

audite boisson : pourquoi la gueule de bois ?

L'abominable moto des neiges



Décembre 2000-Janvier 2001, 4,35 \$
www.CyberSciences.com

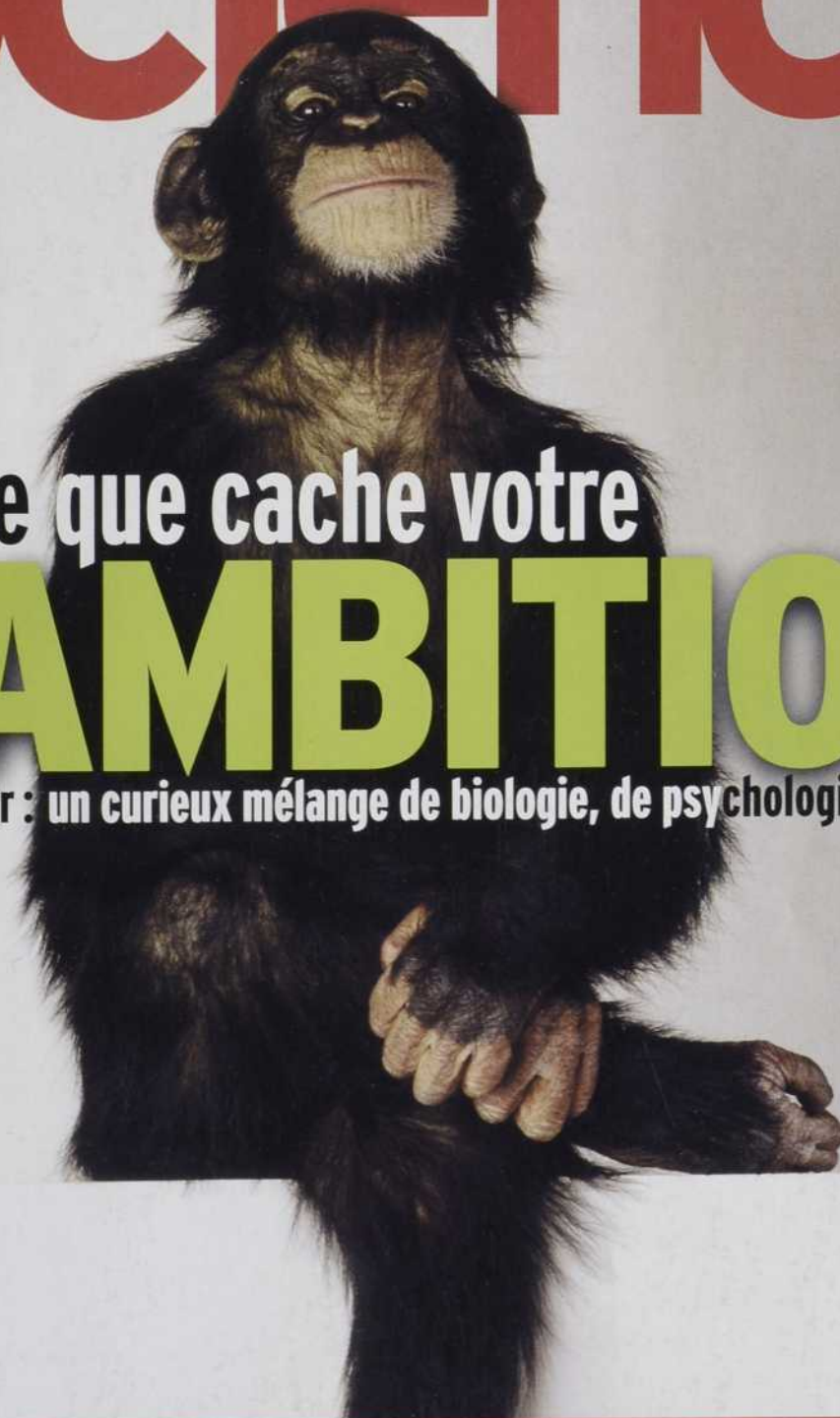
PER

J-69
+1 suppl.
BNQ

Science

Ce que cache votre **AMBITION**

Les origines du pouvoir : un curieux mélange de biologie, de psychologie et de culture



Lait :
la guerre
du calcium



Supertélescopes :
plus haut
plus loin



Envoi de poste - publications - Enregistrement n° 00024, 525, rue Louis-Pontour, Boucherville, Québec, Canada J4B 8E7

**Une entreprise à la mesure
de vos rêves et
de vos ambitions.**

www.hydroquebec.com/recrutement



Québec Science SOMMAIRE

DÉCEMBRE 2000-JANVIER 2001, VOLUME 39, NUMÉRO 4 www.CyberSciences.com



L'ENTREVUE DU MOIS

8 Merveilleux pédagogue

Pour captiver ses élèves, Yvon Fortin met la science en scène. Une présentation théâtrale pour des cours exigeants !

propos recueillis par Laurent Fontaine

l'événement

SANTÉ

11 La guerre du calcium

Des études font un rapprochement inquiétant entre la consommation de lait et le cancer. De quoi provoquer bien des remous.

par Normand Grondin

SANTÉ

15 Mon bon sapin

Nos arbres de Noël cacheraient-ils un puissant bactéricide dans leurs aiguilles ?

par Louise Desautels



19 Planète ADN

L'affaire du lapin fluo

Un artiste décide de sortir un curieux lapin d'un laboratoire. Émoi génétique !

par Jean-Pierre Rogel

techno~pratique

43 Gutenberg 2.0

Le livre électronique est à nos portes. Adieu encre et papier !

par Philippe Chartier

46 Dimension cachée

Cette fois, c'est vrai : on change de siècle.

par Raynald Pepin

48 Jeux

par Jean-Marie Labrie

49 Science et culture

Du Saint-Laurent à la Lune.

50 Aujourd'hui, le futur



PSYCHOLOGIE

20 Les origines du pouvoir

Premier ministre, boss ou leader : l'exercice du pouvoir fascine. Mais d'où vient ce goût du leadership ?

par Valérie Dufour et Laurent Fontaine

SANTÉ

26 Nez rouge et gueule de bois

Comment la tête, l'estomac et le foie travaillent pendant que vous faites la fête. À lire avant et après un lendemain de veille.

par Catherine Dubé

GÉNIE

32 L'abominable moto des neiges

Bruyante et polluante : quand la motoneige cessera-t-elle donc d'empester l'hiver ?

par Daniel Chrétien

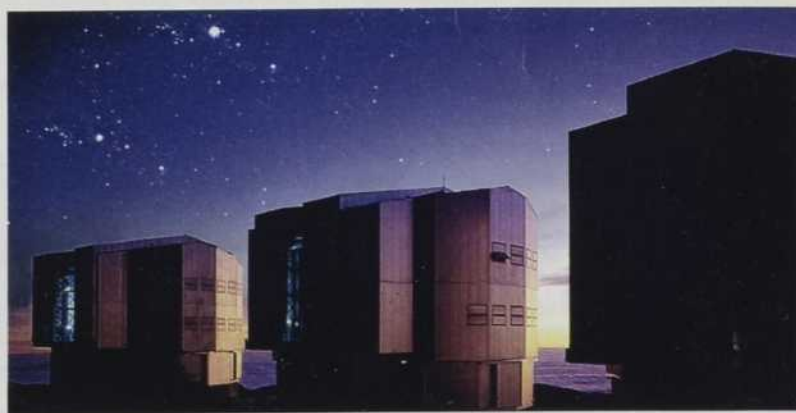
MATHÉMATIQUES

36 Le mystère zêta

Une curieuse rencontre des mathématiques avec la mécanique quantique. Accrochez-vous !

par Philippe Chartier

ASTRONOMIE



39 Supertélescopes pour superastronomes

Au programme des télescopes surpuissants : nouvelles planètes, nouvelles comètes, nouvelles étoiles.

par Vincent Sicotte



Aussi : au centre du magazine, un petit guide pratique pour le choix des études supérieures. Pour s'informer, choisir et s'organiser le mieux possible !



La part animale

Un anthropologue m'a déjà confié le malaise que lui inspirait parfois les études sur les sociétés de macaques où la domination et le pouvoir se déterminent en fonction d'un subtil jeu d'alliances, de duels et de rivalités. « Il y a aussi de cela en nous », me faisait-il remarquer en substance.

Y a-t-il donc de « cela » en chacun de nos leaders, de nos politiciens et de nos dirigeants, petits et grands ? Un peu sans doute. Mais quelle est-elle ? Ce n'est pas d'hier que biologistes et sociologues étudient la chose. On calcule que pas moins de 12 000 articles scientifiques portent d'une façon ou d'une autre sur la question du pouvoir. Il y a même des travaux qui se penchent sur certains facteurs dits sociobiologiques propres à la notion de domination, laquelle a marqué les siècles et les sociétés; comme plusieurs de nos pulsions, il faut bien le dire.



Doit-on avouer que c'est le genre de sujet qui nous gêne quelque peu à Québec Science ? Parce qu'une analyse réductrice peut donner l'impression qu'il y aurait des fondements biologiques comme principaux déterminants du pouvoir, ou encore qu'il existe des gens naturellement doués pour l'exercer.

Quoiqu'en disent les humoristes, il y a peu de choses en commun entre un parlement ou un conseil d'administration, d'une part, et un groupe de fourmis, d'éléphants ou de chimpanzés de l'autre. Il y a une marge importante, que nous nous gardons bien de franchir ici, entre la

structure hiérarchique d'une société de primates et celle d'une société humaine.

Alors pourquoi tenter de trouver des similitudes entre les deux ? Peut-être cela nous permettrait-il d'y voir notre réelle part d'humanité. Ce qui nous fait entrer de plain-pied dans le vieux débat entre l'inné et l'acquis, entre la nature et la culture, concernant les origines du comportement humain. Il est exact que l'étude des mœurs animales permet de reconnaître certains atavismes sociaux primitifs et d'identifier les profonds ressorts biologiques qui expliquent les petites et grandes ambitions, le « cela » auquel faisait référence l'anthropologue. On comprendra cependant que le reste, sur quoi se fonde la dynamique de nos sociétés, est culturel et exclusivement humain. Dès lors, il est évident que ce dernier aspect ne peut se comprendre à partir de l'étude des animaux, fussent-ils grégaires.

Le pouvoir est-il soluble dans l'alcool ?

Cela ne fera toutefois pas taire critiques, blagues et commentaires de tout genre à l'endroit de nos patrons et de nos politiciens. Voilà d'ailleurs un intarissable sujet de discussion pendant les « partys » du temps des fêtes. D'autant plus — et vous lirez pourquoi dans notre reportage *Nez rouge et gueule de bois* — que l'alcool présente un substitut socialement plus accepté que le sérum de vérité pour inciter certains adeptes occasionnels de la « dive bouteille » à laisser libre cours à leur pensée. Profitez-en donc, du même coup, pour recueillir des confidences sur les ambitions de vos amis ou des membres de votre famille. Peut-être parmi eux se cache-t-il un futur maître de l'univers...

Rédacteur en chef RAYMOND LEMIEUX
Adjoint au rédacteur en chef LAURENT FONTAINE
Collaborateurs
 DANIEL CHRÉTIEN, CATHERINE DUBÉ, LOUISE DESAUTELS,
 MARIE-PIER ELIE, NORMAND GRONDIN, VALÉRIE DUFOUR,
 JEAN-MARIE LABRIE, RAYNALD PEPIN, MATHILDE REGNAULT,
 JEAN-PIERRE ROGEL, VINCENT SICOTTE

Correcteur LUC ASSELIN
Directeur artistique FRANÇOIS ÉMOND
Photographes/illustrateurs
 LOUISE BILODEAU, MARC CUADRADO, CHRISTIAN FLEURY,
 MICHEL LAROSE, NICOLAS MORIN, PIERRE-PAUL PARISEAU,
 RÉMY SIMARD

Diffusion et promotion HÉLÈNE CÔTE

Directeur général MICHEL GAUQUELIN
Directeur exécutif MARC CÔTE
Adjointe administrative NICOLE LÉVESQUE

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

SITE INTERNET

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

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

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

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

Pelliculage électronique et impression : Interweb
Distribution en kiosques : Messageries Dynamiques

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec
 Premier trimestre 2000, ISSN-0021-6127
 Répertoire dans Repère et dans l'Index des périodiques
 canadiens.
 © Copyright 2000 – La Revue Québec Science
 Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation
 réservés.

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

Gouvernement du Québec
 Ministère de la Culture
 et des Communications

Canada

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

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



CEGEP de Jonquière

Le mythe du véhicule électrique

« Il circule une croyance populaire, au Québec comme ailleurs dans le monde, qui présente la voiture électrique comme la solution à de nombreux problèmes environnementaux. Il en est tout autre-



PAUL FREMES

ment », affirme Benoit Champoux, étudiant en génie mécanique à l'Université de Sherbrooke. Pourquoi donc ? Notre lecteur rappelle d'abord que les piles utilisées dans ces véhicules contiennent de nombreux produits polluants. Mais en plus, nous avons tendance à oublier comment l'électricité est produite avant d'aller dans les fils. « Bien qu'au Québec l'hydroélectricité, utilisée pour desservir une bonne partie de la province, soit relativement propre, partout ailleurs au Canada et aux États-Unis, l'énergie qui chargera la voiture électrique provient de sources comme les centrales nucléaires, au charbon ou au mazout ! »

Un bon rafraîchissement

« Je suis bien content de la nouvelle présentation de votre magazine, nous dit Daniel Morin, de Sainte-Foy près de Québec. On sent un effet de renouveau (...) qu'il est agréable de constater. Bravo ! »

Trou noir

Le court texte intitulé *L'Astronomie canadienne : alerte !* (octobre 2000, en page 12), relatait le déclin de la profession d'astronome au pays. Yvan Dutil, un astrophysicien qui travaille actuellement à l'Universitat Politècnica de Catalunya à Barcelone, en Espagne, se permet de préciser qu'il y a en moyenne huit astronomes par million d'habitants dans les pays développés. « Au Québec, cela devrait se traduire par une soixantaine d'astronomes ! Nous sommes bien loin du compte. Il n'est donc pas étonnant que les deux tiers des astronomes québécois travaillent désormais en dehors du Québec. Difficile dans ces conditions de motiver les jeunes chercheurs. Partir, c'est mourir un peu. Mais revenir au Québec, c'est un suicide professionnel. »



Le Ritalin : l'enfer c'est les autres

« Je trouve qu'on n'a pas suffisamment observé et analysé les facteurs environnementaux (culturels, sociaux et familiaux) d'un enfant TDA/H. Il y a une

panoplie de situations difficiles pour l'enfant : les deuils, les séparations, les crises familiales, la naissance d'un frère. Et que dire de l'incidence parent dépressif/enfant hyperactif ? », signale la psychologue Lucia Fernandez de Sierra à la suite de la lecture de notre article *Ritalin : du calme !* (octobre 2000).

« Dans ma pratique professionnelle, la plupart des cas (8 sur 10) d'hyperactivité sont associés à des difficultés rencontrées dans l'environnement de l'enfant et non chez l'enfant lui-même », explique-t-elle.

Cette psychologue fait également remarquer que, selon les dernières recherches sur le trouble d'hyperactivité avec déficit d'attention (THADA ou TDA/H), il n'y a pas de consensus sur l'étiologie, et qu'il n'existe pas de diagnostic universel ni de protocole de traitement à court ou à long terme.

« La revue *Child and Adolescent Psychopharmacology* de l'université Brown (décembre 1999) souligne que le profil d'un désordre bipolaire est très facilement confondu avec le TDA/H. Un enfant avec désordre bipolaire présente les caractéristiques suivantes : les épisodes de comportement perturbateur ne sont pas continus, le comportement se détériore durant les mois d'automne et d'hiver, le sujet sexuel est précoce (...). L'enfant avec désordre bipolaire est un casse-cou tandis que l'enfant TDA/H suit son impulsivité et, souvent, il regrette son geste; etc. »

De l'avis de Lucia Fernandez de Sierra, beaucoup de jeunes enfants se feraient donc prescrire le Ritalin sans un diagnostic complet. L'objectif serait donc de régler les symptômes (comportement indésirable) et non les vraies causes du problème.

Ce sont les spécialistes qu'il faut éduquer

« C'est vrai qu'il peut, à l'occasion, y avoir de l'abus quant à une prescription trop vite donnée à la suite d'une éva-

Des commentaires ?

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

luation bâclée. Par contre, il faut voir tout le bien que le Ritalin apporte à l'enfant atteint du Trouble du déficit de l'attention, avec ou sans hyperactivité (TDAH), écrit Daniel Létourneau, de l'Association PANDA. « Fondamentalement, le traitement pharmacologique permet à l'enfant d'être attentif en classe (il ne devient pas plus intelligent à cause du Ritalin, mais il peut mieux utiliser ses facultés cognitives) (...), d'être moins impulsif et d'améliorer ses relations interpersonnelles (...). À mon avis, il ne s'agit pas d'enlever le Ritalin à tous les enfants qui ont un diagnostic de TDAH, il s'agit plutôt d'éduquer quelques spécialistes pour qu'ils fassent de bonnes évaluations afin que le Ritalin ne soit pas prescrit indûment. Par contre, aussi essentiel que puisse être le Ritalin dans un traitement global de l'enfant TDAH, il ne devrait pas pour autant être le seul moyen utilisé, ce qui est malheureusement trop souvent le cas, précise-t-il en citant l'exemple de la région où il travaille. La région de Lanaudière, à elle seule, compte environ 3 350 enfants atteints du TDAH. Il n'y existe, à part une prescription de Ritalin, aucun autre programme thérapeutique (amélioration des relations interpersonnelles, résolution de problème, contrôle de l'impulsivité) capable d'aider ces enfants. »

Un traitement prometteur pour la forêt

Jean Bégin, un ingénieur forestier associé à l'Université Laval, nous transmet ces quelques notes afin « d'éclairer le lecteur et non pour faire une critique quelconque de votre travail de vulgarisation scientifique ». Voici l'essentiel de sa lettre :

« Dans l'article intitulé Sylviculture : la course contre la montre (octobre 2000), Normand Grondin écrit, à mon grand étonnement, que l'équipe du docteur Bergeron a mis au point la "coupe avec protection des petites tiges marchandes" à la forêt du lac Duparquet.



Album de famille

En lisant notre numéro d'octobre 2000, George Lapointe, de Beauport près de Québec, a eu toute une surprise. En examinant attentivement la photo illustrant un train de bois en hiver (page 44), il a reconnu la personne aux commandes du tracteur : son grand-père, Georges Richard !

« Ce traitement sylvicole expérimental, connu au Québec sous le sigle CPPTM, est plutôt le fruit d'un travail collectif regroupant à l'origine, en 1996, un professeur de la faculté de foresterie et de géomatique de l'Université Laval (docteur Jean Bégin et des collaborateurs), quelques ingénieurs forestiers du ministère des Ressources naturelles du Québec (Jacques Duval, Claude Allain, etc.) et des ingénieurs forestiers des industries du bois de la Côte-Nord (Daniel Brochu, Charles Warren). L'expérimentation a débuté en 1997 sur la Côte-Nord, notamment comme mesure de mitigation dans le corridor panoramique le long de la route 389 et s'est étendue en 1998 au Lac-Saint-Jean, en 1999 en Mauricie et en 2000 en Abitibi. Contrairement à ce qui est rapporté, l'équipe du docteur Bergeron n'est aucunement à l'origine du traitement CPPTM; quoique, ayant été mise au fait de nos recherches, elle ait pu s'y intéresser depuis peu.

« L'expression CPPTM et la description du traitement sont apparues, pour la première fois, en novembre 1996 dans une proposition de recherche soumise par l'Université Laval, bien que l'idée du traitement ait germé lors de nos travaux de recherche entrepris vers 1992.

Depuis ce moment, l'Université Laval a établi, conjointement avec des industriels forestiers, un total de 23 dispositifs de recherche sur la Côte-Nord, au Lac-Saint-Jean, en Mauricie et en Abitibi à partir de subventions et contrats totalisant plus de un demi-million de dollars, et ayant produit plus de 20 rapports de recherche.

« Au Québec, le traitement a été imaginé à la suite des données de dispositifs de recherche des années 50 établis par le gouvernement fédéral et des travaux de monsieur Martin Riopel (Université Laval) et, entre autres, des docteurs Doucet, Pothier et Paquin (Direction de la recherche forestière du MRNQ). Des études ou expérimentations non encore répertoriées peuvent, au Québec et sous une autre appellation, avoir abordé cette problématique plus tôt. En Ontario, par exemple, le docteur Art Groot travaille sur un dossier similaire depuis environ cinq ans.

« Nos premiers résultats de recherche indiquent qu'il s'agit d'un traitement sylvicole prometteur dans certaines situations particulières de la forêt boréale qu'on retrouve principalement sur la Côte-Nord et dans une moindre mesure en Abitibi. » **CS**

CYBERSCIENCES
La science et la technologie pour tous

www.CyberSciences.com
2 000 nouvelles scientifiques en 3 ans !

UQAM = ∞

Avec les mathématiques,
les possibilités d'avenir sont infinies.



L'équation est simple. Le domaine des mathématiques mène à des carrières passionnantes, telles que l'actuariat, la météorologie, les statistiques, la finance, l'informatique, l'économie, l'enseignement au secondaire, etc. Additionnez à cela notre environnement stimulant et la complicité que nous avons avec le marché du travail. Faites le calcul.

Pour plus de renseignements sur les programmes en mathématiques de l'Université du Québec à Montréal, composez le (514) 987-3132 ou consultez le site Internet www.uqam.ca

UQAM
L'avenir est ici

« Tout le monde ne doit pas aimer la science, mais tout le monde a le devoir de se passionner dans la vie », dit Yvon Fortin. Le professeur « patenteux » du cégep François-Xavier-Garneau à Québec a trouvé le moyen faire aimer la science aux plus rebelles !

par Laurent Fontaine

Merveilleux

Québec Science : Les questions que vous posez aux jeunes sont étonnantes ! Faut-il éliminer toutes les maladies ? Est-ce qu'un arbre qui tombe dans une forêt fait du bruit si personne n'est là pour l'entendre ?

Yvon Fortin : Elles sont là pour surprendre et stimuler l'esprit. Car la physique est moins difficile d'accès qu'on ne le pense. En fait, elle est partout, elle nous entoure, elle nous « fait ». Ces questions sont autant de pistes de réflexion pour les jeunes que les expériences que nous menons au Centre de démonstration en sciences physiques.

Q.S. : Qu'est-ce que le Centre de démonstration en sciences physiques ?

Y.F. : C'est un ancien gymnase que le cégep François-Xavier-Garneau a transformé, avec l'aide de Québec qui y a investi un million et demi de dollars. On peut enchaîner des expériences devant une centaine de personnes grâce à une scène pivotante, illustrer des démonstrations avec des moyens multimédias exceptionnels qui permettent à l'assistance d'observer jusqu'aux moindres détails, et tout ça en direct.

