit d'un rien pour abîmer le livre : un peu de fumée, un feu, de l'eau, sans parler des chenilles ou des bactéries mangeuses de parchemins. Les brutes ont brûlé sans hésiter la bibliothèque d'Alexandrie et tous les extrémistes du monde rêvent du grand soir où ils pourront enfin jeter au bûcher les livres impies. Par contre, un minable fragment d'os semble à l'abri des fanatiques. Tous les chiens le savent, il peut être retrouvé des millions d'années plus tard. D'ailleurs, tous ceux qui en ont fait l'expérience ont compris que l'incinération d'un corps demeure une opération ardue.

Les moines des temps anciens conservaient un crâne dans leur cellule afin de ne pas oublier la finalité du monde. Shakespeare et Bergman ont imaginé de brillants dialogues entre leurs personnages et des ossements humains, parce qu'ils avaient compris que la fréquentation des squelettes impose un changement d'échelle radical. Prêter l'oreille au long terme, c'est délaisser les petits soucis et les drames habituels de l'actualité banale.

Autrement dit, les livres sont prétentieux et les ossements sont humbles. Les livres expriment des sentiments nobles, des opinions fermes, des hypothèses brillantes ou des conclusions hâtives, mais les os permettent d'identifier les vrais coupables. La paléontologie ne nous dira jamais comment voter ni même ce que nous souhaiterions entendre. Elle étudie les os et nous rappelle qu'il n'y a qu'un pas entre nous et notre ancêtre Lucy. Leur analyse cherche à comprendre l'essentiel : de quoi s'alimentait cet individu et quelle fut la cause probable de sa mort. Bref, une grande leçon de modestie.

Serge Bouchard : Je ne donne pas cher de ma peau, mais j'attache une grande importance à mes os. La peau est une enveloppe fragile qui résiste mal au temps comme aux intempéries. Les os, déjà, sont autre chose. Ils durent.

Si les paroles s'envolent, si les écrits se falsifient, si les idées se raréfient et si les héritages se dilapident, alors n'espérons rien de

la très longue postérité dans le futur lointain. De nous, dans des millions et des millions d'années, il ne restera rien. Qui se soucie du moi d'un autre ayant vécu à des époques si reculées ?

Dieu fasse que je repose en paix dans une terre hautement fossilifère; que je gagne à la loterie des couches sédimentaires; que je fasse le mort très longtemps mais que je resurgisse enfin, au beau milieu d'une falaise coupée. Crâne, mandibule, tibia découverts; personnage finalement important, mystérieux et fascinant.

Des spécialistes se pencheront

sur mon cas. Je serai pesé, soupesé, scanné; le moindre de mes éclats sera répertorié. Je finirai dans la vitrine d'un musée; je serai même à la télévision dans des séries documentaires. On m'appellera *Homo saccharinum*, peut-être, ou encore Lucien de l'ère du Pétrole; mes molaires trahissant mon grand amour du sucre, mes vertèbres révélant mon amour des automobiles. Quelle renaissance!

Hommage aux os qui sont les nôtres, notre chance ultime, qui nous endurent et nous survivent, hommage au squelette de tout ce que nous fûmes. **CS**



« Des spécialistes se pencheront sur mon cas. »
Comme dans Hamlet...



LE SAVOIR TRAME DE LA MODERNITÉ

V. Acquis, connaissance(s), culture, érudition, instruction, lumière, science.

L'Université McGill est fière de son partenariat avec l'Association francophone pour le savoir et se réjouit d'en accueillir le congrès annuel en 2006.

74^e
Congrès
de l'Acfas

Du 15 au 19 mai 2006
Université McGill

Dates à retenir :

Le 4 novembre 2005 - Date limite pour soumettre une proposition de colloque

Le 6 janvier 2006 - Date limite pour soumettre une proposition de communication libre

Pour consulter l'appel de propositions :
www.acfas.ca/congres/



Acfas



McGill



Je veux

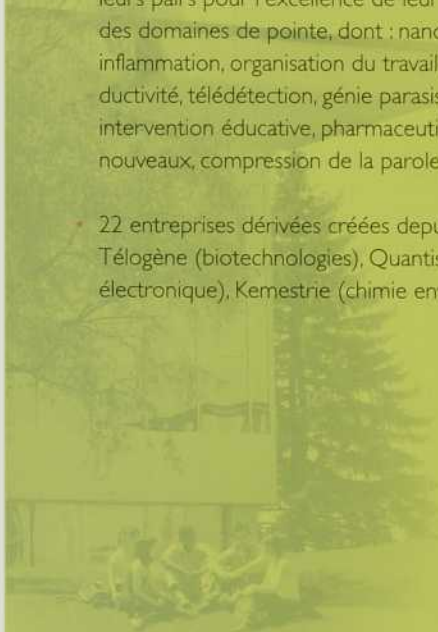
Ève Langelier

professeure en génie mécanique, travaille à la prévention, à la gestion et à la guérison des lésions du système musculo-squelettique.

Combattre

L'Université de Sherbrooke offre un cadre de recherche exceptionnel pour combler vos désirs de dépassement.

- Plus de 110 millions \$ en subventions de recherche (2003)
- Plus de 17 millions \$ en contrats et partenariats de recherche avec des entreprises (2003)
- Plus de 50 chaires de recherche
- 19 équipes et 25 centres et 4 instituts reconnus par leurs pairs pour l'excellence de leur recherche dans des domaines de pointe, dont : nanotechnologies, inflammation, organisation du travail, supraconductivité, télédétection, génie parasismique, intervention éducative, pharmaceutique, matériaux nouveaux, compression de la parole
- 22 entreprises dérivées créées depuis 1984, dont : Télégène (biotechnologies), Quantiscript (micro-électronique), Kemestrie (chimie environnementale)
- L'université canadienne ayant les redevances de brevets les plus élevées au Canada : 14,2 millions \$ (2003)
- Un régime d'études en partenariat pour une maîtrise ou un doctorat en milieu de travail
- Plus d'une centaine d'accords de coopération internationale avec 32 pays
- 27 programmes de doctorat et 38 programmes de maîtrise de type «recherche»
- Près de 2300 personnes travaillant en appui aux activités de recherche
- Une politique avant-gardiste pour protéger la propriété intellectuelle



www.USherbrooke.ca/recherche



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

L'audace porte fruit