L'idée est d'illustrer la science, de la faire voir comme on ne la regarde

jamais, en vrai et pas dans un livre !

À l'inauguration du centre, par exemple, nous avons rejoué l'expérience de Hans Christian Oersted – la déviation d'une aiguille aimantée sous l'effet d'un courant. Le Musée de la civilisation nous a prêté le compas que le chercheur a utilisé vers 1820, et on a revécu avec le public la découverte (forfuite) du lien qui existe entre l'électricité et le magnétisme. C'est le genre de projet que nous voulons étendre, pour faire comprendre au public ce qu'on savait ou qu'on ne savait pas à une époque, et lui laisser le temps de chercher d'interpréter, de se tromper, de découvrir... pour que ça devienne « sa » découverte !

Q.S. : Vous en faites un show ?

Y.F. : Non, ça va beaucoup plus loin. On scénarise pour permettre aux gens de revivre les émotions du scientifique en pleine recherche. Ce que nous essayons de faire sentir, c'est la passion qui peut l'animer quand il se trompe... et quand il trouve ! Ça ne s'explique pas dans un livre, ça se vit. Ressentir ce qu'un chercheur peut éprouver est la porte d'entrée pour qui veut comprendre, et aller plus loin. La science, ce n'est pas

seulement les outils logiques un peu arides, c'est aussi une manière de s'émerveiller !

Q.S. : Une passion, en quelque sorte ?

Y.F. : Oui. Regardez ce qui se passe en archéologie ou en poésie. Ce qui intéresse d'abord les jeunes, c'est la beauté; les grottes de Lascaux ou les vers de Baudelaire, d'une si profonde sonorité... En science, c'est la même chose. Si un jeune est fasciné par ce qu'il voit et découvre, il va avoir envie de le faire lui-même. Alors il aura le courage d'entrer dans la technique — et le labeur qui l'accompagne — pour y arriver.

Q.S. : Les inscriptions en sciences de la nature au cégep ont baissé de 15 % depuis 10 ans. Les jeunes s'intéressent-ils moins aux carrières scientifiques aujourd'hui ?

Y.F. : La science n'a plus l'aura qu'elle avait au XIX^e siècle, c'est vrai. Il y a 50 ans, les chercheurs s'extasiaient devant les nouvelles molécules chimiques, mais les jeunes d'aujourd'hui savent les dégâts que font les CFC ! Ils savent aussi que la génétique pose des questions d'une complexité telle qu'il faut bien du courage pour y répondre.

scénario permettre aux gens de revivre les émotions du scientifique ...



UX pédagogique

Mais je ne crois pas qu'ils ne s'intéressent plus à la science. Elle reste un symbole. Elle est au cœur des solutions que la société doit apporter aux grandes problématiques de notre époque. L'image du scientifique froid, objectif et détaché ne correspond plus aux qualités essentielles que l'on exige d'un chercheur. Les vrais scientifiques ont un bon jugement, une grande sagesse, un sens de l'empathie !

Q.S. : Comment accroître alors l'intérêt des jeunes ?

Y.F. : En tout cas pas en leur parlant de

gros salaires et de bonnes jobs comme on ne cesse de leur rebattre les oreilles ! Imaginez, on vous dit : étudie, souffre pendant cinq ans, et tu auras une récompense à la fin. Si c'est la seule valeur sur laquelle le système mise, on n'est pas sortis du bois ! Car si le seul but des études c'est le profit, autant dire aux jeunes que n'importe quelle fin justifie n'importe quel moyen ! Vous savez, les questions que les jeunes se posent — Qui suis-je ? D'où je viens ? Où vais-je ? Pourquoi y a-t-il de la souffrance ? ce sont des questions universelles. Et la science est une manière

d'y répondre parce qu'elle est d'abord une matière humaine, faite par et pour des humains. Ceux qui aiment la science au point d'y consacrer leur vie y voient une façon de creuser ces questions, de se dépasser et même d'améliorer le sort de leur prochain. Ces motivations valent bien plus qu'un chèque de paie, même s'il en faut un !

Moi, je crois bien plus à la culture des idées. Quand je vois des élèves qui suivent un labo de physique uniquement parce que c'est obligatoire, je leur dis qu'ils vont trouver le cours plate comme une roche ! Je leur conseille

d'en profiter plutôt pour comprendre des choses qui les intéressent vraiment dans le monde qui les entoure. L'école, c'est le lieu idéal pour frotter nos rêves à la réalité, on peut prendre le temps pour ça. C'est sûr qu'on n'invente pas en restant assis, et dès qu'on essaie de réaliser notre rêve, la roue accroche toujours quelque part. Mais c'est seulement alors qu'on peut chercher pourquoi ça ne marche pas, essayer autre chose, réfléchir... Le plaisir qu'on a en cours de route vaut tout l'or du monde !

Q.S. : Est-ce que les jeunes ont ce qu'il faut pour entrer dans cette culture de l'idée et de l'effort ?

Y.F. : À nous de leur donner l'occasion de l'acquiescer. Je les admire, les étudiants. On les charge, on leur demande d'être productifs dans des tas de matières... Ils doivent assimiler en 20 minutes des découvertes que l'humanité a mis 400 ans à réaliser, et que la plupart des adultes eux-mêmes ne comprennent toujours pas !

On demande aux jeunes de faire des liens entre ce qu'ils apprennent, alors qu'ils n'ont eu le temps ni de vivre, ni de lire, ni d'expérimenter. Ils ne peuvent pas tout savoir, et encore moins tout comprendre ! Les jeunes sont pleins de talent, et beaucoup ont toutes les qualités requises pour faire une carrière scientifique. Mais ils ont besoin qu'on les soutienne... et qu'on leur laisse le temps.

Q.S. : Est-ce que l'école est à la hauteur de ce défi ?

Y.F. : Notre société mise beaucoup sur l'innovation. Innover, c'est ambitieux : c'est faire mieux que nos prédécesseurs ! Or qui peut vraiment prétendre faire mieux que les générations précédentes ? Les grands scientifiques le font... mais ce sont des gens qui en général brassent bien des idées, justement; ils ont osé sortir des sentiers battus. Le but de l'école est de permettre à l'ensemble de la société d'avancer, et grosso modo elle le fait bien. Pourtant, elle ne cesse d'être dénigrée. On n'arrête pas de parler du décrochage scolaire, de tout ce qui ne fonctionne pas, de l'écart entre l'école et les attentes de la société.

Mais il faut prendre un minimum de recul. Actuellement, la pression sur l'école est très forte. Le discours économique concernant l'école est omni-

sent. On nous demande non plus de former des personnes mais de la main-d'œuvre, de la relève. Bien sûr, l'école doit préparer à l'emploi, mais elle doit aussi former des citoyens, pas juste du monde jetable ! La relève, c'est des gens, des vies. La mission de l'école, y compris dans la formation scientifique, est bien plus large que de préparer des jeunes pour qu'ils soient surtout rapides, efficaces, high-tech — ce qu'on attend en somme de nos ordinateurs !

Q.S. : Et les profs, notamment en sciences, que doit-on en penser ?

Y.F. : Nous vivons dans un monde où le jeu est la norme, où tout doit être facile, amusant. Mais en sciences comme ailleurs, il y a des choses difficiles à apprendre. Les démonstrations, c'est bien, ça donne un « capital-sympathie » au professeur. Mais après, il faut amener les jeunes vers la compréhension profonde. Il y a des passages obligés, comme les mathématiques qui forment l'esprit à une certaine logique. Il y a une culture de l'effort, dont on entend de moins en moins parler, mais qui est inévitable. Le prof est là un peu comme les parents. C'est casse-pieds un père ou une mère, ça te force à te brosser les dents, à te laver, à dormir. Ça te contraint, mais au bout du compte, ça t'éduque ! Il y a des parents sympas, et d'autres rabat-joie... comme les profs ! Et même un mauvais prof a quelque chose à apprendre à ses élèves, ne serait-ce que la tolérance dont ils auront besoin pour vivre en société. En montagne, même si un guide n'est pas sympathique, on le suit pour ne pas se perdre, car lui connaît le chemin ! Évidemment, s'il est sympathique, c'est encore mieux. Mais on n'a pas besoin que le prof danse à claquettes pour apprendre.

Q.S. : Qu'est-ce qui, selon vous, suscitera des vocations scientifiques ?

Y.F. : L'adrénaline ! Autrement dit, l'émotion ! C'est la clef des vocations. Elles naissent, je crois, de ce qu'un jeune peut ressentir quand il a le sentiment de vivre pour la première fois une expérience. *Lui* comprend, *lui* découvre, c'est *sa* trouvaille. C'est important ce moment-là, c'est un flash où le jeune perçoit sa propre capacité, son intelligence. Tout l'art du professeur est de créer ces moments-là, de les répéter tout en don-

Paris, Porto et Laval

Quand nous l'avons rencontré, Yvon Fortin contemplait des bulles de savon. Le professeur de physique scrutait depuis des jours le tourbillon des couleurs qui dansent sur le mince film de la bulle. Pour la beauté, et parce que « comprendre la bulle de savon, c'est comprendre le comportement de la membrane d'une cellule ». Le créateur du concours *Science on tourne*, qui a déjà proposé à ses élèves de propulser un bateau avec comme seule énergie la détente du ressort d'une souris, a aussi berné 500 enseignants en sciences en leur « prouvant » le magnétisme humain... avant d'entamer un exposé sur le sens critique !

Conférencier de talent et « patenté » de génie, ses dizaines de machines pour mettre la physique en action ont fait le tour du monde. Il a conçu le Visionarium, le centre des sciences de Porto au Portugal. Il a mis sur pied une partie du programme du camp spatial à Laval et élaboré les montages complexes du Centre des sciences iSci de Montréal. C'est à lui que l'on devait aussi la cascade qui a fasciné le Tout-Paris l'an dernier, au Printemps du Québec. Une installation haute de 6 mètres et dans laquelle s'enchaînaient en 20 minutes 59 réactions physiques pour souffler, en bout de course, la flamme d'une bougie dans un rideau de fumée. Science, imaginaire, raison et beauté réunis ! Depuis 1998, avec ses collègues du cégep François-Xavier-Garneau de Québec, il captive les étudiants dans le Centre de démonstration en sciences physiques, une véritable salle de spectacle multimédia pour vivre la découverte scientifique en direct !

Mais attention, prévient Yvon Fortin : « Contempler la bulle de savon ne nous éloigne pas du vrai travail : maîtriser, en bout de ligne, les équations pour calculer la tension superficielle de la bulle de savon. »

nant le goût de comprendre le pourquoi, le niveau fondamental. Et de laisser le jeune vivre ces instants d'émotion. Quand ces impressions se répètent, c'est comme une drogue ! Ça explique pourquoi un chercheur peut passer sa vie dans un laboratoire avec des souris — une activité qui en soi a l'air un peu folle ! Et c'est pour cela que je n'arrête pas de dire aux jeunes d'oser s'approcher de ce qui les surprend. Scientifique ou non, celui qui vit ainsi ne s'ennuiera jamais ! **QS**

La guerre du calcium

Et si le lait contribuait au cancer de la prostate chez l'homme, et à l'ostéoporose chez la femme ? C'est ce qu'affirme un regroupement de médecins américains. Grosse querelle en vue !

par Normand Grondin



« Plus un homme boit du lait et consomme de produits laitiers, plus ses risques de développer un cancer de la prostate sont élevés. » C'est, en substance, la teneur d'un message télévisé de 30 secondes qui a été diffusé au début de l'automne sur les ondes des grandes chaînes new-yorkaises.

L'organisation qui a payé la campagne publicitaire, le Physicians Committee for Responsible Medicine (PCRM), est un organisme à but non lucratif qui regroupe plus de 5 000 médecins américains. Elle est en guerre depuis quelques années déjà contre le lait et ses dérivés. Son postulat : consommer des produits laitiers est un danger pour la santé humaine.

« Plus de 99 % de la population pense

que boire du lait est un comportement parfaitement normal et que ce produit est un élément essentiel de la diète alimentaire quotidienne », explique le docteur John McDougall, du St. Helena Hospital, à Deer Park en Californie. Mais ils ont tort, croit-il : « À long terme, boire du lait est aussi néfaste que fumer ! »

Membre du PCRM et auteur d'une demi-douzaine de livres sur la nutrition, John McDougall est convaincu que « ce qui est bon pour les vœux n'est pas forcément bon pour les humains ». Il croit que les produits laitiers sont responsables en tout ou en partie d'une longue liste de problèmes de santé qu'éprouvent les Nord-Américains : cardiopathies, allergies, différentes formes de cancer, diabète, obésité, asthme et anémie chez les

enfants, pour ne nommer que ceux-là. « En 1994, les autorités médicales ont reconnu que la diète alimentaire était la principale cause de décès et de maladies graves aux États-Unis, souligne le médecin. Or, qu'est-ce qu'on retrouve avant tout dans l'assiette des Nord-Américains ? De la viande et des produits laitiers. »

Et le cancer de la prostate dans tout cela ?

Dans sa publicité télévisée, le PCRM explique qu'une étude épidémiologique réalisée sur un groupe de plus de 20 000 hommes (et publiée par *Harvard's Physicians Health Studies*) indique une augmentation de 34 % des cas de cancer de la prostate chez ceux qui consomment plus de deux portions et demie de

SANTÉ

produits laitiers par jour (comparativement à ceux qui consomment une demi-portion par jour).

Les résultats, publiés en avril dernier, vont dans le même sens qu'une autre étude faite à Harvard sur 50 000 sujets. Dans celle-ci, les chercheurs ont observé une hausse de 70 % des cas de cancer de la prostate chez les hommes qui consomment des produits laitiers en plus grande quantité que la moyenne des gens. L'hypothèse la plus plausible, selon le PCRM, est que les produits laitiers provoqueraient une surproduction d'un facteur de croissance — le IGF-1 — qu'on croit lié au développement des cellules cancéreuses.

Bien sûr, aucune de ces études ne peut établir de lien direct entre le lait et le cancer de la prostate. Mais on a déjà observé depuis plusieurs années que 10 fois plus d'Occidentaux que d'Asiatiques sont victimes de cette maladie. Or, la consommation du lait et de ses dérivés est une habitude alimentaire typiquement occidentale (voir encadré).

Plus étonnant encore, les produits laitiers n'auraient absolument aucun des effets bénéfiques qu'on leur accorde

généralement en ce qui concerne la prévention de l'ostéoporose ! « On n'a encore jamais démontré que le calcium contenu dans le lait peut contribuer à réduire les risques d'ostéoporose », affirme John McDougall. La seule recherche jamais réalisée spécifiquement sur le sujet, en 1985, démontre exactement le contraire, dit-il. « Les femmes post-ménopausées qui, pendant un an, ont bu trois verres de lait écrémé par jour avaient un déficit en calcium plus élevé et elles avaient perdu deux fois plus de masse osseuse que les autres femmes du groupe. »

En 1997, une autre grande étude épidémiologique, (faite par *The Harvard Nurse's Health Study*) a permis de suivre 78 000 infirmières sur une période de 12 ans. Elle est arrivée sensiblement aux mêmes conclusions. On a observé que les femmes qui boivent plus de lait sont plus souvent victimes de fracture des os que les autres ! Et que, de façon générale, les États-Unis sont à la fois l'un des pays où l'on consomme le plus de produits laitiers per capita... et l'un de ceux où le taux d'ostéoporose est le plus élevé au monde !

Comment expliquer qu'un produit riche en calcium provoque une baisse du taux de calcium dans les os ? On l'ignore. Les responsables pourraient être les protéines animales et le sodium contenus dans le lait. Mais ce n'est encore qu'une hypothèse. De plus, il faut souligner que d'autres études arrivent exactement aux conclusions contraires de celles citées plus haut...

Il est inutile de dire que les prises de position du PCRM font rugir pas mal de spécialistes américains de la santé publique qui accusent le groupe, entre autres choses, de prêcher aveuglément et sans nuances les bienfaits d'une diète végétarienne.

Mais cela n'empêche pas l'organisation de s'être lancée aux États-Unis dans ce qu'on surnomme maintenant la « guerre du calcium ». Récemment, le PCRM a attaqué l'industrie laitière et le gouvernement américain sur plusieurs fronts. Le plus significatif est celui qui l'oppose à la Federal Trade Commission, l'organisme responsable, du contrôle des informations véhiculées par les messages publicitaires.

Le PCRM estime que la désormais

Empêcher une catastrophe aérienne, stopper une offensive militaire et préserver des forêts...



Et demain, qu'est-ce qu'on fait ?

CAE est le premier fournisseur mondial de technologies de simulation et de contrôle pour les solutions de formation et d'optimisation dans les secteurs de l'aérospatiale, de la défense et de l'industrie forestière.



WWW.CARRIERES.CAE.COM



Boire du lait n'est pas à la portée de tout le monde, bien au contraire. Les bébés humains, tout comme les vœux, produisent une enzyme, la lactase, qui les aide à digérer le lactose, le sucre contenu dans le lait de leur mère. Mais comme l'organisme cesse de produire cette enzyme une fois que l'enfant est sevré, un adulte, en principe, ne peut boire de lait sans risquer d'être victime de crampes, de nausées ou de diarrhées. C'est du moins le cas pour 90 % des Asiatiques, 70 % des Noirs et des Amérindiens, et 50 % des hispanophones.

En fait, seuls les Occidentaux dont les descendants sont originaires du nord de l'Europe s'accommodent généralement bien du lait. La raison : les Blancs, qui ont domestiqué la vache depuis plus de 10 000 ans, auraient progressivement développé une tolérance au lactose, ou peut-être même développé un gène qui leur permet de continuer à produire du lactase leur vie durant. D'une façon ou d'une autre, 85 % des Blancs peuvent aujourd'hui boire du lait sans éprouver de problèmes gastro-intestinaux.

fameuse publicité du lait qui met en vedette des personnalités affublées d'une moustache de lait (*Got Milk?*), une campagne annuelle de 80 millions de dollars américains, n'est en fait qu'une vaste supercherie sur le plan scientifique.

Selon lui, l'industrie laitière ment lorsqu'elle affirme que le calcium contenu dans le lait diminue les risques de souffrir d'ostéoporose. On lui reproche aussi d'utiliser des personnalités noires, asiatiques ou hispanophones pour la publicité en omettant de dire que la plupart des gens appartenant à ces groupes ne tolèrent pas le lait, et qu'en boire pourrait nuire à leur santé.

Le PCRM s'est déniché quelques appuis, notamment auprès des représentants de certains groupes ethniques. Mais c'est bien peu de chose en comparaison de leurs opposants qui alignent année après année les célébrités dans leurs publicités : Spike Lee, Britney Spears, les sœurs Williams et même Donna Shalala, l'équivalent, aux États-Unis, du ministre de la Santé. Tous ont posé avec une moustache de lait !

« Qu'est-ce qu'on peut faire contre les millions de dollars de l'industrie laitière ? » se demande John McDougall. Dans le passé, constate-t-il, l'information scientifique circulait lentement, surtout dans les cercles d'initiés. Maintenant, avec le Web, tout est possible, et beaucoup plus rapidement. « Dans le dossier du tabac, le public a réagi lorsqu'il a compris les véritables enjeux scientifiques en cause. Lorsque les gens apprendront finalement la vérité sur le lait, ils feront la même chose », croit le médecin. **CS**

» CyberRessources

Le PCRM sur le Web
www.pcrm.org

Le magazine scientifique de l'heure

Animé par
Frédéric Loiselle

zone

DIMANCHE 18 H


Télé-Québec

02 14 98
12 41 29

zone X

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

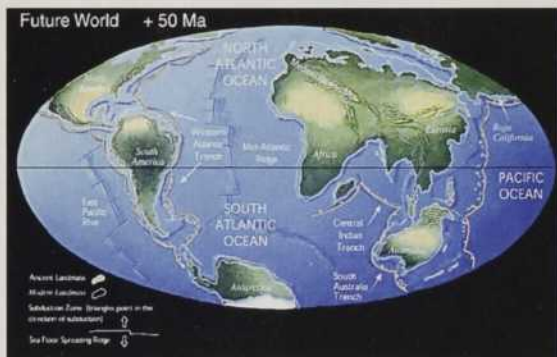


En hausse

Une technologie pour transformer le lisier de porc en engrais, le procédé Biosor, développée par le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) vient d'obtenir le prix de l'innovation technologique de l'année au salon agricole de Rennes, en France. Qui plus est, le Biosor se voit ainsi reconnu par un des principaux producteurs de porcs d'Europe. La France a en effet un cheptel de 30 millions de porcs (le Québec en a 6 millions) qui sont en majeure partie élevés en Bretagne. Développé depuis 1997 au Québec, le procédé Biosor s'attaque à la fois à la charge polluante, aux odeurs et au volume de lisier produit par les porcheries.

En baisse

Il y a des produits étiquetés « sans gras », d'autres « sans cholestérol », d'autres encore « sans sucre », mais on ne pourra pas trouver un produit marqué « sans OGM » (organisme génétiquement modifié), même si cette démarche était approuvée par l'Agence canadienne d'inspection des aliments. Les géants de l'alimentation, Loblaw's et Provigo notamment, ont en effet convenu, depuis le printemps, de recouvrir d'un autocollant blanc cette information inscrite sur certains produits alimentaires. Ils disent attendre une politique claire du gouvernement fédéral. Selon un porte-parole du Conseil canadien des distributeurs en alimentation, l'identification « sans OGM » soulève plusieurs questions. Ce qui entraîne de la confusion aux yeux des consommateurs.



La Terre dans 250 millions d'années

S'il y avait, il y a plusieurs centaines de millions d'années, une seule masse de terre émergée — la Pangée —, celle-ci s'est fragmentée pour créer des continents qui se sont mis ensuite à dériver jusqu'à donner la configuration que l'on connaît aujourd'hui. Mais la longue marche des continents ne s'est pas arrêtée pour autant. Christopher Scotese, de l'université du Texas, s'est demandé comment la croûte terrestre évoluera.

La première rencontre de continents se produira dans 40 millions d'années : les rives de l'Afrique du Nord auront alors rejoint les plages du sud de l'Europe. Puis surprise : l'Amérique, l'Afrique, l'Europe, l'Océanie et l'Asie se ressouderont dans 250 millions d'années. La terre entière se rapproche, chantait Robert Charlebois. Un géologue américain lui donne maintenant raison.



La femme du siècle

Valentina Tereshkova vient de recevoir le titre de Femme du siècle. Il s'agit de l'astronaute russe qui a été la première à séjourner seule dans l'espace pendant trois jours. C'était en 1963. Depuis, aucune femme n'a répété l'exploit. Aux yeux du jury de l'Association internationale de la femme de l'année, Mme Tereshkova a coiffé les Marie Curie, Margaret Mead, Simone de Beauvoir et autres grandes figures

féminines. Aujourd'hui âgée de 63 ans, elle est à la tête du Centre international russe pour la coopération culturelle et scientifique. Elle avait également présidé, de 1968 à 1987, la Commission des femmes au Soviet suprême.



Pepsi et Coke : du pareil au même

Plus de 90 % des buveurs de boissons gazeuses sont incapables de faire une différence entre le Coca-Cola classique et le Pepsi, selon une étude qui fait l'objet d'un article paru récemment dans la revue *Archives of Family Medicine*. Encore mieux, il ne semble y avoir aucune différence perceptible entre le coca décaféiné et sa version caféinée. Pourquoi les fabricants y

ajoutent-ils sciemment de la caféine ? Pour rendre les consommateurs accros pensent les auteurs de l'article. Rappelons qu'il y a environ 45 mg de caféine dans un verre de Coca-Cola, alors qu'une tasse de café instantané peut en contenir entre 30 mg et 120 mg.

Sondage

CYBERSCIENCES
La science et la technologie pour tous

En octobre dernier *Cybersciences* vous demandait si, à votre avis, le Québec agissait en bon gestionnaire de la forêt.

oui 12 %

non 73 %

ne savent pas 15 %

Vous avez été plus de 500 personnes à participer à notre sondage.

Notre question ce mois-ci fait écho à notre reportage sur les leaders et les patrons.

Estimez-vous avoir un bon patron ?

Vous pourrez répondre sur www.CyberSciences.com entre le 3 et le 9 décembre.

Mon bon sapin

Dans ses aiguilles, le sapin de Noël cacherait un cadeau appréciable : un puissant bactéricide !
De la décoration préventive !

par Louise Desautels

Noël, c'est le temps des réunions familiales; tout s'échange, les cadeaux, les « becs » et les microbes ! Mais sans le savoir, nous pourrions accueillir dans notre maison un allié inconnu, et traditionnel. Les aiguilles du sapin de Noël pourraient bien contenir des composés volatils capables de tuer la première vague de microbes de l'hiver ! À preuve : beaucoup tombent sous les assauts de la grippe après le temps des fêtes, quand le sapin défraîchi est laissé aux éboueurs !

L'industrie des produits naturels n'a pas attendu pour tirer ses propres conclusions : dans les boutiques, les bouteilles d'huiles essentielles de conifères se vendent très bien dans le temps des fêtes. Sur les étiquettes, on vante les vertus antiseptiques de l'huile de sapin baumier.

Pour étendre la diffusion d'essences de conifères dans les lieux publics — un marché plus qu'attrayant —, il faudrait tout de même apporter quelques preuves scientifiques des vertus antibactériennes des sapins. Et là, on n'y est pas encore.

Au Québec, le biologiste Wladimir Smirnoff a attaqué la question dès les années 70. Le spécialiste de la tordeuse des bourgeons de l'épinette n'a évidemment pas mené d'études systématiques sur les arbres coupés et décorés. Mais il a profité de ses recherches sur l'insecticide biologique qu'il a mis au point — le *bacillus thuringiensis*, — pour démontrer que les composés volatils du sapin baumier détruisent bel et bien certaines souches de bactéries. Alors



MARC CUADRADO

qu'il cherchait à améliorer l'efficacité de son bacille insecticide, Wladimir Smirnoff a systématiquement analysé l'air ambiant de six types de forêts. « Dans les forêts de conifères, surtout celles contenant une grande proportion de sapins, dit-il, l'air ne contient

presque pas de micro-organismes nuisibles pour le système respiratoire humain. »

L'ancien chercheur du Centre de foresterie des Laurentides a voulu savoir comment appliquer cette découverte pour assainir l'air des bâtiments

publics et celui de nos résidences. Il a d'abord étudié, en laboratoire, les modes d'action des substances volatiles provenant de conifères pour vérifier lesquelles agissent sur quelle bactérie et à quelle concentration. Par exemple, deux composés volatils émanant des aiguilles du sapin baumier, la thujone et le phelladrene, semblent avoir une efficacité remarquable contre diverses souches de staphylocoques, de streptocoques et de pseudomonas.

Pour arriver à ses fins, Wladimir Smirnoff a extrait des aiguilles l'huile essentielle qui recèle ces substances. « Elle est naturellement contenue dans les canaux oléifères des conifères, et dans d'autres plantes comme la menthe, explique Guy Collin, professeur de l'Université du Québec à Chicoutimi, et spécialiste mondial des huiles essentielles. On croit que ces composés volatils, des molécules légères d'une



Des sapins dans les hôpitaux ? Pourquoi pas ? Ces conifères semblent avoir une efficacité remarquable contre diverses souches de staphylocoques, de streptocoques et de pseudomonas.

quinzaine d'atomes, sont émis par la plante pour repousser divers insectes ou bactéries néfastes, et pour en attirer d'autres qui lui sont utiles. »

Wladimir Smirnoff a même fait breveter un petit diffuseur en poterie, dont un prototype trône en permanence sur la table de son salon. Il n'a pourtant jamais réussi à intéresser un organisme prêt à investir dans le protocole de recherche, ce qui lui permettrait de poursuivre ses travaux.

En 1994, un chercheur de l'Institut Armand-Frappier, Marc Quévillon, l'a tout de même aidé à tester contre la tuberculose l'efficacité d'un cocktail de composés volatils issus de conifères. Les résultats, dit-il, étaient impressionnants : les différentes cultures bactériennes de tuberculose bovine agonisent l'une après l'autre lorsqu'on les met en contact avec l'huile essentielle, dans des vases

de Pétri. Mais là encore, le tandem Smirnoff-Quévillon n'a pu aller plus loin, faute de financement.

En attendant que les vertus bactéricides des sapins soient définitivement prouvées, nos arbres de Noël dégageront tout de même leur lot de composés volatils. De quoi garder son arbre dans le salon jusqu'à Pâques ! **CS**

Au moment de mettre sous presse, nous apprenions le décès de Wladimir Smirnoff.

UQAR
Votre réussite : notre fierté!

**Les étudiants
au coeur
de nos actions**

Des stages dans tous les programmes
de baccalauréat en sciences

De nombreuses bourses d'accueil

Renseignez-vous
www.uqar.qc.ca
1 800 511-3382



PUBLIPHOTO

Des champignons contre le cancer

Le champignon pourrait bien avoir des vertus anticancerigènes. Une équipe de chercheurs de l'université de Liverpool, en Angleterre, vient de découvrir qu'une protéine, présente dans la plupart des champignons, stoppe la division des cellules cancéreuses, empêchant ainsi leur multiplication. La recherche portait essentiellement sur des cellules cancéreuses prélevées dans l'intestin et le côlon. C'est la lectine qui serait la protéine salvatrice. Elle existe également sous une forme « toxique » dans les perce-neige. Dans les pays occidentaux, le cancer du côlon est le cancer le plus mortel, après celui du poumon.

Un million de dollars en prix !

Vous aimez les chiffres et vous empocheriez volontiers un chèque d'un million de dollars ? Vous avez sept chances d'y parvenir,

$$\pi^{-s/2} \Gamma\left(\frac{s}{2}\right) \zeta(s) = \pi^{-(1-s)/2} \Gamma\left(\frac{1-s}{2}\right) \zeta(1-s)$$

mais il faut être très doué en maths. Vraiment très doué. Une fondation privée vous propose de résoudre sept grandes énigmes mathématiques qui n'ont pas encore de solution. Il s'agit entre autres choses de démontrer l'hypothèse de Riemann (voir page 36). Comme on le sait, les nombres premiers sont liés à une fonction découverte au XVIII^e siècle. Par la suite, un chercheur du nom de Riemann affirma que la fonction d'Euler s'annule pour

des valeurs se situant toutes sur une même droite. Si l'hypothèse a été vérifiée pour bon nombre de valeurs, elle n'a toutefois jamais été réellement expliquée. À vous de le faire, mais n'oubliez pas votre flacon d'aspirine...

Pour obtenir des détails sur les sept énigmes mathématiques du XXI^e siècle, consultez le site de la fondation américaine instigatrice du concours :

www.claymath.org/prize_problems

Des routes trop salées ?

Environnement Canada confirme que les chlorures de sodium, de calcium et de potassium contenus dans le sel que l'on répand sur les routes en hiver sont dangereux pour la faune et la flore. Ils entraîneraient la mort de plusieurs espèces végétales sur le bord des routes. Autres victimes : les oiseaux. En avalant la neige

pour s'abreuver, ils ingurgitent ces contaminants. Le Ministère songe à adopter une réglementation pour limiter, à l'avenir, le recours à ces substances. Chaque année, le Québec déverse plus d'une tonne et demie de chlorure de sodium et 21 000 tonnes de chlorure de calcium sur les routes de la province. Plus de renseignements sur le site de Environnement Canada :

www.ec.gc.ca/cceb1/fre/public/index_f.html

Attention : nerfs au travail !

Qui a osé dire que le travail, c'est la santé ? Une étude du Bureau international du travail (BIT), révèle que, dans les pays industrialisés, un travailleur



sur 10 souffre de stress, d'anxiété, de dépression ou de surmenage. Les troubles mentaux seraient même en voie de devenir la première cause de départ en retraite anticipée aux États-Unis. Selon le rapport, l'introduction des nouvelles technologies dans les entreprises pourrait avoir été un des facteurs aggravants du stress en milieu professionnel.

Chiffre du mois

1,89 gramme

C'est le poids moyen de tout ce qui se dépose sur le clavier d'un ordinateur pendant un mois. La très sérieuse enquête réalisée en Angleterre révèle que la majeure partie de ces débris sont composés de nourritures diverses. Au premier rang, arrivent les Corn Flakes (15 %), suivis par les nouilles (7 %), les morceaux de légumes (4 %) et les rognures d'ongle (1 %) ... Une confirmation, s'il en était besoin, que les utilisateurs d'ordinateurs ont la fâcheuse habitude de manger en travaillant.



Il n'y a plus de défi trop grand.

L'université du monde
Université 
de Montréal



L'affaire du lapin fluo

Ou comment un lapin transgénique est rentré sous terre à peine sorti du terrier...

Mon premier est un lapin, mon deuxième un artiste de bonne réputation, mon troisième un chercheur scientifique. Mon tout est un drame à saveur biogénétique, une sorte de maelström scientifico-éthique qui donne au chroniqueur et à ses lecteurs matière à réflexion.

Mais commençons par le commencement : l'entrée en scène des protagonistes de *L'Affaire du lapin fluo*.

Alba est un lapin particulier : sa fourrure devient vert fluo lorsqu'elle est éclairée sous une lumière ultraviolette. S'il lui arrive ainsi, c'est parce qu'on a introduit dans son patrimoine génétique un gène codant pour une protéine fluorescente. Ce gène a été prélevé sur la méduse, chez qui il est présent à l'état naturel. Donc, résumons en disant qu'Alba — c'est une femelle — est une « lapine-méduse » à tendance fluo. Ça va ? Vous suivez jusqu'ici ?

Eduardo Kac est professeur d'art et de technologie à Chicago. Depuis 15 ans, il regarde comment intégrer les technologies modernes dans l'art. Afin, dit-il, de « susciter un débat sur leur impact dans nos sociétés ». Ces temps-ci, Eduardo Kac se dit volontiers « artiste transgénique ». C'est-à-dire qu'il crée des formes de vie transgéniques uniques, qu'il présente comme étant des œuvres d'art. Exposer Alba, c'est un de ses projets. Il veut présenter sa lapine fluo dans une série d'expositions vivantes, avant, promet-il, d'assurer une retraite dorée à sa protégée, dans sa résidence de banlieue avec jardin (et carottes bios ?).

Jean-Marie Houdebine est chercheur à l'INRA, l'Institut national de recherches agronomiques, à Jouy-en-Josas près de Paris. Depuis 10 ans, il « fabrique », avec un succès certain, des animaux transgéniques à des fins de recherche. Il a entre autres fabriqué des lapins qui possèdent le gène codant pour une protéine fluorescente, le GFP, dans le but d'étudier le fonctionnement de certains gènes. En « collant » un GFP au gène dont la fonction est inconnue, on peut suivre ce qui se passe dans les cellules fluorescentes. Astucieux, non ? L'équipe de Houdebine a ainsi fabriqué six générations de lapines, dont Alba, qui est née en février dernier.

Alba, Eduardo Kac et Jean-Marie Houdebine, trois destins que notre ère techno-génétique vont plonger dans un même drame. Kac l'artiste convainc Houdebine le scientifique de lui confier Alba la lapine, pour l'aider à expérimenter de l'art « transgénique ». En avril dernier, Eduardo Kac débarque ainsi en France avec Alba sous le bras, fluorescente de plaisir. Kac, qui a le sens de la pub, annonce avec tapage une exposition à Avignon. Il a tout un lapin à sortir de son chapeau !

Coup de théâtre : la « Bugs Bunny fluo » est interdite de visite à Avignon. L'INRA, qui a repris Alba, refuse de la laisser sortir, et sert un blâme à Houdebine. Eduardo Kac a beau protester, rien n'y fait : Alba restera à Jouy-en-Josas. Tant pis pour l'art et les quatre expositions internationales que l'artiste avait déjà prévues !

Soyons honnête : le script n'a rien d'une affaire d'État, et peut-être faudrait-il tout simplement en sourire. Kac, provocateur-né, adore la controverse et aime crier à la censure. Quant à s'extasier sur Alba, chef-d'œuvre artistique...

Mais tout de même. Faut-il vraiment condamner le duo Kac-Houdebine pour manipulation génétique éhontée, ou pour « crime contre nature », comme on a pu le lire ?

Il y a une marge.

Bien entendu, les associations de défense des animaux ont le droit de souligner qu'Alba est une pauvre lapine, victime innocente des expérimentations sauvages. Les groupes religieux ont aussi le droit de s'insurger contre le fait que les deux hommes « se prennent pour Dieu » en manipulant des gènes, ce qui devrait, selon eux, être interdit — le Grand Orchestrateur n'a pas prévu de lapin fluo.

Mais peut-être que Kac et Houdebine n'ont pas conçu Alba — et son scandale — à la légère. Ils ont réfléchi à ce qu'ils faisaient, chacun dans son domaine avec ses règles et son éthique. La manipulation génétique qui a permis à Alba d'exister est courante dans les laboratoires de recherche. En lançant Alba sur la place publique, les deux hommes ont fait en sorte que ce genre de débat sorte de la sphère spécialisée de la science ou de l'art. Ils ont voulu vulgariser ce qui est caché dans les labos, exposer un animal réel pour exorciser les « monstres transgéniques » de la fiction.

Réponse unanime de l'INRA, et des notables d'Avignon et de Chicago, c'est-à-dire des autorités en place : « Cachez cet animal indécent que je ne saurais voir ! »

À bien y penser, pourtant, exposer Alba est une manière très efficace de rendre bien des gens conscients des avancées de la science. Quel choc pour bien des visiteurs de l'exposition avortée, qui auraient pu découvrir que les frontières entre les espèces sont franchies par les nouveaux pouvoirs humains !

La plupart des biologistes moléculaires font leur travail dans leur coin et prétendent que ce qu'ils font n'a pas d'impact social. Or les technologies qu'ils mettent au point pénétreront un jour toute la société. C'est une raison valable pour en parler, non ? **QS**





LES ORIGINES

Patrons, leaders,
gouvernants : les racines
du pouvoir plongent
dans un curieux mélange
au confluent de la biologie,
de la psychologie et de
la culture.

par Valérie Dufour et Laurent Fontaine

De la prestance, du charme et de la poigne : l'image du leader en cette fin de siècle tient plus du James Bond des affaires que du chef d'entreprise paternaliste, du gouvernant ou même du militaire. Un visage, parmi d'autres emblèmes du pouvoir chez nous : celui de Pierre-Karl Péladeau, le patron de l'empire Quebecor. Une image du fils qui tranche sur celle du père. Deux hommes, deux physiques, deux caractères, deux cultures, deux époques... et une même ambition : régner. Serait-ce une affaire de famille ? Voire de gènes ?

Le pouvoir fascine et intrigue. Ces dernières années, les scientifiques lui ont consacré pas moins de 12 000 articles pour tenter de comprendre « la dominance humaine » ! Qu'est-ce qui fait que certains accèdent aux commandes,

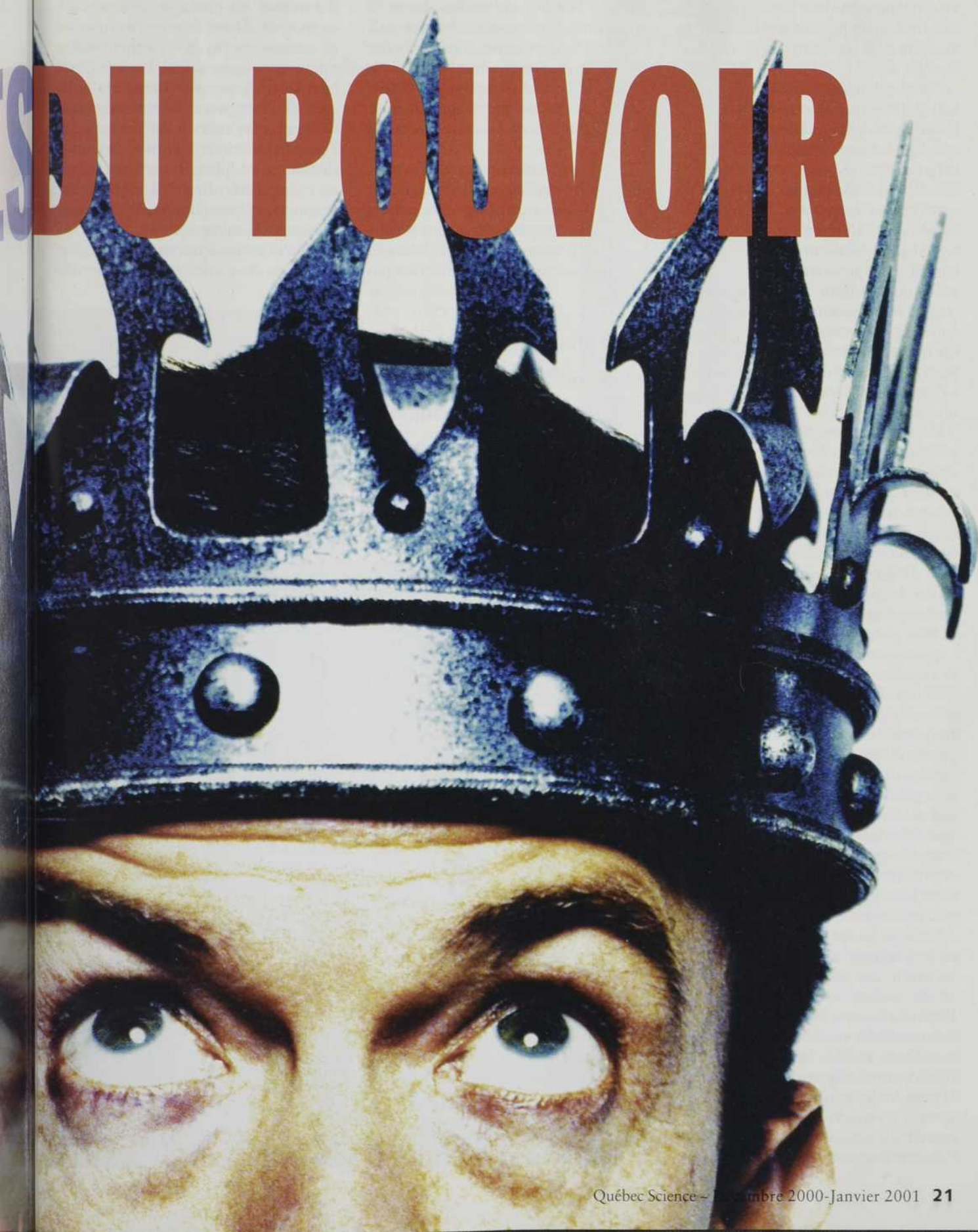
qu'elles soient économiques, politiques, militaires ou religieuses ? Faut-il regarder du côté biologique, pour trouver des qualités psychologiques et physiques que la majorité de ceux qui regardent le sommet sans l'atteindre ne posséderaient pas ?

« L'homme est un loup pour l'homme », disait le philosophe anglais Bacon. Du point de vue scientifique, il ne croyait pas si bien dire, car c'est du côté des mammifères grégaire que les chercheurs se penchent pour retracer les origines de la dominance humaine.

Loups et éléphants savent reconnaître leur leader, leur patron, leur mâle Alpha comme il est convenu de l'appeler. « Ce qui détermine la dominance, dans le règne animal, c'est la rareté des ressources, dit le docteur Jean Prud'homme, primatologue à l'Université de Montréal. Car il est plus



DU POUVOIR





Psychologie

payant pour chaque individu d'accepter un rang moindre dans le groupe que de se battre à chaque fois et de risquer sa vie pour de la nourriture ou une femelle. »

Comme dans la société humaine, une hiérarchie s'installe rapidement dans les groupes de mammifères. Prenez les macaques. Chez ce singe d'Asie, mâles et femelles ne vivent pas ensemble. Les femelles sont sédentaires et elles transmettent leur rang social à leurs filles. Comme la dynastie Bourbon, les femelles Alpha du groupe occuperont leur rang de génération en génération avec tous les honneurs et les devoirs (ou les servitudes...) qui incombent à leur rang. « La stratigraphie des familles est très stable dans le temps », précise Jean Prud'homme. Les femelles, note-t-il, ne sont en compétition que pour se nourrir.

Du côté des mâles, beaucoup moins attachés au groupe, la hiérarchie est plus instable. Des alliances se forment, des conflits s'enveniment, certains mâles rejoignent d'autres bandes. Leur leadership est basé sur la force physique brute : un macaque n'a d'autre choix que de l'utiliser pour grimper la pyramide hiérarchique. La loi du plus fort, en quelque sorte !

Plus proches des humains par leur comportement que des gorilles ou des orangs-outans, les chimpanzés exercent une dominance plus subtile. « La hiérarchie est moins rigide, explique Jean Prud'homme. La société des chimpanzés est patriarcale, mais les femelles peuvent influencer le comportement des mâles qui les convoient. » Chez eux comme dans les autres ordres primates, quelques règles très élémentaires — des coups de griffes et de dents — assurent cependant que les théories darwinistes sont bien respectées : au plus fort le pouvoir et la dominance sexuelle.

Si elle ne brosse pas, normalement, un autoportrait de la nature humaine, l'observation des singes demeure tout de même révélatrice : « À bien y penser, l'humain aussi se bat pour obtenir le monopole des ressources sociales et financières, analyse Jean Prud'homme. Nous ne revendiquons évidemment pas le monopole sexuel, mais inconsciemment, il y a sûrement un lien entre notre capacité à accéder aux ressources et l'attraction sexuelle que nous exerçons.

Le prestige et le rang social sont intimement liés, et très importants. »

Dame Nature, qui a sans doute eu pitié de nous, a heureusement permis à l'humain de développer d'autres modes de gestion du pouvoir que les coups de pattes, de dents et de griffes — même si des émissions du genre *Survivor* indiquent qu'il reste bien du chemin à faire...

Le pouvoir attire, parce qu'il traîne dans son sillage bien des avantages. Ce n'est pas seulement par amour de la nation que les politiciens sont prêts à beaucoup pour remporter des élections !

Mais l'exercice du pouvoir n'est pas

à la portée du premier venu : « Moins de 5 % de la population serait en mesure d'assumer un poste de commandement », dit André Savoie, directeur du programme de psychologie du travail et des organisations à l'Université de Montréal. À preuve, il rappelle l'histoire de Livingstone, devant partir à la recherche des sources du Nil, et à qui l'état-major britannique avait demandé de nommer à l'avance son remplaçant en cas d'accident fatal. L'explorateur nomma quelques hommes à peine dans la troupe de soldats.

S'il n'existe évidemment pas de « gène du pouvoir » pour justifier ces dif-

Si elle ne brosse pas, normalement, un autoportrait de la nature humaine, l'observation des singes demeure tout de même révélatrice : à bien y penser, l'humain aussi se bat pour obtenir le contrôle des ressources sociales et financières.



LACZ/PUBLIPHOTO

férences, il n'en reste pas moins que certaines dispositions physiologiques assureraient un avantage à ceux qui savent s'en servir. Ainsi, les chercheurs ont noté que les êtres humains dominants auraient tendance à se tenir plus droit et à se déplacer en prenant plus d'espace. Ils regarderaient aussi leur interlocuteur droit dans les yeux quand ils le jugent digne d'intérêt, mais éviteraient de le faire quand quelqu'un considéré comme inférieur s'adresse à eux.

Un jeu complexe des hormones se cache peut-être derrière toutes ces attitudes. En commençant par la testostérone, qui affecte directement le com-

portement social des hommes et des femmes, affirme le docteur Alan Booth, du département de sociologie de l'université de Pennsylvanie. Selon ses observations, un taux de testostérone élevé ou en augmentation encourage les comportements dominants, autrement dit les attitudes que l'on adopte pour obtenir ou maintenir un statut (pouvoir, influence, valorisation de la part des autres). « Les questions de dominance et de soumission interviennent sans arrêt dans les relations interpersonnelles, sans même que la situation ne nécessite de violence physique », rappelle Alan Booth.

Chez les hommes, les testicules produisent de la testostérone en grande quantité. Directement envoyée dans le sang, mais de façon sporadique, son niveau peut varier considérablement en l'espace de quelques minutes. Plusieurs études effectuées auprès d'hommes ont relevé que leur taux de testostérone grimpeait lorsqu'il y a une compétition, un défi professionnel à relever, etc. Et après une épreuve sportive, le taux de testostérone des vainqueurs est plus élevé que celui des perdants. Le niveau d'hormone augmente également lorsqu'une personne est promue à un rang supérieur et décline lorsqu'il y a rétrogradation.

Les femmes aussi produisent de la testostérone, grâce à la glande médullosurrénale et les ovaires, mais la quantité fabriquée est très petite comparée à celle des hommes. Les effets de cette hormone sur le corps féminin sont plus marginaux. Quelques études menées à la fin des années 70, et qui portaient sur le comportement féminin, avançaient que les femmes plus « agressives » auraient un taux de testostérone plus élevé, de même que celles qui occupent des responsabilités professionnelles plus grandes.

La plupart des scientifiques manient tout de même avec des pincettes ces données qui relient notre physiologie et



Selon une enquête menée en Italie et reprise par l'agence France-Presse, les Italiens s'échinent plus à la tâche si leur patron est bel homme... Réalisée auprès de 350 entreprises, l'enquête souligne qu'un beau boss recevra moins de demandes d'augmentation de salaire, et que ses employés supporteront plus de stress. À bel entendeur...

le jeu de la dominance humaine. Car devenir premier ministre ou patron d'une multinationale ne tient plus aujourd'hui à la grosseur des biceps ou à la rapidité de la course ! « Tous les humains possèdent une capacité au leadership à la naissance, et qui varie d'un individu à l'autre », dit Francine Harel Giasson, professeur de leadership à l'École des hautes études commerciales. Ce qui fait la différence, c'est la formation, l'observation, le milieu, la culture et surtout les expériences qui transformeront ces qualités innées en des atouts réels pour augmenter le pouvoir de l'individu !

Car quel que soit son rang, à la tête comme aux places les plus humbles, l'être humain essaie sans arrêt d'influencer son milieu. Il peut le faire de trois manières, résume le docteur André Savoie. La première, c'est de devenir un *despote* ou un *potentat*, autrement dit quelqu'un qui exerce son leadership pour accaparer le pouvoir. Il est prêt à tout pour y arriver, y compris en utilisant la force pour se maintenir en place une fois le sommet atteint. Qu'on pense aux Suharto, Pinochet, Pol Pot et autres tyrans de ce siècle. « Mais un enfant peut, lui aussi, agir comme un vrai despote avec ses parents et son entourage », rappelle André Savoie.

Plus civilisé, le *leader* n'essaie pas de s'imposer par la force. Il va plutôt exprimer au mieux les besoins des gens avec lesquels il est en interaction en proposant des idées auxquelles le groupe adhère. Son influence est souhaitée et son action n'appelle que le respect de tous. Enfin, il y a le *meneur charismatique*, qui incarne dans ses valeurs et son discours les attentes de son milieu, et auquel les gens s'identifient bien au-delà de raisonnements logiques. C'est d'ailleurs de là qu'il puise sa force. Qu'on pense à des René Lévesque ou des Mère Teresa, mais aussi à un Adolf Hitler, qui exerçait une fascination sur les foules. « La position que détient le leader ou le meneur charismatique est déterminée par ceux



LACZ/PUBLIPHOTO



Un rendez-vous avec votre MONDE



LE DEVOIR

www.lededevoir.com

Abonnez-vous dès maintenant!

(514) 985-3355

1 800 463-7559

qui l'entourent, dit André Lavoie. Ce sont les gens qui acceptent son autorité et s'identifient à lui. Mais que cette identification cesse, et le chef perd son pouvoir. »

D'ailleurs, précise le psychologue, rien n'est arrêté définitivement : la dominance dépendra de l'endroit et de la situation. Churchill ou le général de Gaulle, dont les qualités de rassembleurs ne font aucun doute, ont connu tous deux leurs heures de gloire durant la Seconde Guerre mondiale, avant d'être éloignés du pouvoir. « Dans la classe, c'est peut-être le petit tannant qui va dominer, alors que dans la cour d'école ce sera le plus costaud », souligne le docteur Savoie.

« On ne peut pas scinder l'humanité en deux : les dominants et les dominés, dit Francine Harel Giasson, des HÉC. Rien n'interdit qu'une personne soit un leader dans une situation et un suiveur dans une autre. » Et surtout, leader n'est pas synonyme de patron : « Le leadership est un exercice d'influence qui dépend du pouvoir réel d'une personne, explique-t-elle, mais aussi du pouvoir que son entourage veut bien lui reconnaître. Patron, on peut le devenir parce qu'on est actionnaire majoritaire, parce qu'on est le propriétaire unique... ou tout simplement par erreur ! »

Il reste que ceux qui se hissent à la direction des entreprises, des organismes ou des gouvernements sont rarement des poules mouillées. « Les vrais leaders n'ont pas peur de diriger, constate la professeure des HÉC. Ils sont à l'aise avec l'idée de prendre des décisions qui auront des effets sur la vie des autres. Ce sont des gens qui ont des projets, qui savent articuler une pensée et la communiquer. »

Ces qualités essentielles à l'exercice du pouvoir traversent le temps. Mais ce qui a changé, c'est la manière de l'exprimer. Ainsi, pendant longtemps, ceux qui étaient aux commandes des entreprises, des écoles, des administrations même, menaient le monde « au fouet et au bâton ». Longtemps, on disait que pour être un bon patron il fallait que les employés vous craignent !

De ce point de vue, le profil du dirigeant a évolué. La prospérité aidant, les patrons se seraient même adoucis. Pour devenir puissant aujourd'hui, on leur demanderait d'être plus gentils et plus compréhensifs envers leurs employés. En mai dernier, des articles parus simultanément dans *Discover* et le *New York Times* confirmaient cette tendance vers le « patron rose ». « Les patrons ont réalisé qu'ils devaient faire plus que d'offrir de bons salaires et des récompenses à leurs employés s'ils veulent les garder », écrivait Amy Zipkin du *New York Times*. Cette analyse ne repose pas seulement sur la perception de la journaliste : la firme de sondages Gallup, qui a mené de gigantesques enquêtes sur le sujet aux États-Unis, conclut que plus les employés se sentent respectés par leur supérieur immédiat, plus longtemps ils restent à son emploi.

Francine Harel Giasson se méfie tout de même du discours sur les « gentils leaders », une ritournelle qu'elle entend depuis 30 ans : « On dit que les dirigeants sévères n'ont plus la cote, dit-elle. Mais il y a des pressions énormes pour engranger des profits à court terme, pour augmenter rapidement la valeur des actions en bourse. Les conseils d'administration des compagnies choisissent ceux qui peuvent livrer la marchandise le plus vite possible. Qu'ils soient gentils est le dernier des critères. » **QS**

Nos diplômés

PRINCIPAUX DOMAINES D'ÉTUDES ET DE RECHERCHE

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

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



**UNIVERSITÉ
LAVAL**

Aujourd'hui Québec, demain le monde.

www.ulaval.ca

Bureau d'information et de promotion

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

Nez rouge et gueule de bois

Voici comment, arrosés d'alcool, les systèmes nerveux, digestif et cardiovasculaire des fêtards traverseront la saison des « partys » de Noël.

par Catherine Dubé

Il y a peu de chances que ça change : le temps des fêtes ramènera toujours avec lui quelques verres de trop, un nombre statistiquement représentatif de gueules de bois, et un lot appréciable de trous de mémoire... ou de remords : « Qu'ai-je dit ? Qu'ai-je fait et avec qui ? »

L'alcool arrose toujours les fêtes, et pas seulement celles du nouvel an. Selon le *Rapport statistique sur la santé de la population canadienne* de 1999, 57 % des Québécois taquinent la dive bouteille au moins une fois par mois; le taux le plus élevé de toutes les provinces. Près de la moitié (45 %) de ces buveurs prennent entre un et six verres toutes les semaines. Par contre, si l'« homo quebecus » boit régulièrement, il le fait de manière raisonnable : 23 % seulement enfilent plus de sept verres par semaine. Le taux de buveurs impénitents le plus bas au pays !

« L'alcool est un lubrifiant social important », dit Magali Dufour, professeure de psychologie et responsable du certificat en toxicomanie à l'Uni-

versité de Montréal. Sa collègue, Andrée Demers, a sondé un millier de mont-réalais quant à leur rapport à l'alcool. Deux tiers de ces citadins associent la consommation à un événement heureux. Dans bien des cas, assurent les répondants, il facilite les interactions entre les gens. Bref, on compte sur l'alcool pour faire « lever » la soirée.

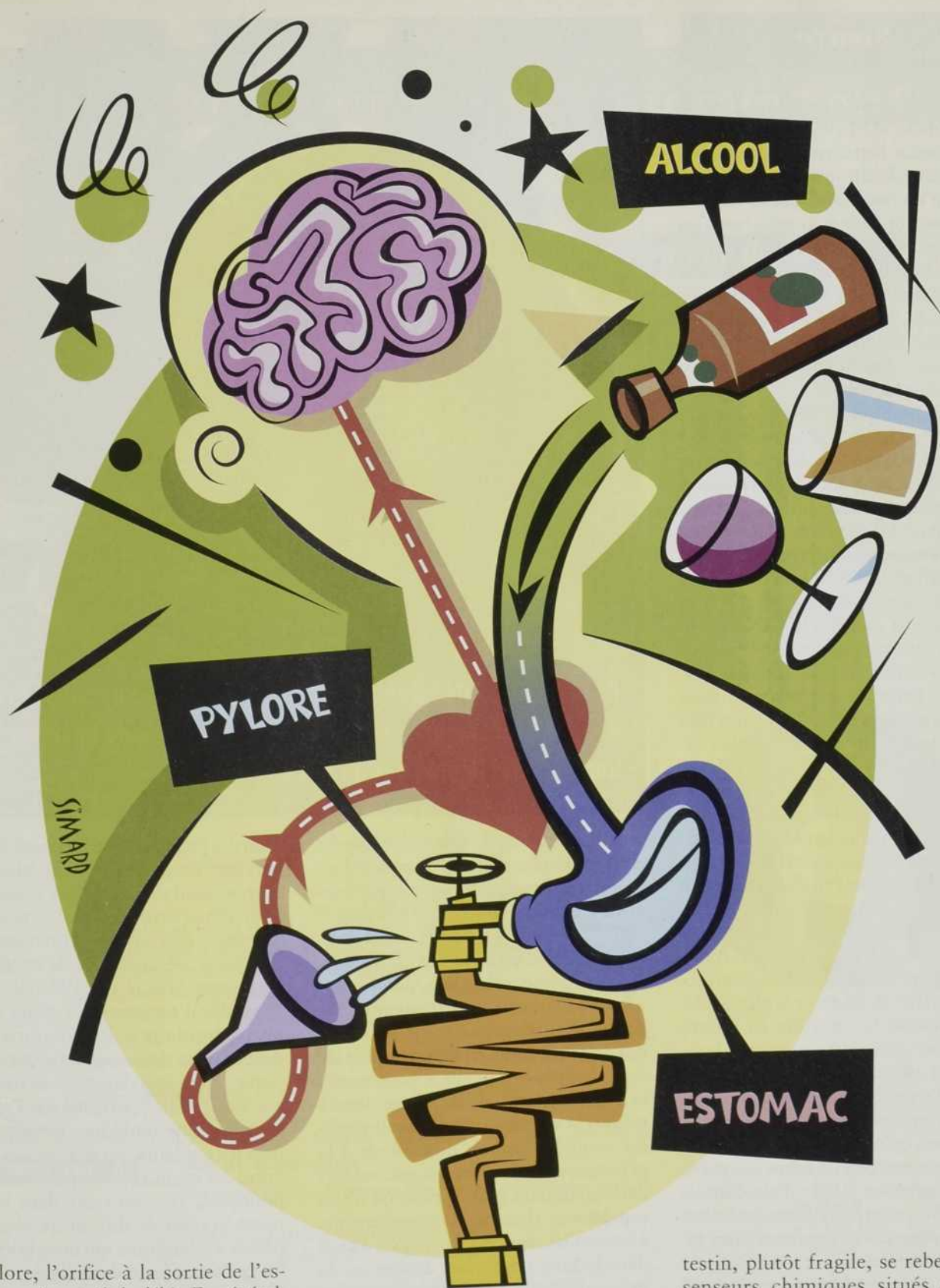
Et la soirée lève en effet. Mais peut-être pas pour les raisons qu'on pense; en tout cas dans les premières minutes ! « Une bonne part des effets présumés de l'alcool résultent plus de nos attentes que de ce qui se trouve réellement dans la bouteille », affirme Magali Dufour. Des études américaines menées entre 1970 et 1980 ont d'ailleurs démontré un effet placebo. Après avoir fait boire du tonic citronné à des volontaires en leur faisant croire qu'il contenait de la vodka, les chercheurs ont demandé à leurs cobayes de décrire leur état. Ces derniers se sont dits aussi détendus et légèrement euphoriques que les gens d'un autre groupe qui avaient réellement bu de la vodka, et davantage que ceux d'un troisième groupe qui avaient bu du

tonic en sachant qu'il ne contenait pas d'alcool.

L'aspect placebo est tel que les amateurs affirment même différencier les effets de l'alcool contenu dans du scotch (il relaxe), de la bière (elle euphorise) ou du vin (il rend bavard). Or toutes ces boissons contiennent une seule et même molécule capable de produire un effet psychoactif : l'éthanol.

Ce qui change vraiment, selon le type de boisson et les circonstances dans lesquelles on l'ingurgite, c'est la vitesse à laquelle l'alcool va faire sentir ses effets. Dès que les premières gouttes atteignent l'estomac, quelques molécules d'éthanol traversent la paroi et vont dans le système sanguin. Cette paroi est épaisse et n'en laisse filtrer qu'une petite quantité. Il faut donc attendre que les molécules arrivent dans l'intestin grêle, dont la paroi est plus mince, pour qu'elles passent dans le sang en grande quantité. De là, elles atteignent le cerveau en moins de temps qu'il ne faut pour écrire éthylique sans se tromper !

Plus l'alcool parvient prestement dans l'intestin, plus l'ivresse est rapide. C'est



le pyllore, l'orifice à la sortie de l'estomac, qui contrôle le débit. En général, le pyllore laisse passer rapidement l'alcool. Toutefois si de la nourriture se trouve dans l'estomac, le pyllore s'ouvre alors de temps en temps, au fur et à mesure que les plats sont digérés. Voilà pourquoi le vin bu en mangeant a un effet plus progressif que s'il est consommé l'estomac vide.

Le contenu de notre verre joue lui aussi un rôle sur la vitesse d'absorption de l'alcool dans le sang. Si la concentration de l'alcool est de 20 % ou moins, le pyllore ouvre les vannes directement. Mais si l'alcool est trop fort (un scotch sans glace par exemple), l'in-

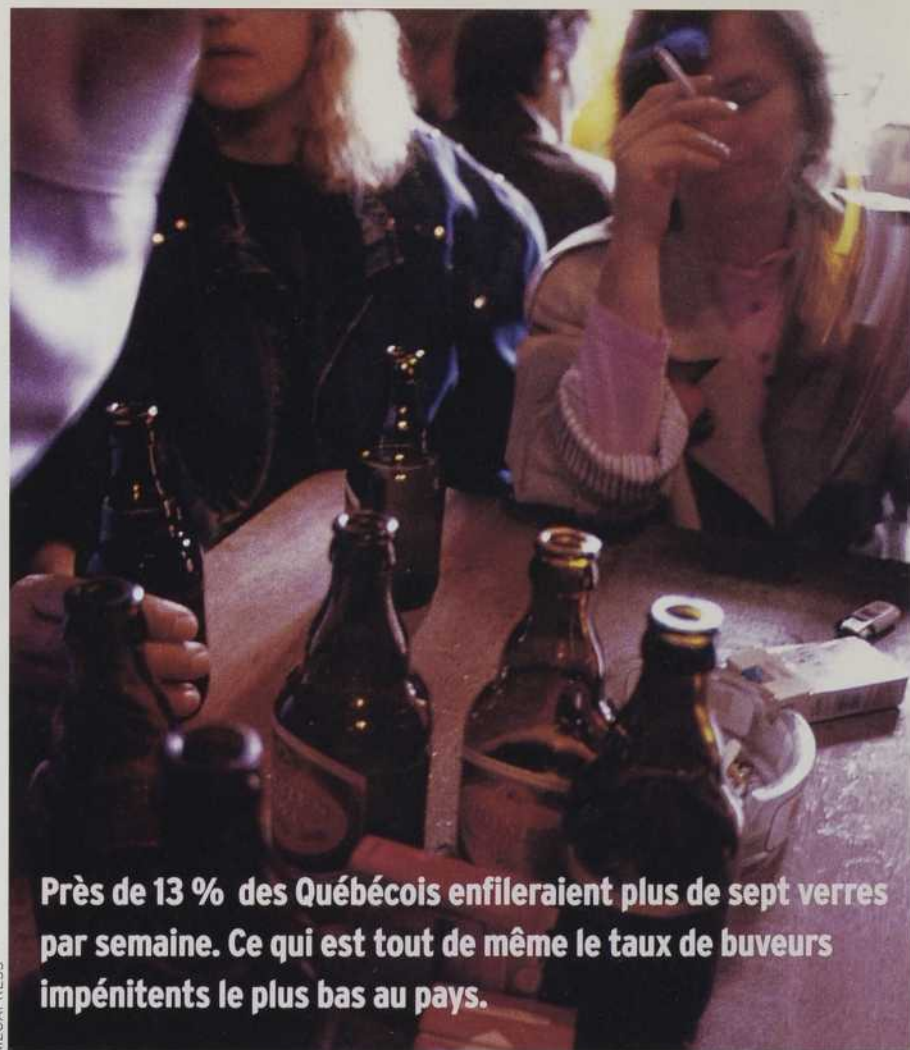
testin, plutôt fragile, se rebelle. Des senseurs chimiques situés dans le duodénum (la première partie de l'intestin), indiquent alors au pyllore d'y aller plus lentement et de lui envoyer le liquide à petites doses. Le gaz carbonique, qui provoque les petites bulles dans le champagne ou la bière, accélérerait quant à lui l'absorption. L'augmentation de la pression gazeuse dans

l'estomac fait ouvrir le pylore, comme si l'estomac était plein. Le meilleur choix, donc, si l'on cherche à devenir ivre rapidement : du champagne ou un alcool fort dont on ramène la concentration à 20 % avec un diluant gazeux (soda ou eau minérale, par exemple). Bonjour la cuite ! Et la bière ? Elle contient beaucoup de bulles et peu d'alcool, mais l'intestin la considère un peu comme un aliment solide, à cause des nutriments qu'elle contient. Son effet est donc moins rapide.

Dans la pratique, la vitesse d'absorption varie cependant d'une personne à l'autre, selon le poids, la fatigue, le stress et d'autres facteurs. De plus, les boissons contiennent quantité de substances autres que l'éthanol. Les scientifiques ne les ont pas toutes passées au crible, et certaines influencent peut-être la manière dont notre corps assimile l'alcool. « Pour une personne donnée, la vitesse d'absorption varie même selon le moment de la journée ou l'état du système gastrique », explique le pharmacologue Louis Léonard, professeur à l'Université de Montréal. Chaque soirée bien arrosée est donc, en soi, une expérience d'intoxication particulière et difficilement reproductible !

Louis Léonard, qui agit à titre d'expert-conseil en cour pour les cas de délits où l'accusé aurait été en état d'ébriété, en sait quelque chose. Avec ses collègues du cabinet Léonard, Vallée et associés, il procède à des centaines de tests. Ainsi, pour mesurer le taux d'alcoolémie au moment du délit, ils recréent le plus fidèlement possible la situation en faisant consommer au suspect les mêmes boissons et la même nourriture, à la même vitesse et dans le même ordre. Ils ont pu observer qu'une bière est absorbée aussi rapidement qu'un verre de vin, ou que le champagne met plus de temps que prévu à faire augmenter le taux d'alcoolémie. Les experts remettent ensuite le résultat de ces expériences au juge, mais à titre indicatif seulement.

Tout habitué des bars sait que le degré d'ivresse atteint au cours d'une soirée dépend aussi de la vitesse à laquelle on enfle les verres. La raison en est fort simple : le foie dégrade les molécules d'alcool à une vitesse constante, soit environ 15 mg d'éthanol à l'heure pour 100 ml de sang, peu importe la quantité d'alcool à métaboliser. Déjà, après un



MEGAPRESS

Près de 13 % des Québécois enfileraient plus de sept verres par semaine. Ce qui est tout de même le taux de buveurs impénitents le plus bas au pays.

verre, les enzymes du foie sont débordés et les molécules d'alcool attendent leur tour dans le sang, intoxiquant joyeusement le cerveau pendant ce temps.

La vitesse à laquelle l'alcool se dégrade varie elle aussi d'une personne à l'autre. Quand Louis Léonard doit déterminer le degré d'intoxication d'une personne qui ne se souvient plus exactement du type de boisson qu'elle a consommé, et à quel rythme, il s'applique donc à trouver la vitesse à laquelle son organisme assimile l'alcool. Il demande à la personne de boire à jeun un alcool fort dans un diluant gazeux pour qu'il soit rapidement absorbé. Il mesure ensuite à intervalles réguliers son taux d'alcool dans le sang pour ainsi déterminer la vitesse de dégradation. Selon le nombre de verres bus par un suspect à l'intérieur d'un certain laps de temps, il peut estimer son alcoolémie au moment de l'arrestation.

L'alcool affecte réellement notre comportement. Une fois dans le système sanguin, il pénètre tous les tissus de l'organisme y compris ceux du cerveau.

L'un des premiers effets, la désinhibition, survient parce que l'alcool affecte le cortex frontal, siège de la raison, où sont enregistrés les codes sociaux. Comme il est constitué d'un réseau très complexe de neurones, le cortex est fortement affecté par l'alcool. Ainsi brouillé, il ne peut plus nous dicter notre conduite : le comportement dépend alors davantage du système limbique, un réseau de neurones très simple, donc moins perturbé par l'alcool.

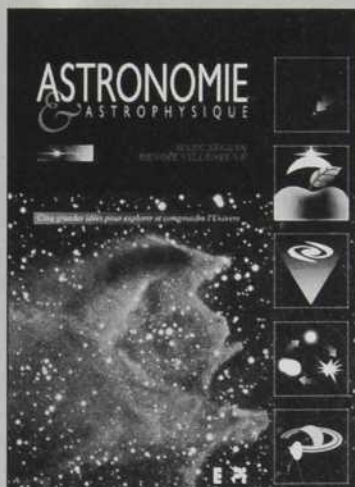
Le système limbique, présent chez tous les animaux, est le siège des émotions, des instincts et des pulsions. Voilà pourquoi, avec un verre dans le nez, on se permet de dire notre façon de penser à ce collègue qui nous horripile, ou qu'on se jette dans les bras d'un autre qu'on connaît à peine.

Mais l'alcool n'a rien à voir avec le désir sexuel, qui semble s'intensifier quand on a pris un verre. « On a l'impression d'être plus allumés, mais physiologiquement, c'est l'inverse », assure Magali Dufour. Des études américaines faites au cours des années 80 ont démontré qu'après avoir

PROFITEZ DE NOTRE OFFRE SPÉCIALE POUR NOËL !

À l'achat du livre *Astronomie et Astrophysique*,
obtenez gratuitement le CD-ROM *Andromède*.

Un cadeau d'une valeur de 15\$!



ASTRONOMIE ET ASTROPHYSIQUE

MARC SÉGUIN ET BENOÎT VILLENEUVE

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

550 pages

450 illustrations et photographies en couleurs

ANDROMÈDE (CD-ROM)

LE CIEL PROFOND

LOUIS FORTIER

NARRATION : CHARLES TISSEYRE

Conçu pour les astronomes en herbe de tout âge, *Andromède* vous permettra d'observer à l'écran de votre ordinateur une cinquantaine d'amas d'étoiles, de nébuleuses et de galaxies facilement repérables dans le ciel des hémisphères Nord et Sud. Chaque tableau comporte de nombreuses animations et des liens hypertextes qui renvoient à un glossaire et à une narration.

Quant aux astronomes amateurs plus expérimentés, ils pourront s'en servir pour planifier leurs soirées d'observation ou comme référence.

(Compatible Macintosh /PC)



RETOURNEZ À

Bon de commande

Cette offre se termine le 31 décembre 2000 ou jusqu'à épuisement des stocks

- 2655 ☐ *Astronomie et astrophysique*
Andromède - Le ciel profond
- 20069 ☐ Envoyez-moi seulement *Andromède*

☐ Chèque ☐ Mandat-poste ☐ Visa n° _____
☐ Mastercard n° _____
Date d'expiration de la carte _____
Signature _____
Tél. : _____
Ville : _____
Code postal : _____

Pour les paiements par carte de crédit, vous pouvez nous retourner le bon de commande dûment signé par télécopieur : (514) 334-4720

Nom : _____
Adresse : _____
Province : _____

Qté	Prix unitaire	
_____	x 54,95 \$ =	_____
	gratuit	
_____	x 14,95 \$ =	_____
	Frais de port et de manutention	
	(sous-total x 2 % ou 3,00 \$ minimum)	_____
	Sous-total =	_____
	T.P.S.	
	(sous-total x 7 %) +	_____
	TOTAL	\$



5757, RUE CYPRIOT
SAINT-LAURENT (QUÉBEC)
H4S 1R3

TÉLÉPHONE : (514) 334-2690
TÉLÉCOPIEUR : (514) 334-4720
COURRIEL : erpidm@erpi.com

Un acétaminophène, des œufs, et pas de café...

Bon, vous êtes debout ! La belle affaire ! Pour les matins difficiles, Louis Léonard propose de prendre un ou deux comprimés d'acétaminophène ou d'aspirine, avec un grand verre d'eau, ainsi qu'un supplément de vitamines du complexe B, pour que le foie se refasse une santé. Un comprimé de Graval peut aussi être de mise en cas de nausée. Il s'agit ensuite de retourner au lit trois quarts d'heure, le temps que la mixture fasse effet. Cela donne un sacré coup de main, foi de pharmacologue.

Le temps qu'on vous prépare le petit-déjeuner. Si vous êtes en mesure de manger, une bonne omelette peut remplacer l'estomac, malgré sa lourdeur apparente. Pour se débarrasser des déchets métaboliques de l'alcool, l'organisme compte sur ses enzymes balayeurs de radicaux libres, dont la glutathion, malheureusement disponible en quantité limitée. Or les œufs contiennent de la cystéine, un acide aminé essentiel à la production de nouvelle glutathion. Ils peuvent donc contribuer à remettre le processus de détoxification du foie en marche. Un acide aminé vendu dans les magasins d'aliments naturels, le N-acétyl-cystéine (auss appelé NAC) ferait le même travail.

Un café avec ça ? Attendez tout de même un peu : le café est aussi un irritant, ce n'est pas la boisson la plus appropriée, surtout si votre estomac n'a pas dit son dernier mot...

bu aussi peu que deux verres, les hommes ont déjà un peu plus de difficulté à avoir une érection, et que la pression vaginale diminue chez les femmes.

Quoi qu'il en soit, quiconque a déjà bu plus de quatre verres dans une soirée a aussi remarqué l'effet biphasique de l'alcool : il excite et tranquillise à la fois. À basse concentration dans le sang, il sensibilise d'abord un système de récepteurs du cerveau nommé NMDA (pour N-méthyl-D-aspartate). Quand l'activité augmente dans ce système touchant plusieurs parties du cerveau liées à la pensée, à la mémoire et au plaisir, on devient moins inhibé, on parle plus et on est euphorique. Mais après trois ou quatre verres, les récepteurs du système NMDA, fatigués, ne répondent plus. Les molécules d'alcool qui inondent le sang se trouvent alors une autre cible : le système GABA (pour gamma-aminobutyric acid). Le même qui réagit au valium ! L'effet sédatif se fait sentir et engourdit les neurones. Et on devient aussi intéressant qu'un lampadaire...

Si on abuse vraiment, l'organisme va se défendre, et le « party » va mal tourner. À partir d'un certain degré d'intoxication, qui tourne en général autour de 180 mg d'alcool par 100 ml de sang — environ six verres —, le système considère que la fête a assez duré. Si on continue à boire, le cerveau déclenche quelques mécanismes de défense pour s'assurer que l'agression cesse... (des vomissements notamment). Le mélange de plusieurs types de boissons est lui aussi difficile à supporter pour l'estomac, déjà malmené par l'éthanol. Les boissons sucrées sont particulièrement dangereuses. « Au fond, c'est comme prendre trois desserts de suite, ou mettre du vinaigre sur son gâteau, explique Louis Léonard. On ne se sent pas nécessairement très bien ensuite... » Les adages concernant le vin, tels que « blanc sur rouge, rien ne bouge » et

« rouge sur blanc, tout fout le camp » n'auraient cependant pas de fondement scientifique, dit Louis Léonard. À moins d'être tellement convaincu de leur véracité que l'autosuggestion fasse le travail !

Puis vient le lendemain de la veille.

Après une bonne cuite, bien des gens se rendent compte avec horreur qu'il leur « manque des bouts » : ils ont oublié des moments de la soirée ! C'est la mémoire à court terme qu'il faut blâmer. « Elle fonctionne, explique Louis Léonard, comme un calepin sur lequel on note ce qui survient. L'information est ensuite transférée à la mémoire à long terme, qui inscrit le tout

surtout quand elle est rapide, qu'à sa baisse. C'est bien compréhensible : les pauvres neurones travaillent fort pour que leur fonctionnement s'adapte à une certaine concentration d'alcool ; au moment où ils y arrivent, cette concentration a déjà eu le temps d'augmenter ! À l'inverse quand le taux d'alcool descend, le cerveau est déjà habitué à fonctionner malgré l'intoxication. Cela peut nous donner l'impression d'être moins intoxiqué qu'on l'est réellement.

Il y a aussi ce « mal de bloc », la gueule de bois qu'on aimerait noyer au fond du Saint-Laurent, et ces nausées, le résultat de la détresse du système digestif après le passage irritant d'autant d'al-



dans les neurones. Plus le cerveau est intoxiqué par l'alcool, plus le calepin devient petit, et certains événements ne sont tout simplement plus enregistrés au moment où ils surviennent. »

Vous avez l'impression que les alcools forts sont responsables des moments où vous avez eu vos trous de mémoire les plus... mémorables ? Ce n'est pas impossible, à cause de l'absorption rapide de ces alcools quand ils sont dilués. Si vous avez pris plusieurs verres de suite, ils peuvent vous avoir rapidement plongé dans un grand état d'ivresse. Comme pour toute substance intoxicante, le cerveau est plus sensible à l'augmentation de la concentration d'alcool,

cool en si peu de temps.

Si la gueule de bois a beau être un malaise courant, les scientifiques ne savent pas encore très bien à quoi l'attribuer. Certains croient que c'est l'acétaldéhyde, le premier sous-produit de la dégradation de l'éthanol, qui doit être mis au banc des accusés. Heureusement, d'autres enzymes du foie transforment assez rapidement ce produit toxique en acide acétique, moins dangereux, puis en dioxyde de carbone et en eau.

Cela dit, une grande quantité d'acétaldéhyde présent dans l'organisme rend malade. La moitié de la population japonaise porte d'ailleurs un défaut génétique qui rend les enzymes du foie in-

capables d'assimiler l'acétaldéhyde. Conséquence : deux verres de saké peuvent suffire à déclencher des maux de tête atroces et des vomissements. Le disulfiram, un médicament utilisé pour aider les alcooliques à cesser de boire, s'appuie d'ailleurs sur les mêmes principes pour décourager les plus impénitents : il bloque la transformation de l'acétaldéhyde et rend malade la personne qui s'aventure à prendre un verre. À noter que d'autres médicaments, comme certains antidiabétiques, ont eux aussi cet effet secondaire; c'est également le cas d'un champignon comestible, le coprin noir d'encre, qu'il faut se garder de déguster avec un bon vin !

Pour plusieurs scientifiques, l'hypothèse de l'acétaldéhyde ne tient cependant pas la route. « La gueule de bois survient le lendemain, alors que l'acé-

que l'on en a consommé, et cette eau provient d'un peu partout dans le corps, dont le cerveau. Lui-même n'est pas sensible à la douleur, mais la dure-mère qui le recouvre possède, elle, des terminaisons nerveuses qui la relie au crâne. On peut supposer que son « ratatinement » causé par la déshydratation ne se fait pas sans douleur. Pour éviter de souffrir, on devrait donc toujours boire autant sinon plus d'eau que d'alcool.

L'eau éliminée entraîne dans son sillage des sels minéraux comme le potassium et le sodium, essentiels au bon fonctionnement des muscles et du système nerveux. Rien de dangereux, mais peut-être assez grave pour expliquer la sensation de malaise généralisé qui accompagne la gueule de bois. La transformation de l'alcool entraîne aussi une diminution des réserves de sucre stockées dans le foie sous forme de glycogène. Le résultat du lendemain : hypoglycémie et manque d'énergie. Pour à la fois réhydrater et remplacer les nutriments perdus, une boisson sportive peut avantageusement remplacer le dernier verre d'eau de la soirée (*voir encadré*).

Pour éviter les maux de tête les plus douloureux, les spiritueux contenant des traces de méthanol (un alcool cousin de l'éthanol) doivent être consommés avec modération. C'est le sous-produit de sa dégradation, l'acide formique, qui serait en cause, car il est encore plus toxique que l'acétaldéhyde. Présent en petite quantité dans le vin rouge (de 40 mg à 320 mg par litre), le méthanol peut atteindre quelques milliers de milligrammes par litre dans les eaux-de-vie de fruits, comme le brandy.

Les enzymes du foie dégradent toujours l'éthanol en premier, puis s'attaquent ensuite au méthanol, produisant alors de l'acide formique en quantité. Le processus prend plusieurs heures et explique que le mal de tête soit à son comble le lendemain au réveil. Une solution : boire à nouveau, mais cette fois un alcool sans méthanol. Les enzymes se tourneront alors vers l'éthanol,

amenuisant ainsi le mal de tête. « L'éthanol a d'ailleurs longtemps été l'antidote aux intoxications au méthanol, utilisé entre autres dans les brûleurs de poêlon à fondue, dit le médecin du Centre antipoison de Québec, le docteur René Blais. Il bloque la formation d'acide formique et on peut ensuite procéder à une dialyse. » Un médicament, le 4-méthyl-pyrazole, est maintenant disponible sur le marché pour contrer ce genre d'intoxication.

« Comme pour la plupart des substances à courte durée d'action, un effet de sevrage aigu se fait sentir quand l'alcool cesse de faire effet », rappelle Louis Léonard. Rien qui puisse ressembler à un état de manque, mais simplement un sentiment diffus d'anxiété et de malaise. Même si l'alcool bu la veille ne contenait pas de méthanol, reprendre lentement un peu d'alcool le matin peut donc s'avérer salutaire. À condition, bien sûr, que la simple vue du verre ne donne pas la nausée...

Encore quelques heures et vous serez sur pied pour remettre ça ! Mais rassurez-vous : après quelques soirées du temps des fêtes, votre organisme risque de mieux supporter l'alcool. Chez les gens qui boivent souvent, le tissu nerveux du cerveau s'habitue à fonctionner malgré la présence de la substance intoxicante, et il faut davantage d'alcool pour ressentir l'ivresse. « Les habitués dégrisent également plus vite, car le foie s'ajuste à la demande et la quantité d'enzymes servant à la dégradation de l'alcool augmente », dit Louis Léonard. Des taux de dégradation de plus de 40 mg d'éthanol par 100 ml de sang à l'heure, ont déjà été observés, soit presque le triple de la vitesse moyenne ! Cette tolérance à l'alcool ne doit pas nécessairement nous inquiéter sur le développement d'une éventuelle dépendance, assure Magali Dufour : « L'alcoolisme a des causes et des conséquences, et se définit de façon plus complexe qu'en nombre de verres bus par jour. » Mais tout de même, n'exagérez pas... **QS**

Pour éviter les maux de tête les plus douloureux, les spiritueux contenant des traces de méthanol doivent être consommés avec modération. C'est le sous-produit de sa dégradation, l'acide formique, qui serait en cause.

taldéhyde a déjà été métabolisé », note René Blais, médecin au Centre antipoison de Québec. Comme bien d'autres, il penche davantage en faveur du mal de bloc causé par la déshydratation. Les fréquentes visites à la salle de bains, les soirs de vadrouille, rappellent que l'alcool est un diurétique. Il bloque la production de l'hormone vasopressine, dont le travail consiste à demander aux reins de réabsorber une partie de l'eau présente dans l'urine avant de l'excréter. On finit ainsi par rejeter beaucoup plus de liquide



Virus
informatiques

la trousse d'urgence
Une mine de conseils et d'astuces.

Actuellement en kiosque

L'abominable

Le chemin pour rendre les motoneiges propres et silencieuses est long ! Il faudra s'armer encore de quelques années de patience.

par Daniel Chrétien

Elle est bruyante et polluante, la motoneige. La passion des 115 000 motoneigistes représente toujours une source majeure de nuisance écologique au Québec. En une heure de promenade, concluent des recherches du U.S. Environmental Agency et du California Air Resources Board, une motoneige rejette autant de polluants dans l'atmosphère qu'une voiture de modèle récent pendant une année entière.

Le coupable : le moteur à deux temps, le même qui équipe les tondeuses à gazon ou les anciens modèles de motomarines. Dans un moteur à deux temps, l'admission du mélange air-essence se fait à peu près au même rythme que l'évacuation des gaz d'échappement. Une partie du mélange air-essence est donc évacuée dans le système d'échappement sans jamais

avoir brûlé. De surcroît, le mélange d'huile et d'essence lui aussi est très nocif. L'huile brûlant moins bien, elle s'évapore dans l'atmosphère sous l'effet de la chaleur.

Bref, une motoneige ça « boucane », ça pue et ça pétarade !

Heureusement, cette abominable machine pourrait bien montrer patte blanche d'ici quelques années si les ingénieurs parviennent à revoir ce bolide inventé par Joseph-Armand Bombardier en 1937. Déjà, cette année, la firme Arctic Cat mettra en vente une motoneige plus propre dotée d'un moteur à quatre temps. D'ici deux ou trois ans, d'autres compagnies veulent lancer sur le marché des modèles pourvus de moteurs beaucoup moins polluants. Rien qu'au Québec, il se vend quelque 20 000 motoneiges chaque année.

L'hiver dernier, dans les campagnes environnant Jakson Hole aux États-Unis,

R. MAISONNEUVE/PUBLIPHOTO



e moto des neiges

une série de prototypes n'attendaient que le signal de départ pour tenter de remporter la coupe du Clean Snowmobile Challenge 2000, la grande compétition nord-américaine de motoneige écologique organisée par la Society of Automotive Engineers. L'objectif de l'événement consiste à encourager la mise au point d'une motoneige qui respecte davantage l'environnement.

Près de la ligne de départ, Patrice Seers et d'autres étudiants de l'École de technologie supérieure (ÉTS) de Montréal scrutaient le comportement de leur modèle. En apparence, il ressemblait à une motoneige traditionnelle. Mais, sous le capot, que de changements ! L'équipe de Patrick Seers s'était inspirée des nouveaux moteurs de motomarines pour créer un système à injection directe qui permet de réduire les émissions polluantes d'environ 70 %. Les étudiants en génie de Montréal avaient aussi modifié la culasse du moteur pour insérer les injecteurs. En outre, ils avaient transformé le système d'échappement, mis au point une nouvelle chenille et renforcé l'étanchéité du capot; tout cela pour réduire le bruit du moteur.

Le modèle *made in Quebec* a fini... bon dernier, laissant la première place à l'équipe de la State University of New York de Buffalo. « Nous avons éprouvé des problèmes de surchauffe, explique Patrice Seers, qui s'intéresse toujours à l'efficacité énergétique des moteurs en poursuivant un doctorat à l'université du Texas, à Austin. Quand les lignes

de refroidissement lâchent parce que tout est trop chaud, mieux vaut arrêter la course que de risquer de faire sauter le moteur. » Après la compétition, les étudiants ont découvert que la pompe à eau était défectueuse, malgré le fait que le moteur était neuf et qu'aucune modification n'avait été apportée à ladite pompe ! Leur prototype a aussi connu des problèmes d'incompatibilité entre les injecteurs et le module électronique, l'élément qui envoie les impulsions électriques signalant que c'est le moment d'injecter du carburant.

L'avenir du skidoo va se jouer dans les années qui viennent. On ne tient pas à s'en passer mais il faut le rendre plus acceptable. Aux États-Unis, les autorités vont jusqu'à parler d'interdire l'accès de certains parcs, dont le célèbre parc Yellowstone où les problèmes de pollution causés par ces bolides bruyants sont importants.

Les environnementalistes tels Daniel Greene, coprésident de la Société pour vaincre la pollution (SVP), voient d'un œil favorable l'idée de fermer — totalement ou en partie — les parcs aux motoneiges. Pour eux, il est clair que la motoneige a une incidence sur la pollution des forêts et qu'il faut limiter l'accès de ces bolides au territoire. Ils ne s'en prennent d'ailleurs pas seulement à la motoneige, mais aussi aux motomarines et aux véhicules tout-terrain (VTT), les fameux « quatre-roues ». « Les motoneiges et les VTT donnent accès à un territoire jusqu'ici non affecté par l'être humain », déplore Daniel Greene.

Il n'existe pas à l'heure actuelle de normes s'appliquant aux rejets atmosphériques pour les véhicules récréatifs hors route. « Ce type de moteur n'est doté d'aucun système pour contrôler les émissions polluantes », rappelle Jean-François Banville, ingénieur principal en jeux atmosphériques pour Environnement Canada, section Québec. Mais les choses vont changer. Depuis mars

Des décibels sur la glace

Ce n'est un secret pour personne : la motoneige est bruyante.

Pour Patrice Seers, il ne fait aucun doute que le vrombissement de ces bolides a un effet sur la faune. « Les animaux sont comme les humains, ils n'apprécient guère le bruit des motoneiges », fait-il remarquer.

Selon lui, la loi qui régit le bruit des motoneiges n'est pas assez sévère. « Elles atteignent 78 décibels (dBA), à une distance de 15,25 m, ce qui est le maximum toléré par la loi. Il est certain que l'on pourrait rendre plus efficace le système d'échappement, mais à haute vitesse — plus de 100 km/h — c'est la chenille qui constitue la principale source de bruit. »

Normand Lacroix, président de la Coalition pour la protection de l'environnement du parc linéaire, dans les Laurentides, peut en témoigner. Il vit le long du parc linéaire, à Saint-Jovite. « Ce n'est plus vivable. Certaines journées, il passe jusqu'à 1 500 motoneiges à côté de chez moi. En une heure, un samedi, j'en ai compté 158 ! Et certaines filent à des vitesses folles. J'en ai vues qui faisaient du 144 km/h, dit-il. Et ça se poursuit pendant la nuit. Ça nous réveille. »

Le moins que l'on puisse dire, c'est que le président de la Coalition ne porte pas la motoneige dans son cœur. « On veut que les motoneigistes empruntent un autre chemin, une piste de contournement. Il y a des maisons qui sont situées à huit mètres du sentier. La situation est intolérable. »

Les riverains du parc linéaire ont probablement raison de se plaindre, car le bruit des motoneiges, tel que perçu dans leurs

maisons, dépasserait largement les limites acceptables établies par l'Organisation mondiale de la santé. « Pour l'OMS, à l'intérieur d'une maison, la limite idéale est de 35 dBA le jour et de 30 dBA la nuit », précise Chantal Laroche, professeur d'audiologie à l'Université d'Ottawa.

En considérant que les fenêtres des maisons sont fermées, ce qui peut aller jusqu'à réduire le bruit de 20 dBA, il reste tout de même que le bruit dans la maison est de 58 dBA. « Je comprends que cela les empêche de dormir », lance l'audiologiste.

Qu'en est-il des effets du bruit sur l'audition des conducteurs ? La spécialiste n'est guère

plus rassurante. Il faut savoir que chaque fois qu'on double la distance entre la source et l'oreille, le bruit diminue de 6 dBA. En suivant ce raisonnement, une mesure de 78 dBA à environ 16 m équivaut à une mesure de 102 dBA directement sur la motoneige. « C'est énorme et cela peut être très dommageable pour l'audition », dit Chantal Laroche.

Par exemple, l'OMS recommande une exposition maximale de quatre heures par jour à un bruit de 78 dBA. « À 102 dBA, l'audition du conducteur assis sur sa motoneige est certainement menacée, surtout si

celui-ci utilise son véhicule sur de longues périodes plusieurs fois par semaine », conclut-elle.

La compétition de motoneige écologique organisée par la Society of Automotive Engineers demande entre autres aux concurrents de modifier la motoneige de façon à ce qu'elle n'émette pas plus de 74 dBA (à 15,25 m) en pleine accélération. La tâche semble ardue : seulement deux équipes sur les sept inscrites à la compétition de l'an dernier sont parvenues à descendre sous ce seuil.



Le Clean Snowmobile Challenge 2000, compétition nord-américaine de motoneige écologique organisée par la Society of Automotive Engineers.



Le guide 2000

Actuellement en kiosque
et tout savoir pour être bien branché, naviguer et profiter d'Internet

dernier, Environnement Canada a le pouvoir de légiférer dans ce domaine. « La motoneige est dans notre ligne de tir », prévient Jean-François Banville.

Et selon lui les solutions pour diminuer la pollution causée par la motoneige et son moteur à deux temps existent. « Il faut non seulement réglementer le contrôle des émissions polluantes et apporter des changements au moteur, mais il faut aussi modifier les composantes du carburant », dit-il. Ainsi, le gouvernement fédéral a décidé que, d'ici la fin de 2004, les grandes pétrolières devront diminuer considérablement la teneur en soufre de l'essence, ce qui aura des effets bénéfiques sur la qualité de l'air.

Pour Patrice Seers, la solution pourrait bien venir des motomarines, les descendantes de la bonne vieille motoneige. « Les nouveaux modèles de motomarines conçus par Bombardier utilisent des moteurs à deux temps dotés d'un système d'injection directe de carburant. Cela permet une réduction très importante des émissions polluantes », dit-il.

Et le moteur électrique ? « La motoneige est avant tout un véhicule de plaisance. Les usagers exigent de la performance — accélération foudroyante et vitesse élevée —, ce qui est difficile à obtenir avec une motoneige à moteur électrique, analyse Patrice Seers. Il existe bien un modèle de motoneige électrique sur le marché, mais sa vitesse de pointe est faible par rapport à la motoneige dotée d'un moteur à combustion. » En fait, la motoneige électrique subit les mêmes contraintes que la voiture électrique. Et les questions d'autonomie du véhicule inquiètent : personne ne veut tomber en panne en forêt par -30 °C ! De plus, la motoneige peut difficilement transporter des batteries de secours.

Face aux pressions écologistes qui sont de plus en plus fortes chez nos voisins du sud, l'industrie américaine de la motoneige a réagi vivement et s'est organisée pour contrer l'interdiction qui la menace dans les grands parcs américains. Le fabricant Arctic Cat propose aux internautes de signer une lettre de protestation — déjà rédigée et disponible en trois versions sur son site Web — et de l'envoyer au gouverneur de leur État.

Mais l'industrie sait que l'heure est au changement. « Dans les entreprises, on

sent une volonté de mettre au point des moteurs moins polluants », dit Jean-François Banville. « L'environnement demeure une priorité pour l'entreprise qui mène des recherches à l'interne », confirme Marc Lacroix, porte-parole de Bombardier. Le fabricant du Québec ne participe pas à la compétition de la Society of Automotive Engineers, mais elle suit de près ce qui s'y passe, tout comme Polaris, son concurrent. « Leurs ingénieurs prenaient des notes et des

photos », se rappelle Patrice Seers.

Les fabricants n'ont plus vraiment le choix : « C'est une question de survie pour l'industrie » croit Patrice Seers. On voit mal comment elles y renonceraient : vendre des motoneiges, c'est payant, dit-il. Et pour les gouvernements, le bolide de Joseph-Armand Bombardier rapporte bon an mal an plus d'un milliard de dollars chaque année, rien qu'au Québec, en retombées touristiques. **CS**

SI VOTRE *cote* EST BONNE, NOUS AVONS LA *bourse* QU'IL VOUS FAUT



Les bourses d'excellence de l'INRS

*Vous faites partie des valeurs sûres dans votre discipline ?
Vous prévoyez obtenir ou avez obtenu une bourse d'un
organisme subventionnaire reconnu ?*

**Vous pourriez être admissible à une bourse d'excellence
de l'INRS pouvant atteindre 7 000 \$ par an!**

Ces bourses d'excellence sont offertes aux étudiants qui
s'inscrivent à l'un des programmes de l'INRS.

**Passez à l'action! Informez-vous ou faites votre demande
dès maintenant: www.inrs.quebec.ca**



Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique

La science en ACTION pour un monde en ÉVOLUTION

Informations	Téléphone: (418) 654-2500	www.inrs.quebec.ca
	Sans frais: 1 877 326-5762	

Le mystère

Une curieuse rencontre des mathématiques et de la mécanique quantique. Accrochez-vous !

par Philippe Chartier

Depuis plus de 2 000 ans, les nombres premiers — qui ne peuvent être divisés que par un et par eux-mêmes (ex. : 2, 3, 5, 7, 11, etc.) — ne cessent de fasciner les mathématiciens, parce qu'ils détiendraient la clé de l'univers des nombres.

Depuis quelques années, certains physiciens succombent eux aussi à leurs charmes. Car, aussi étrange que cela puisse paraître, les nombres premiers entretiendraient une profonde et éton-

nante relation avec le monde quantique des atomes. Une formule mathématique, appelée la « fonction zêta », et une célèbre hypothèse qui la concerne, la « conjecture (1) de Riemann », sont au cœur du mystère.

D'une santé fragile, et mort précoce, le mathématicien allemand Bernhard Riemann (1826-1866) ne publia pas beaucoup. Mais la plupart de ses travaux marqueront profondément le paysage des mathématiques. On lui doit notamment un système de géométrie

non euclidienne (2) qui, considéré comme une amusante curiosité à l'époque, deviendra un élément indispensable de la théorie de la relativité générale d'Einstein.

Moins connue que le célèbre théorème de Fermat (3), la conjecture de Riemann figure pourtant en tête du palmarès des plus grands problèmes mathématiques.

Cette conjecture concerne la non moins célèbre fonction (4) zêta. En apparence, cette fonction est une simple

MICHEL LAROSE



somme de fractions : vous additionnez 1, l'inverse de 2 (donc $1/2$) à la puissance s , l'inverse de 3 ($1/3$) à la puissance s , et ainsi de suite jusqu'à l'infini. En langage mathématique, cela s'écrit : $(s) = 1 + 1/2^s + 1/3^s + 1/4^s + \dots + 1/n^s + \dots$. Le mathématicien suisse Leonhard Euler (1707-1783) découvrira que cette fonction peut également s'écrire comme une multiplication infinie de facteurs faisant intervenir des nombres premiers. Ses collègues réalisent alors que la fonction zêta (5) laisse entrevoir le rôle essentiel — mais encore mystérieux — que les nombres premiers jouent dans leur univers.

Environ 100 ans plus tard, Riemann étendra la fonction zêta en y incluant les « nombres complexes » (6). Il remarquera alors une nouvelle particularité qui lui inspirera sa fameuse conjecture. Comme dans bien des équations, pour certaines valeurs, le résultat est parfois zéro. Il en va de même pour la fonction zêta. Pour certains nombres complexes s , lorsqu'on additionne les fractions, le total est égal à zéro. En fait, la fonction zêta donne des zéros pour tous les nombres entiers, y compris les entiers négatifs (ex. : $(2) = 0$, $(-4) = 0$, etc.). Ce sont les zéros dit « triviaux », parce qu'ils n'intéressent pas les mathématiciens.

C'est qu'il existe aussi un second ensemble de zéros, les « zéros non triviaux », qui correspondent à des nombres complexes situés dans une pe-

tite bande entre 0 et 1 sur l'axe horizontal du plan des nombres complexes. Ces zéros intéressent grandement Riemann, car il y devine une harmonie cachée dans la manière dont sont distribués les nombres premiers. Alors qu'il n'en avait calculé qu'une poignée, il fait l'hypothèse que les zéros non triviaux se trouvent tous sur une seule et même ligne.

Banal, direz-vous ! Pourtant, qu'un seul zéro ne tombe pas pile sur cette « ligne critique » et c'en est fini de la conjecture de Riemann — et de bien d'autres qui dépendent d'elle ! « C'est une situation déplorable, explique Yvan Saint-Aubin, professeur de mathématiques à l'Université de Montréal, car plusieurs mathématiciens ont « prouvé » des résultats en supposant cette conjecture vraie. Tous ces résultats ne sont donc pas encore de vrais théorèmes (7). » Bref, des pans entiers des mathématiques dépendent de cette satanée conjecture...

Depuis bientôt 150 ans, personne n'a encore prouvé ni réfuté l'hypothèse de Riemann. Et bien des mathématiciens — et non des moindres — s'y sont attaqués ! Grâce aux moyens informatiques modernes, des milliards de zéros ont été calculés et aucune exception n'a encore été trouvée. Pour les mathématiciens, cela ne change rien à l'affaire : que l'on calcule des milliards de milliards de milliards de zéros, rien n'empêche que le résultat suivant vienne tout bouleverser. Cela

(1) **Conjecture** : toute hypothèse fondée sur des apparences et qui n'a pas été formellement démontrée. Le fameux « théorème de Fermat » a d'abord été une conjecture avant d'être prouvé.

(2) **Géométrie non euclidienne** : en 300 avant notre ère, le mathématicien grec Euclide a défini, en 13 volumes appelés les *Éléments*, les bases de la géométrie classique; celle que l'on enseigne et utilise encore couramment aujourd'hui. D'autres géométries ont toutefois été mises au point au siècle dernier. Elles réfutent certains principes de la géométrie euclidienne, notamment qu'on ne peut tracer qu'une seule ligne parallèle à une ligne droite et passant par un point donné. Il existe plusieurs types de géométries non euclidiennes, dont celle de Riemann où l'espace est courbe.

(3) **Dernier théorème de Fermat** : formulé par Pierre de Fermat (1601-1665), il stipule que toute équation de la forme $x^n + y^n = z^n$, où x , y , z et n sont des nombres entiers, n'a pas de solution lorsque n est supérieur à 2. Après trois siècles d'échecs, le mathématicien anglais Andrew Wiles est finalement parvenu à en faire la démonstration en 1994.

(4) **Fonction** : opération ou procédure qui relie une variable à une ou plusieurs autres variables. Si y est fonction de x , où $y = f(x)$, cela signifie qu'une variation de x produit une variation de y . Si on connaît la valeur de x , on peut alors calculer celle de y .

(5) **Fonction zêta** : identifiée par la lettre grecque (ζ), elle correspond à une série infinie de fractions : $(s) = 1 + 1/2^s + 1/3^s + 1/4^s + \dots + 1/n^s + \dots$. Par exemple, $(2) = 1 + 1/4 + 1/9 + 1/16 + \dots + 1/n^2 + \dots$.



Elle peut aussi être écrite sous la forme : $(s) = 1/(1 - 2^{-s})(1 - 3^{-s})(1 - 5^{-s})(1 - 7^{-s}) \dots (1 - p^{-s}) \dots$ où chaque terme comprend un nombre premier p . Bernhard Riemann trouvera une troisième formulation équivalente basée sur les zéros non triviaux.

(6) **Nombres complexes** : ces étranges nombres s'écrivent sous la forme $a + bi$ (ex. : $0,5 + 14,125i$) et comportent une partie « réelle » ($a = 0,5$) et une partie « imaginaire » ($bi = 14,125i$), formée d'un nombre réel ($b = 14,125$) multiplié par la racine carrée de -1. Cette fameuse racine — que l'on désigne par la lettre i — est dite « imaginaire », puisque qu'un nombre élevé au carré est toujours positif (ex. : $-2 \times -2 = 4$); par conséquent, il est impossible de trouver un nombre qui, multiplié par lui-même, puisse donner -1 ou tout autre nombre négatif. Néanmoins, cela n'a pas empêché cette racine imaginaire de devenir indispensable, autant en mathématiques qu'en ingénierie, pour simplifier certains calculs complexes. Pour aider à les visualiser, les nombres complexes $a + bi$ peuvent aussi être représentés comme des points (a , b) sur un plan quadrillé (voir figure 1), où l'axe horizontal représente la partie réelle (a) et l'axe vertical, la partie imaginaire (bi). C'est sur ce plan que se trouve la ligne critique des zéros non triviaux de la fonction zêta.

(7) **Théorème** : lorsqu'elle est démontrée, une conjecture devient un théorème, c'est-à-dire une proposition démontrée à l'intérieur d'un système mathématique.

(8) Matrice : quadrillage rectangulaire où chaque case contient un nombre et grâce auquel on effectue certaines opérations mathématiques. En 1925, le physicien Werner Heisenberg développe à l'aide de matrices la première formulation de la mécanique quantique. Une matrice renferme alors des « valeurs propres », qui représentent les niveaux d'énergie possibles du système considéré.

(9) Système quantique des nucléons (protons et neutrons) : un noyau d'atome, un ou plusieurs électrons en orbite autour du noyau d'un atome, un électron dans une boîte rectangulaire, etc., sont des exemples de systèmes quantiques étudiés par les physiciens.

s'est déjà vu : la conjecture de Merten, qui était liée à celle de Riemann, s'est écroulée lorsqu'on a découvert qu'il existait une exception située aux environs de 10^{30} , soit un très, très grand nombre (1 suivi de 30 zéros) !

Mais que peut bien venir faire la physique quantique dans cette histoire ? Tout commença devant une tasse de thé...

En 1972, le mathématicien Hugh Montgomery se trouve en visite à l'Institute for Advanced Study, à Princeton au New Jersey. Il s'intéresse alors à la distribution des zéros de la fonction zêta. Par analogie, on peut considérer que les zéros sur la ligne critique forment les marches d'un escalier infini. En étudiant l'espacement entre ces marches, il souhaite découvrir quelques indices pouvant le guider vers une possible solution de la conjecture de Riemann.

Un après-midi, alors qu'il prend le thé à l'Institut, il rencontre le physicien anglais Freeman Dyson et lui présente le résultat de ses recherches sur les zéros. Surprise ! Le physicien reconnaît aussitôt un air de parenté avec ses propres travaux. Par le plus heureux des hasards, Freeman Dyson se trouve être l'un des deux ou trois spécialistes de l'époque en mesure d'apprécier les travaux de Hugh Montgomery.

En quoi consiste cet air de parenté ? Le physicien Dyson est un spécialiste des « matrices aléatoires » (8), des modèles statistiques visant à décrire les niveaux d'énergie des noyaux d'atomes lourds. Chaque noyau possède une signature particulière — ou spectre — qui décrit les différents niveaux d'énergie que peuvent adopter les nucléons du noyau (autrement dit les protons et les neutrons) (9). Ces niveaux d'énergie sont un peu

comme les marches sur lesquelles peuvent se poser les nucléons. Or, plus les niveaux d'énergie sont élevés, plus les marches deviennent serrées et difficiles à distinguer.

Au lieu de tenter de les décrire individuellement, le physicien américain d'origine hongroise Eugene Wigner (1902-1995) aura l'idée de les considérer de façon statistique comme s'il s'agissait d'un système aléatoire. Mise au point dans les années 50, sa « théorie des matrices aléatoires » s'accordera bien avec les données expérimentales et elle sera ensuite adaptée dans les années 70 à 80 pour l'étude du chaos dans le domaine quantique.

« Ce que constate Freeman Dyson et d'autres physiciens par la suite, c'est que si l'on étudie la position des zéros de la fonction zêta d'un point de vue statistique, explique Oriol Bohigas, directeur de recherche au Laboratoire de physique théorique et modèles statistiques (CNRS) à Paris, on observe qu'ils se comportent comme les valeurs propres de certaines matrices aléatoires. En d'autres termes, les marches des zéros de la fonction zêta ressemblent aux marches des niveaux d'énergie de certains systèmes quantiques. Des domaines en apparence totalement différents semblent en fait partager un lien extrêmement profond. »

Certains chercheurs, comme le mathématicien anglais Michael Berry, croient même qu'il doit exister un système quantique particulier dont les niveaux d'énergie reproduisent parfaitement les zéros de la fonction zêta. S'il est découvert, ce système pourrait devenir un modèle très intéressant pour en expliquer d'autres, particulièrement l'étude du chaos dans le domaine quantique.

Aucun résultat n'a encore permis de prouver ou de réfuter cette hypothèse. Depuis quelques années, de nouvelles conjectures ont toutefois vu le jour et les articles se multiplient. « On assiste à une explosion dans ce domaine, constate Oriol Bohigas. C'est une voie de recherche qui semble très féconde. » L'an dernier, un séminaire de cinq mois réunissait d'ailleurs des mathématiciens et physiciens de divers horizons sur le thème de la fonction zêta et des matrices aléatoires au Mathematical Sciences Research Institute à Berkeley.

Le physicien Eugene Wigner — celui-là même qui a inventé les matrices aléatoires mentionnées précédemment — faisait scandale en 1960 en publiant un article devenu célèbre intitulé *La Dérisonnable efficacité des mathématiques dans les sciences naturelles*. Il s'étonnait que les mathématiques, qui ne sont en principe rien d'autre que des concepts sortis tout droit de quelques cerveaux humains, puissent représenter avec une exactitude, tenant pratiquement du miracle, certains phénomènes de la nature. Les prédictions extrêmement précises de la théorie de la relativité, pour ne nommer que celle-là, sont un exemple bien connu.

En est-il de même pour la fonction zêta et ses zéros ? « Il y a 15 ans, pour les mathématiciens, ce n'était rien d'autre qu'une simple amusette, dit Oriol Bohigas. Mais maintenant, plusieurs s'intéressent beaucoup à la question, puisque la physique et ses matrices aléatoires pourraient permettre de mieux comprendre la fonction zêta et la conjecture de Riemann. En fait, on pourrait pratiquement parler de « la dérisonnable efficacité des sciences naturelles en mathématiques » ! »

Mais où cela peut-il bien mener ? Est-ce que les nombres premiers jouent réellement un rôle dans tout cela ? Et si ce n'était qu'une coïncidence ? « Pour l'instant, la question reste ouverte, avoue Oriol Bohigas. La part d'inconnu est encore importante. Mais si nous réussissons à trouver la

réponse, nous pourrions mieux comprendre la complexité des systèmes quantiques. Ce sera un très gros morceau ! »

Du côté des mathématiciens, on espère que cette collaboration avec la physique permettra d'apporter de nouveaux éléments pour résoudre la conjecture de Riemann. Car, pour l'instant, plusieurs d'entre eux se demandent s'il ne faudra pas attendre quelques siècles encore pour y parvenir... **OS**

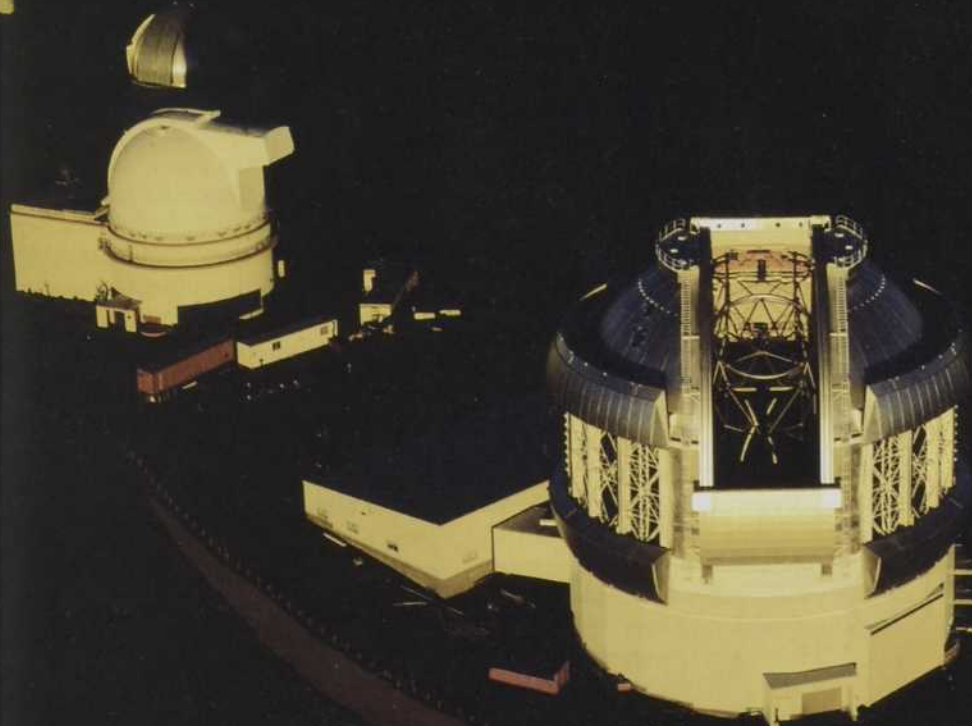


» CyberRessources

A Prime Case of Chaos, par Barry Cipra. *What's Happening in the Mathematical Sciences*, Volume 4. <http://www.ams.org/new-in-math/cover/prime-chaos.pdf>

The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences, par Eugene Wigner. <http://www.dartmouth.edu/~matc/MathDrama/reading/Wigner.html>

Supertélescopes pour superastronomes



Avec le VLT (*Very Large Telescope*), l'Europe reprend la tête de l'observation spatiale au sol. Une nouvelle course à l'espace vient-elle de débiter ?

par Vincent Sicotte

Quelque part dans le désert d'Atacama, au Chili. Le 3 septembre dernier, en pleine nuit, des photons en provenance d'une nébuleuse lointaine frappent pour la première fois le grand miroir d'un télescope sous les yeux attentifs du gratin de l'astronomie européenne. Événement symbolique s'il en est, cette « première lumière » du quatrième et dernier *Very Large Telescope* lance l'Europe dans la course aux grands instruments, et pourrait lui permettre, d'ici peu, de prendre la tête du peloton.

Perché à 2 600 mètres d'altitude sur le mont Paranal, dans les Andes chiliennes, ce *Very Large Telescope* (VLT) est constitué de quatre unités, maintenant toutes opérationnelles, qui forment le plus ambitieux projet d'astronomie au sol dans le monde. Construit au prix de 800 millions de dollars, le VLT est opéré par l'Observatoire européen austral (ESO, l'acronyme anglais de son nom), un organisme regroupant huit pays européens. « Cet événement marque la réalisation pour l'Europe d'une installation en astronomie optique et infrarouge au sol qui égale ou surpasse toutes celles existant dans le monde »,

disait en mai 1998 Riccardo Giacconi, alors directeur général de l'ESO.

Avec le VLT, l'Europe tente de reprendre un flambeau que les Américains lui ont ravi il y a un siècle. Jusqu'à la fin du XIX^e siècle, en effet, le cœur de l'astronomie mondiale battait surtout dans les patries de Galilée, de Newton et de Le Verrier. Dès le début du XX^e siècle, l'astronomie américaine prit le devant de la scène. Le télescope de deux mètres et demi de diamètre du mont Wilson, construit en 1917, et surtout celui de cinq mètres érigé en haut du mont Palomar, en 1948, donnaient une longueur d'avance aux astronomes

Astronomie

américains. L'Europe dut attendre les années 80 pour prétendre rivaliser avec le célèbre « 200 pouces » du mont Palomar, même si plusieurs télescopes de trois à quatre mètres voyaient le jour grâce à une participation européenne, en Espagne, au Chili, en Australie et sur l'île d'Hawaï. Grâce au « quatuor du Paranal », le vieux continent reprend la tête.

Joliment baptisés Yepun, Antu, Kueyen et Melipal (Vénus, le Soleil, la Lune et la Croix du Sud, en langue mapuche des autochtones de la région), les quatre unités du VLT constituent une merveille d'ingénierie. Leur structure est relativement légère. Les coupoles ont été dessinées pour perturber le moins possible l'écoulement de l'air (ce qui améliore la qualité de l'image), et les bâtiments ont été conçus pour résister aux fréquents séismes andins. La surface polie des miroirs, en particulier, ne présente pas d'aspérités plus grandes que quelques nanomètres; agrandie à la taille de l'arc terrestre, cette surface ne serait pas plus irrégulière que la pelure d'une orange ! Les quatre miroirs de 8,2 mètres forment ensemble une surface collectrice de plus de 210 m², soit l'équivalent d'un télescope de 16 m. « C'est le plus grand télescope au monde ! » s'exclame Riccardo Giacconi, rejoint à son bureau de l'université Johns Hopkins, à Baltimore. D'une puissance telle qu'il pourrait repérer une bougie sur la Lune.

Les Européens n'ont pas lésiné pour équiper le VLT. Chacun de ses quatre télescopes peut simultanément recevoir trois instruments différents, ce qui offre aux astronomes la possibilité d'étudier en même temps différentes caractéris-



Le télescope Gemini Nord situé à Hawaï. L'astronome québécois Jean-René Roy vient d'en prendre les rênes.

tiques d'un astre. Certains de ces instruments prendront de simples photos, d'autres mesureront des spectres, la lumière étant alors analysée pour étudier les éléments chimiques qui composent l'astre observé. Ces instruments fonctionneront dans l'ultraviolet, l'optique et l'infrarouge. Cette approche généraliste a d'ailleurs été critiquée par certains, la mode actuelle étant plutôt à l'optimisation des instruments pour une partie précise du spectre lumineux. Les astronomes préfèrent multiplier le nombre d'observatoires dans le monde mais en spécialisant chacun d'eux.

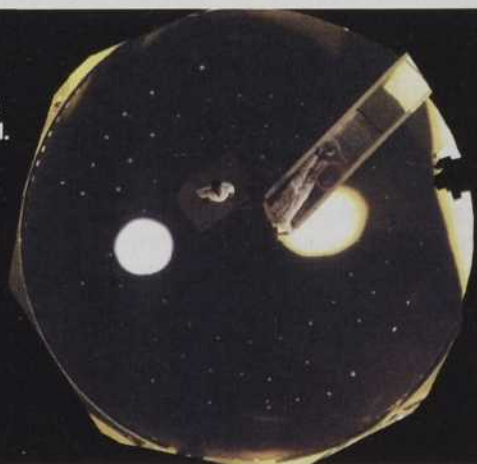
Le VLT, en effet, n'est pas le seul télescope de sa génération, même s'il est le plus avancé. Dans l'hémisphère nord, toute une panoplie de grands télescopes scrutent le ciel, en particulier au sommet du Mauna Kea, à Hawaï. Les premiers furent les jumeaux américains

Keck (10 m), mis en service en 1996. En 1999, le japonais Subaru (8,3 m) a reçu sa première lumière quelques mois après Gemini Nord (8,1 m), dont l'astronome québécois Jean-René Roy a tout récemment pris la direction. Il y a finalement l'innovateur Hobby-Eberly, au Texas, avec son miroir hexagonal offrant une ouverture de plus de neuf mètres. À ceux-ci il faut ajouter une poignée de grands télescopes qui verront la lumière de la nuit d'ici cinq ans. L'hémisphère sud était moins pourvu, si l'on excepte le tout nouveau Gemini Sud (une réplique de l'autre). Le VLT ouvre donc aux astronomes les portes d'un royaume peu exploré : le ciel austral.

Mais il n'y a pas que la taille qui compte pour faire d'un télescope un observatoire de premier plan. « Par rapport à la génération précédente de télescopes de quatre mètres, le pas en



Une coupe profilée de l'enceinte du télescope VLT sur le mont Paranal. Son miroir (à droite) est un des plus performants jamais construit. Il fait 8,2 mètres de diamètre. Il est doté d'instruments de précision (à l'extrême droite).



avant qu'effectue la nouvelle série de télescopes est la qualité d'image davantage que l'accroissement du pouvoir collecteur », dit Laurent Drissen, astronome à l'Université Laval. Une qualité d'image rendue possible grâce à l'optique adaptative.

L'optique adaptative (OA) désigne la correction, en temps réel, de la déformation des images que provoque la turbulence atmosphérique. Une série d'actionneurs, qui déforment légèrement le miroir plusieurs centaines de fois par seconde, corrigent l'image. Proposée dès 1950, l'OA a toutefois dû attendre que l'informatique et l'industrie des composants optiques fassent des progrès. Il fallait aussi attendre que les scientifiques comprennent mieux les effets de la turbulence atmosphérique. Le télescope Canada-France-Hawaï a servi en quelque sorte de banc d'essai à cette technologie qui équipera dorénavant tous les grands télescopes.

L'atmosphère exceptionnellement calme et dépourvue d'humidité au-dessus du désert d'Atacama permettra à un télescope du VLT d'observer une pièce de 10 cents placée à 4,5 km. Avec l'optique adaptative, il pourra repérer la même pièce à 200 km ! De quoi donner une résolution environ trois fois supérieure à celle du télescope spatial *Hubble* !

Malgré ces miracles, l'optique adaptative n'en est encore qu'à ses débuts selon Laurent Drissen. « Si elle donne de bons résultats en infrarouge, l'OA fonctionne moins bien aux longueurs d'onde plus courtes de la lumière optique », précise-t-il. De plus, cette technique exige la présence, à proximité de l'astre observé, d'une étoile guide dont l'ordinateur se sert pour effectuer les défor-

mations du miroir. Pour contourner cette difficulté, on utilise de plus en plus une « étoile artificielle », créée par un flash laser qui excite les molécules de la haute atmosphère.

Dans sa configuration actuelle, le VLT est un superbe instrument de classe mondiale. Mais les astronomes européens n'allaient pas s'arrêter en si bon chemin, et gardaient dans leur manche un autre atout pour assurer au VLT une longueur d'avance : l'interférométrie. En combinant les faisceaux lumineux individuels, on arrive à reconstituer des images d'une résolution équivalant à celle d'un immense miroir unique, d'un diamètre égal à la distance entre les télescopes. Le principe de l'interférométrie est simple. Il est déjà appliqué dans les longueurs d'onde radio (de l'ordre du mètre). Son utilisation dans les longueurs d'onde optique et infrarouge s'avère cependant très complexe. C'est le grand défi du VLT.

« Bien qu'il soit inégalé en termes de surface collectrice, la grande caractéristique du VLT est qu'il a été conçu dès le départ pour l'interférométrie », précise Riccardo Giacconi. En plus des quatre unités, trois petits télescopes auxiliaires de 1,8 m — équivalent à notre télescope du mont Mégantic — complètent le quatuor de géants. Ces petits télescopes sont montés sur rails pour être déplacés selon les besoins. La position même des quatre grands télescopes sur le mont Paranal a été choisie précisément pour optimiser le futur interféromètre.

Le VLTI (l pour interféromètre) devrait capter sa première lumière au cours de l'année 2001. Il pourra synthétiser une image qui équivaldrait à celle



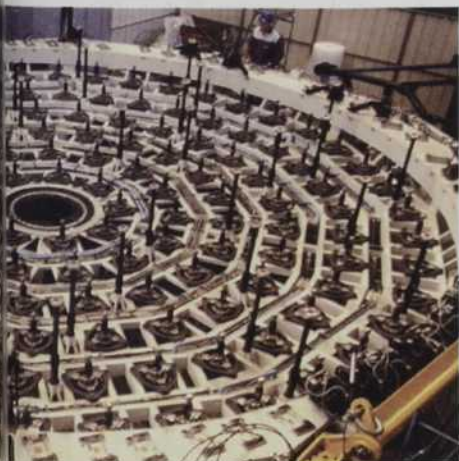
GEMINI OBS/NSF

Voici la première image obtenue par le télescope Gemini Nord : la nébuleuse BD+303639.

d'un télescope de 130 m, ce qui lui permettra, en principe, de détecter une pièce de 10 cents non pas à 200 km, mais à 2 000 km, une résolution suffisante pour distinguer un homme sur la Lune !

Une dizaine d'interféromètres existent déjà pour l'astronomie optique, avec de petits miroirs de l'ordre du mètre. En fait, le VLTI n'aura de véritables concurrents que lorsque les deux Keck seront reliés, vers 2002.

Il est difficile de prévoir les découvertes qui seront faites avec une telle ré-



Que savons-nous de notre présence sur Terre ?

Le Lien cosmique

www.onf.ca/liencosmique

Un film de Catherine Fol
Produit par Eric Michel

19,95 \$
prix consommateur
39,95 \$
prix institutionnel

Une production de l'Office national du film du Canada

51 min 45 s
n° d'identification : 143C 9200 141

Pour commander par téléphone : 1 800 267-7710
Par télécopieur : (514) 283-7564
Par Internet : www.onf.ca (consommateur seulement)



solution. On sait tout de même que les interféromètres seront mis à profit dans la recherche de planètes extrasolaires de plus en plus petites, éventuellement comparables à la Terre. L'interférométrie permettra d'étudier les premières étapes, encore mystérieuses, de la formation des étoiles et aussi, domaine totalement vierge, la surface des étoiles autres que le Soleil. On sondera également le centre de la galaxie, région extrêmement complexe, et le cœur des galaxies actives où règnent des trous noirs supermassifs.

Avec les avancées spectaculaires des télescopes au sol que présage le VLT, est-il encore nécessaire de lancer des télescopes en orbite, des opérations aux coûts gigantesques ? « Oui ! »

répondent en chœur les astronomes. Les télescopes en orbite sont plus performants en imagerie, pour étudier la morphologie des astres. Par contre, les grands télescopes au sol excellent à la spectroscopie, la dissection de la lumière (90 % des observations faites aux Keck sont dans ce domaine). Et il sera toujours nécessaire d'aller en orbite pour capter les précieux photons qui ne passent pas l'atmosphère : UV, X, gamma, etc.

« Malgré les succès de l'optique adaptative, l'astronomie au sol ne pourra jamais rivaliser avec les télescopes spatiaux, dit Riccardo Giacconi. Pour vraiment le faire, il faudra attendre les "projets fous" des astronomes. » Car la course aux photons ne s'arrêtera sans doute

jamais. Des chercheurs de l'université de Californie à Santa Cruz, en collaboration avec le Caltech, élaborent en ce moment le *California Extremely Large Telescope* (CELT), un instrument avec une ouverture de 30 m ! Le miroir sera en fait une mosaïque de plus de 1 000 petits miroirs hexagonaux. Le projet devrait voir le jour d'ici 10 ou 15 ans, pour à peu près le même prix que le VLT. Mais la palme de la démesure revient à l'Europe. Les ingénieurs de l'ESO, ravis des succès de leur VLT, envisagent actuellement un télescope de 100 m. Ils l'appellent sans rire le OWL, pour *Overwhelmingly Large Telescope*. Le budget frise le milliard de dollars.

À quand le « Trop Grand Télescope » ? **QS**



- Quoi de neuf?
- CybNouvelles
- CybRéacts
- CybQuestions
- CybAnnuaire
- EnCyBerClopédie
- Recherche

Le nouveau site des 11-14 ans



Par l'équipe de
Québec Science



www.cybersciences-junior.org



Gutenberg 2.0

Le livre électronique tente de s'imposer.

Le bouquin imprimé, qui en a vu bien d'autres, ne sera pas facile à déloger...



Avez-vous déjà essayé de transporter une bibliothèque de 300 bouquins d'un coup ? Difficile pour le dos et les bras, n'est-ce pas ! Dans quelque temps, vous n'aurez plus besoin d'être culturiste pour réaliser cet exploit : en fait, tout tient déjà dans un boîtier de moins d'un kilo, un livre électronique ou « eBook ».

Apparentés à l'ordinateur portable et à l'assistant personnel électronique de type *PalmPilot*, les différents modèles de livres électroniques accumulent les fonctions pour concurrencer le bouquin imprimé traditionnel. Ils permettent, bien sûr, de prendre des notes (avec un stylet spécial), d'insérer des signets ou de souligner un passage, mais aussi de modifier la taille des caractères, de rechercher un mot dans tout le texte, de consulter une définition dans le dictionnaire intégré, d'ajuster la luminosité de l'écran pour lire dans l'obscurité, etc.

Leur principal avantage, c'est la capacité de stockage. Dotés d'une mémoire de base de huit méga-octets, le *Rocket eBook*, de NuvaMedia, par exemple, peut emmagasiner une vingtaine de romans. À l'aide de cartes spéciales SmartMedia, le lecteur vorace peut même augmenter cette capacité jusqu'à 128 méga-octets — de quoi engranger plus de 300 titres !

Et pas besoin de passer au magasin pour en trouver de nouveaux. Votre auteur favori vient de publier son dernier chef-d'œuvre ? Grâce au modem intégré,

vous en téléchargez une copie depuis une ligne téléphonique ou une prise réseau. C'est là un des nombreux exploits que promet de réaliser le livre électronique qui, assurent ses promoteurs, remplacera bientôt le livre imprimé. (Remarquez qu'on nous avait déjà promis un monde sans papier avec l'ordinateur, les fax et bien d'autres machines qu'on ne disperse même plus sous les monceaux de documents qui encombrent nos bureaux !)

Avec le temps, au fur et à mesure que ses capacités s'accroîtront, le livre électronique fera sûrement une grande place au multimédia. Équipé de petits haut-parleurs et d'un écran couleur à haute résolution, il pourra, promet-on, offrir des images et du son, et peut-être même faire la lecture à son propriétaire...

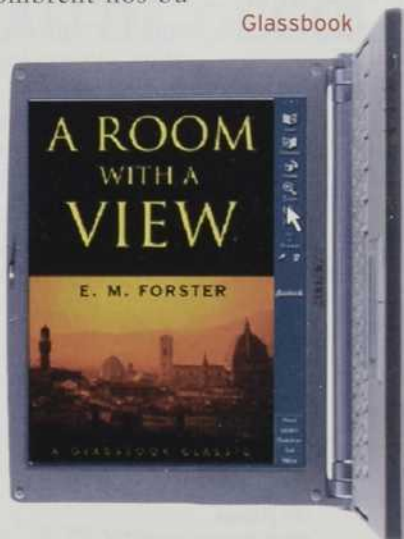
En attendant, le livre électronique semble surtout destiné à des usages particuliers : prendre connaissance de l'actualité dans l'avion sans s'encombrer de journaux, transporter avec soi ses ouvrages de référence tout en restant léger, permettre à quiconque de lire aisément des ouvrages qui autrement seraient

publiés avec une petite police de caractère.

Le bon vieux livre de Gutenberg auquel, depuis 500 ans, nous sommes habitués, a tout de même quelques bonnes longueurs d'avance.

C'est que le livre électronique vient à peine de souffler sa première bougie. Il y a un an, Nuvomedia lançait son *Rocket eBook*, tandis que SoftBook Press proposait le *SoftBook Reader*. Depuis, les deux concurrents ont été achetés par le géant américain Gemstar (1), la seule entreprise à offrir désormais un eBook sur le marché : le petit REB 1100 et le REB 1200 avec écran couleur de 20 cm (diagonale). Conjointement avec N-Vision Technologies (2), la société américaine EveryBook (3) se propose elle aussi de commercialiser son propre modèle, le *EB*

Journal, qui doit être doté de deux écrans couleur à haute résolution. Mais elle tarde à le lancer. Tout comme l'entreprise française Cytale (4) dont le prototype, présenté en grande pompe le printemps dernier au Salon du livre de Paris, n'est toujours pas commercialisé.





@Folio

La concurrence entre les supports sera rude : les assistants personnels électroniques, du type *PalmPilot*, tout comme les ordinateurs portables, veulent aussi devenir notre futur salon de lecture. Bien des livres numériques à télécharger sont déjà offerts dans des formats compatibles pour les assistants électroniques. Le livre électronique va devoir justifier son utilité face à des systèmes qui offrent bien d'autres fonctions (agenda électronique, carnet d'adresses, courrier électronique, navigation sur le Web, etc.) pour un prix équivalent.

À ces questions de support, qui pourraient tuer le concept de livre électronique avant même qu'il ait fait sa marque, il faut ajouter la pénurie de titres numérisés actuellement disponibles. Quelques libraires en ligne, dont Barnes and Noble (5), offrent déjà un catalogue de plusieurs milliers de titres à télécharger. En français, le choix demeure encore plus limité, même si plusieurs éditeurs outre-atlantique, dont Cytale (4), Havas (6) et 00h00 (7), une alliée de Gemstar, s'efforcent d'augmenter le nombre de titres. Sans titres, pas de lecture et donc pas de lecteurs !

A terme, le marché du livre électronique paraît tout de même prometteur, car le nouveau médium offre bien des avantages, à commencer par des considérations écologiques : nous n'aurons plus besoin d'abattre les arbres pour lire !

Pour les éditeurs, finis les défauts de fabrication et les problèmes de retours d'inventaires qu'il faut envoyer au pilon ! Pour les auteurs aussi, les avantages sont là : en diminuant les coûts de production, le livre électronique favorise la publication d'auteurs encore inconnus ou à faible lectorat (théâtre, poésie, essais,

etc.). Enfin, pour les libraires en ligne, le livre électronique offre une source de revenus supplémentaire.

Et pour le lecteur ? Eh bien, il pourra compter sur un plus grand choix d'ouvrages à des prix plus alléchants. En effet, une fois stocké dans les bases de données, le livre numérique devient disponible à tout instant et, pour ainsi dire, à vie — contrairement au livre imprimé qui doit lutter pour garder sa place sur les rayons des librairies, sans compter la lutte contre l'usure du temps. Le livre électronique nous promet plus de titres pour moins cher — en théorie, du moins.

Car pour que la révolution de l'ère post-Gutenberg puisse s'accomplir, l'industrie doit encore surmonter quelques obstacles de taille. Quel format électronique choisir, par exemple : le PDF (*Portable Document File*), propriété d'Adobe (8) et déjà fort populaire sur le Net ? Ou les normes ouvertes EBX et OEB (*voir CyberJargon*) ? Pour tenter d'échapper aux glissements de marché que connaissent actuellement les maisons de disques aux prises avec la prolifération des fichiers musicaux MP3, les éditeurs encouragent fortement l'adoption d'un format comportant un système de cryptage, histoire d'empêcher les clients de rediffuser les livres sur Internet ou de faire des copies pour les amis. L'avenir dira si ce type de mesure suffira à freiner le piratage des œuvres littéraires.

L'industrie doit aussi améliorer les supports de lecture. Longévité des batteries, capacité de la mémoire, etc. Aucun lecteur ne tient à voir le livre « s'éteindre » sous ses yeux ! L'obstacle majeur reste l'affichage à l'écran, encore trop « électronique » pour offrir un substitut valable

à la bonne vieille page de papier. Même de mauvaise qualité, le moindre ouvrage imprimé a une définition de 1200 ppp (points par pouce). Une imprimante d'ordinateur peut atteindre les 600 ppp, alors que l'écran d'un ordinateur portable ne peut offrir que 90 ppp. De récents prototypes d'écrans à cristaux liquides frôlent les 200 ppp. Grâce à de nouvelles techniques d'affichage, comme la technologie ClearType de Microsoft, on peut atteindre une résolution virtuelle de 600 ppp.

La solution pour assurer la qualité de l'affichage viendra peut-être d'autres voies technologiques, comme celle de « l'encre électronique », tels le *Gyricon* (10), des laboratoires de Xerox, et le *E-ink* (11), du Media Lab appartenant au Massachusetts Institute of Technology. Dans les deux cas, il s'agit d'utiliser de minces feuilles de plastique renfermant un réseau de minuscules électrodes. Celles-ci sont reliées à de petites capsules à l'intérieur desquelles des billes ou des particules colorées forment des caractères lorsqu'on les soumet à un champ électrique. Ces pages plastifiées offrent une meilleure définition et permettent de garder un texte affiché sans consommer d'énergie. Il faudra tout de même quelques années encore pour que les centres de recherche fabriquent des feuilles de plastique dont l'épaisseur et la légèreté s'apparentent à celles du papier. Avec de tels procédés, le futur livre électronique aura perdu son grain. Et il risque bien de sentir plus le plastique que la douce odeur du papier et de l'encre... **OS**

» CyberRessources

- (1) eBook
www.ebook-gemstar.com
- (2) N-Vision Technologies
www.nvisiontek.com



- (3) EveryBook
www.everybook.net

- (4) Cytale
www.cytale.com
- (5) Barnes and Noble
ebooks.barnesandnoble.com
- (6) Havas
www.havas.com/fr/
- (7) 00h00
www.00h00.com
- (8) Adobe
www.adobe.com
- (9) Xerox
www.parc.xerox.com/dhl/projects/gyricon/
- (10) E-ink
www.eink.com

- (11) Electronic Paper
www.media.mit.edu/micromedia/elecnpaper.html

* CyberJargon

OEB : en septembre dernier, le consortium Open eBook, réunissant une centaine de membres, dont GemStar, Hitachi, Bertelsmann, Barnes and Noble et Microsoft, a rendu public son format de diffusion pour livre électronique. La norme OEB est basée sur les formats standardisés XML et

HTML, les deux principales normes servant à diffuser de l'information sur le Web. Elle fait concurrence à la norme EBX (Electronic Book Exchange), proposée par un autre consortium piloté par la société GlassBook (et propriété d'Adobe depuis août 2000).

Open eBook
openebook.org

EBX Workgroup
www.ebxwg.org

Québec Science Offrez-le pour Noël!

Seulement
31,95 \$ + taxes
1 an - 10 numéros
 (Prix régulier : 35,95 \$ + taxes)



économique et original
UN CADEAU DE DÉCOUVERTES !

Je l'offre en cadeau !

☐ Paiement ci-joint : 36,75 \$ (taxes incluses)
 pour un abonnement de un an

☐ Facturez-moi

☐ Chèque

☐ Visa ☐ Mastercard

No de la carte

Signature

Date d'expiration

Détachez et expédiez à

Québec Science

Service des abonnements :

525, rue Louis-Pasteur, Boucherville
 (Québec) J4B 8E7

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

ou télécopiez au :
 (514) 523-4444

Québec Science

A

Nom

Adresse

App.

Ville

Code postal

Tél.

De

Nom

Adresse

App.

Ville

Code postal

Tél.

Je m'abonne au prix régulier de 41,35 \$ (taxes incluses)

☐ Paiement ci-joint

☐ Facturez-moi



Montréal : (514) 875-4444 Ailleurs au Québec : 1 800 667-4444

Offre valide au Canada jusqu'au 31 janvier 2001



Cette fois, c'est vrai : on change de siècle

Dans quelques jours, nous entamons vraiment le XXI^e siècle. Si vous l'avez déjà fêté l'an dernier, il faudra recommencer.



À la fin de l'an dernier, on nous a répété que l'année 2000 n'était que la dernière du millénaire finissant et qu'il fallait attendre le 1^{er} janvier 2001 pour fêter l'entrée dans le troisième millénaire, et le XXI^e siècle.

Une preuve de plus, s'il en fallait une, que la mesure du temps, dans l'histoire humaine, a toujours été un vrai fouillis. Pour simplifier tout cela, ne serait-il pas plus commode d'avoir une année de 100 jours divisée en 10 semaines de 10 jours ? (Avec la semaine de travail de

10 heures de 100 minutes de 100 secondes chacune). Vous trouvez ça ridicule ? Lors de la Révolution française, on a effectivement tenté d'introduire ainsi des jours, heures et minutes décimaux !

Si le temps n'est pas décimal, c'est la faute de l'Éternel. A-t-on idée de fabriquer une planète ayant des saisons qui reviennent à tous les 365,2422 jours ? C'est malheureusement cette année tropique de 365,2422 jours que le calendrier doit respecter, parce que ce sont les saisons, liées à la hauteur du soleil dans le ciel, qui règlent nos vies.

Les Égyptiens de l'Antiquité utilisaient déjà un calendrier de 365 jours, basé sur le soleil, ce qui engendrait un décalage de 0,2422 jour par année. Conseillé par ses astronomes, Jules César a introduit l'année bissextile en l'an 46 av. J.-C. Le jour supplémentaire a été ajouté au dernier mois du calendrier romain de l'époque, le mois de février. L'année commençait alors avec mars, ce qui explique que septembre (de *septem*, sept) ait été appelé le septième mois, octobre le huitième, etc.

Février comptait alors 29 jours. Les Romains ont inséré le jour supplémentaire après le 23 février, 6 jours avant le mois de mars (d'où le *sextile*), au lieu de l'ajouter à la fin du mois. La date du 24 février était répétée, d'où les années bissextiles.

Avec une année bissextile à tous les quatre ans, l'année civile durait donc 365,25 jours, ce qui ne colle pas encore exactement à la réalité astronomique. En 1582, le décalage accumulé atteignait presque 10 jours. Le pape Grégoire XIII a laissé son nom à une réforme qui remettait désormais l'équinoxe du printemps au 21 mars et qui rendait l'année civile moyenne très proche de l'année tropique, ce qui limiterait les futurs décalages.

Le truc ? Les années qui se terminent par deux zéros, comme 1900, ne sont pas bissextiles, à moins que leurs deux premiers chiffres donnent un entier lorsque divisés par quatre; c'est pourquoi 2000 a été bissextile. De plus, les années divisibles par 4 000 ne sont pas bissextiles non plus.

Ainsi, sur 4 000 ans, il y a 969 années

bissextiles. On en compte d'abord 1 000 dont le millésime est divisible par 4. De ce nombre, il faut soustraire l'année 4 000 et 30 autres années se terminant par deux zéros, mais dont les deux premiers chiffres ne peuvent être divisés par 4. En 4 000 ans, le nombre total de jours s'établit donc ainsi : $(3\,031 \times 365) + (969 \times 366)$. Divisez tout cela par 4 000, et vous obtenez 365,24225 jours.

Notre calendrier est basé sur l'année tropique. « La durée de celle-ci a très peu varié depuis les débuts du système solaire, dit Claude Carignan, chef du groupe d'astronomie de l'Université de Montréal. Pour qu'elle change, il aurait fallu qu'un corps céleste massif proche perturbe l'orbite de la Terre. »

La longueur du jour, par contre, a beaucoup changé. Elle est liée à la rotation de la Terre, mais ici aussi il y a des complications. En effet, la Terre fait un tour sur elle-même... non, pas en 24 heures, mais en 23 heures 56 minutes ! Après une rotation de 360° , il faut que la Terre tourne encore un peu, en moyenne 4 minutes, pour que le soleil nous apparaisse à peu près à la même place dans le ciel. Cela résulte du déplacement de la Terre sur son orbite.

Le jour solaire réel varie tout le temps, à cause de l'inclinaison de la Terre et aussi parce que, l'orbite de la Terre étant légèrement elliptique, sa vitesse change légèrement tout au long de l'année. Le jour solaire réel comporte ainsi jusqu'à 30 secondes de décalage. Les écarts accumulés peuvent atteindre jusqu'à 15 minutes au cours d'une année, comparativement au temps maintenu par une horloge. L'utilisation d'horloges précises a donc imposé, au début du XIX^e siècle, le temps solaire moyen où la longueur des jours est uniforme.

La Terre n'est pas fiable comme étalon de mesure : sa rotation est beaucoup moins régulière que sa révolution. D'abord, elle ralentit à cause des marées. Ensuite, la force et la direction des vents, à grande échelle, influencent aussi la vitesse de rotation. Par exemple, quand les vents d'ouest faiblissent, la rotation vers l'est s'accélère en compensation et les horloges semblent ralentir... d'un gros 0,002 seconde par jour.

Ces variations font qu'on ne définit plus l'unité de temps du système

métrique, la seconde, à partir de la rotation de la Terre. Depuis 1967, la seconde est définie à partir de processus physiques : une seconde équivaut à 9 192 631 770 périodes de la radiation fournie par une transition entre deux niveaux d'énergie particuliers de l'atome de césium... !

Cette définition découle du fonctionnement des horloges atomiques. Dans ces horloges, des atomes de césium se trouvant à un certain niveau d'énergie pénètrent dans une petite cavité. Un générateur de micro-ondes, contrôlé par un oscillateur à quartz combiné à des multiplicateurs de fréquence, lance dans cette cavité des micro-ondes ayant une fréquence voisine de 9 gigahertz (GHz).

« Dans une bonne proportion des atomes, les micro-ondes induisent une transition vers un autre niveau d'énergie, explique Jean-Simon Boulanger, directeur du Groupe fréquence et temps du Conseil national de recherche du Canada. En contrôlant leur direction avec des aimants, on détecte ensuite les atomes ayant subi la transition. Plus il y en a, plus la fréquence des micro-ondes est proche de la fréquence de transition du césium, qui vaut... 9,192 631 770 GHz. Si le nombre d'atomes détectés diminue, c'est que la fréquence des micro-ondes s'éloigne de la fréquence de transition. Un dispositif de rétroaction corrige en permanence l'oscillateur à quartz de façon à le rapprocher de la bonne fréquence. Le système électronique compte le nombre de cycles, ce qui permet de mesurer le temps. »

Ces horloges atomiques atteignent une précision de 1 partie par 10^{14} , soit un milliardième de seconde par jour !

Comment se fait-il que, malgré tout, au début du XXI^e siècle, mon autobus soit tout de même en retard de 10 minutes le soir comme le matin ? **QS**

» CyberRessources

Calendriers autres que le grégorien
www.chez.com/sarthe/cacalendriers.htm

Site de référence sur les calendriers, le temps en astronomie, etc.
www.ecben.net/calendar.shtml
www.magnet.ch/serendipity/hermetic/cal_stud.htm

Site de l'Institute for National Measurement Standards, Conseil national de recherche
www.nrc.ca/inms/

À lire en février



Les découvertes de l'an 2000 au Québec et dans le monde

Il y a eu Starbuck II, mais il y a aussi de nombreuses autres percées scientifiques, moins connues, que notre habituelle revue de l'année vous fera découvrir. Une incursion exceptionnelle dans nos laboratoires de recherche qui est, cette fois, accompagnée d'un survol des faits saillants sur la scène internationale.

Le scientifique de l'année

En collaboration avec l'équipe des Années-lumière de la radio de Radio-Canada. Un portrait de la personnalité scientifique du Québec.

La grippe : comment on se prépare au pire



Banal le virus de la grippe ? Rien de plus faux. Il nous revient

transformé à chaque année. C'est d'ailleurs pourquoi il continue à faire des ravages.
par Catherine Dubé

La bataille du ciel : le Net contre le téléphone

Deux technologies de la communication en explosion. Laquelle dominera l'autre ? Et comment ?
par Laurent Fontaine

Vos questions

... nos réponses

Comment peut-on différencier une plante transgénique d'une plante non transgénique ?

Question de :
Carolane Doyon
carolaned@moncourrier.com

A l'oeil nu, il n'existe pas vraiment de méthode simple pour identifier un organisme génétiquement modifié (OGM), que ce soit une plante ou un animal.

Si l'on a introduit un gène servant à produire une protéine particulière, par exemple, on peut alors tenter de la détecter directement. Il existe de petites troupes de détection pour identifier certains OGM de cette manière.

Dans la majorité des cas, il faut recourir à de rigoureuses analyses en laboratoire. La méthode la plus répandue est l'analyse d'ADN. On extrait d'abord l'ADN de la plante. Ensuite, grâce à la technique PCR (Polymerase Chain Reaction ou réaction de polymérisation en chaîne), on multiplie les chaînes d'ADN à des millions d'exemplaires. Ce travail peut être effectué en quelques heures seulement par des machines automatisées. Finalement, on examine les chaînes d'ADN pour y trouver des séquences génétiques d'OGM connus. On peut également faire la comparaison avec des chaînes d'ADN « témoin » dont on est certain qu'elles ne contiennent pas de gènes étrangers.
P. C.

Si tout l'Univers est en expansion, pourquoi les galaxies ne sont-elles pas elles-mêmes en expansion ?

Question de :
Romain Septier
hoijeon@netcourrier.com

L'Univers est bel et bien en expansion, mais seulement à grande échelle. Ce que cela veut dire ? Petit rappel : de la même façon que les étoiles sont regroupées en galaxies, les galaxies sont



regroupées en amas qui eux-mêmes sont regroupés en super-amas. Les amas de galaxies, comme les super-amas, s'éloignent les uns des autres de jour en jour. Cet éloignement est le résultat du big-bang qui a eu lieu il y a quelque 15 milliards d'années.

Mais à plus petite échelle, l'expansion de l'Univers ne peut l'emporter sur la gravité. Tout comme les planètes de notre système solaire et les étoiles de notre galaxie, les galaxies regroupées dans un même amas ne s'éloignent donc pas les unes des autres. Elles vont même souvent se rapprocher, puisqu'à cette échelle, c'est la gravité qui est reine.
M.-P. E.

par Jean-Marie Labrie



Jeux

★99 Rappel d'un vieux problème de Sam Loyd

Comment arranger les chiffres 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 0 à l'intérieur d'une addition de telle sorte que la somme soit égale à 82 ?

★100 Vive le quotidien !

Un lecteur a imaginé l'alphamétique suivant et demande de le résoudre. Il se demande s'il y a plus de deux solutions différentes.

MATIN
MIDI
+ SOIR
NUITS

Solutions

#96 Grille de deux couleurs !

Il existe seulement 8 modèles possibles de grille 3 X 1, pour faire une grille 3 X 7.

1) Si la grille initiale contient deux colonnes identiques, la

V	R	V	V	R	R	V	R
V	V	R	V	R	V	R	R
V	V	V	R	V	R	R	R

réponse est évidente. 2) Si les 7 colonnes sont toutes différentes, l'une des 8 précédentes est exclue. A. Si c'est 1 ou 4, on obtient le rectangle recherché avec les colonnes 5 et 8. B. Si c'est une autre colonne, le rectangle est obtenu avec les colonnes 1 et 4.

#97 L'an 2000 qui s'achève !

Solution suggérée :

Première: 829	Deuxième: 649	Troisième: 829
531	531	540
640	820	631

#98 Une identité remarquable

Solution suggérée :

En simplifiant le quotient par x, on obtient l'équation suivante: $10x + 7 = 11 : x$

Or, les seuls facteurs de 11 sont 1, 3, 37 et 111.

La seule solution possible est $x = 3$

Niveaux

■ débutant ★ intermédiaire ⚙ expert

Du Saint-Laurent à la Lune

par Claudine Saint-Germain

Il y a des livres aussi agréables à regarder qu'à lire. Abondamment illustrés, de présentation luxueuse, ils sont souvent lancés pour la période des fêtes; de parfaits cadeaux de Noël. Les sujets à caractère scientifique se prêtent généralement bien à ce format. Malheureusement, la récolte ne s'avère pas très abondante cette année. Nous avons tout de même réussi à en dénicher quelques-uns qui semblent dignes d'intérêt.

Le Saint-Laurent — Beautés sauvages du grand fleuve, a été écrit par les biologistes Jean-François Hamel et Annie Mercier. C'est un hommage à l'un des plus riches patrimoines naturels du pays.

Le Saint-Laurent est souvent le sujet d'ouvrages à caractère autant scientifique qu'esthétique. C'est que, depuis sa naissance dans le lac Ontario jusqu'à la fin de sa course dans l'océan Atlantique, il change plusieurs fois de forme et de visage, pour le plus grand bonheur des photographes. Les biologistes sont aussi comblés : l'amalgame de facteurs physiques et biologiques (notamment le mélange des eaux douces et salées qui le caractérise), créent une très grande diversité végétale et animale.

Aussi doués pour la photo que pour la vulgarisation scientifique, les auteurs ont réalisé un ouvrage très agréable à contempler. Les photos grand format de panoramas, de végétaux et d'animaux sont très belles et illustrent des aspects variés du Saint-Laurent. Le texte qui les accompagne n'apprendra rien aux férus de biologie, mais il constitue une introduction valable à l'étude des nombreux phénomènes naturels reliés au fleuve.

Du côté de la France, c'est à des musées que l'on doit quelques-uns des beaux livres de l'année. Ainsi, pour souligner

l'an 2000, le Conseil général du Cher a organisé une exposition sur le thème du temps, et des efforts qu'ont mis les hommes pour le calculer. Cette exposition a donné naissance à un ouvrage intitulé *Histoire du calendrier — Images du temps*.

L'occasion était toute trouvée, en cette période où nous accordons tant d'importance aux dates, de comprendre pourquoi la mesure des jours, des mois et des années fut si difficile à établir dans l'histoire. Le grand problème, qui s'est posé dès l'Antiquité, c'est que la Lune effectue son mouvement autour de la Terre en 29,53 jours, et que la Terre met un peu plus de 365 jours à tourner autour du Soleil. Comment faire entrer tout ça dans un calendrier ? La réponse est venue au fil... du temps, après qu'un compromis fut atteint entre les exigences scientifiques, les contraintes religieuses et les nécessités politiques.

À cause de son cadre médiéval, l'exposition a mis l'accent sur le Moyen Âge, ce qui, dans le livre, donne un chapitre très bien documenté portant sur cette période. On peut toutefois regretter que, à l'exception de l'aventure du calendrier révolutionnaire français à la fin du XVIII^e siècle, l'ouvrage s'arrête avec le début de la Renaissance, sans poursuivre l'histoire du calendrier jusqu'à aujourd'hui. Cette réserve mise à part, l'iconographie est riche et les différents thèmes bien vulgarisés.

Un autre livre, *Dans le champ des étoiles — Les photographes et le ciel 1850-2000*, trouve ses sources dans une exposition présentée cette année au musée d'Orsay à Paris, et qui raconte ce que la photographie a apporté à l'astronomie, depuis ses origines jusqu'à aujourd'hui.

L'histoire commence vers 1838, avec les premiers daguerréotypes (des images fixées sur support métallique). Ces premières « photos » de la Lune montrent bel et bien l'image de notre satellite, mais elles n'étaient pas très utiles aux astronomes : ils ne voyaient qu'une empreinte blanche et peu détaillée. Mais dès les années 1880, de nouvelles techniques ont permis de révéler

des astres jusqu'alors invisibles au télescope. La photographie gagnait ainsi ses lettres de noblesse. Elle est devenue une alliée essentielle de l'astronomie.

Au XX^e siècle, les appareils photographiques sont envoyés directement dans l'espace afin de percer encore

mieux le secret des étoiles. Dès les années 50, on se sert de télescopes mis en orbite et de fusées pour photographier la surface des astres. Avec les missions spatiales des années 60 arrivent les premières photos de la surface de la Lune prises de près et, parmi les plus célèbres, celles de la Terre vue de l'espace.

Plusieurs photos, spectaculaires, attireront l'attention de tous. Mais sa dimension très technique et son côté historique font que le livre s'adresse surtout aux passionnés de photographie et d'astronomie.

❁ **Le Saint-Laurent — Beautés sauvages du grand fleuve**, Éditions de l'Homme, 2000, 224 pages.

Histoire du calendrier — Images du temps, Éditions du Seuil, 2000, 112 pages.

Dans le champ des étoiles — Les photographes et le ciel 1850-2000, Éditions de la Réunion des musées nationaux, 2000, 155 pages.

Histoire du calendrier
Images du temps



aujourd'hui le futur



ELECTRO TEXTILES

Calculatrice cravate...

Ou comment allier l'utile à l'élégant, ou presque. Pour vos dîners d'affaires ou vos journées de travail au bureau, vous pouvez désormais opter pour la cravate calculatrice. D'une sobriété tout indiquée pour les rendez-vous professionnels, la cravate est simplement ornée d'une mini-calculatrice, dans le bas, à l'extrémité la plus large.

Téléphone pisteur

Votre cellulaire pourrait révéler, avec une marge d'erreur de quelques dizaines de mètres, l'endroit exact où vous vous trouvez. Une entreprise de Calgary, en Alberta, Cellocate System, vient de mettre au point une technique permettant de retracer votre interlocuteur, propriétaire d'un cel-

Le magnétoscope : c'est dépassé

Finies les cassettes qui s'emmêlent et qui s'abîment. La société Vista4 de Québec vient de mettre au point un système pour visionner des films par le Web. Une innovation qui relègue en quelque sorte notre magnétoscope au rang d'antiquité : il suffira de posséder une connexion Internet, un PC et un téléviseur pour regarder des films à la carte. Grâce à un émetteur et à un récepteur, l'utilisateur pourra sélectionner un film par Internet sur son ordinateur et se diriger vers la pièce où se trouve son téléviseur pour le visionner. Des demandes de brevet sont déjà en cours dans une centaine de pays et l'entreprise souhaite commercialiser l'invention d'ici 2001.



VISTA4



lulaire. Pour ce faire, il suffit de transmettre sur un site Internet le numéro du téléphone en question. En quelques secondes, vous saurez où se trouve ledit téléphone, et, par conséquent, son propriétaire. La compagnie promet que seuls les clients ayant donné leur accord pourront être retrouvés, exception faite des services d'urgence qui auront un accès illimité au système.

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

CAPITAL :
525 000 000 \$

PORTEFEUILLE :
170 ENTREPRISES
PROMETTEUSES

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

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

Pour des renseignements
au sujet d'un partenariat fructueux :

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

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

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

RÉGIONS RESSOURCES
10, rue Pierre-Olivier-Chauveau
Québec G1R 4J3
(418) 528-0315

Innovatech
Sociétés d'investissement

www.innovatechcapital.com



Une grande université à dimension humaine

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

- Travailler**
- Des programmes axés sur la formation pratique
 - Un taux de placement exceptionnellement élevé pour les stages en entreprise
 - Des liens étroits avec le monde du travail

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



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

1 800 267-UDÉS
www.usherb.ca

Programmes de maîtrise

Adaptation scolaire
et sociale
Administration
Administration
des affaires (M.B.A.)
Biochimie
Biologie
Biologie cellulaire
Chimie
Droit de la santé
Économique
Enseignement
Environnement
Études françaises
Fiscalité
Génie aérospatial
Génie chimique
Génie civil
Génie électrique
Génie logiciel
Génie mécanique
Géographie
Gérontologie
Gestion de
l'éducation et
de la formation
Gestion et
développement
des coopératives
Histoire
Immunologie
Informatique
Intervention
sociale : concep-
tion toxicomane
Ingénierie
Kinanthropomé-
trie
Littérature cana-
dienne compa-
rée
Mathématiques
Microbiologie
Orientation
Pharmacologie
Philosophie
Physiologie
Physique
Psychoéducation
Psychologie des
relations huma-
ines
Radiobiologie
Sciences cliniques
Sciences de
l'éducation
Sciences huma-
ines des religions
Service social
Théologie

Programmes de doctorat

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