

La météo : un vrai chaos ! Sans fil et sans risques ?

A close-up photograph of a hand holding a blue mobile phone. The phone has a small screen and a numeric keypad. The background is dark and out of focus.

J-69

BNQ

000001977 126
Bibliothèque Nationale Québec
Bureau Dépôt Legal
2275 rue Holt
Montreal QC H2G 3H1



PER
J-69
BNQ

Science

Mars 2001, 4,35 \$ ~ www.CyberSciences.com

A l'au-delà de l'Univers ?



D'autres univers !



Edgar Morin L'indispensable éthique



Patrimoine industriel



#183



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

**CAPITAL :
525 000 000 \$**

**PORTEFEUILLE :
170 ENTREPRISES
PROMETTEUSES**

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

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

Pour des renseignements
au sujet d'un partenariat fructueux :

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

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

Innovatech

Sociétés d'investissement

www.innovatechcapital.com

SOMMAIRE

MARS 2001, VOLUME 39, NUMÉRO 6 www.CyberSciences.com



L'ENTREVUE DU MOIS

6 Edgar Morin : l'indispensable éthique

Un des plus grands penseurs français s'inquiète : les enjeux que soulève l'activité scientifique commencent à nous échapper dangereusement. propos recueillis par Laurent Fontaine

l'événement

10 L'homme du millénaire : on l'a mangé !

Les restes fossilisés du plus vieil homme connu viennent d'être mis à jour. Ils sont datés de six millions d'années.

par Fabien Gruhier

14 Le Terre se réchauffe, le ciel a un coup de froid

Les rejets de gaz carbonique ne mettent pas seulement en danger l'équilibre climatique, ils affectent aussi la couche d'ozone.

par Anne-Marie Simard

PLANÈTE ADN

17 Vive l'arabette des dames

Grande première en botanique : on a complété la carte du génome d'une plante.

par Jean-Pierre Rogel

techno~pratique

43 Des millions de microchercheurs !

Votre ordinateur sommeille ? Inscrivez-le à de grands projets de recherche ! par Philippe Chartier

Dimension cachée

46 Plus dur que le marbre !

Comme vous avez de bonnes dents ! Voici maintenant pourquoi il faut les entretenir...

par Raynald Pepin

48 Jeux par Jean-Marie Labrie

SCIENCE ET CULTURE

49 Saga cosmique

Un admirable documentaire pour comprendre les origines de la vie.

par Joël Leblanc

50 Aujourd'hui, le futur

par Marie-Pier Elie



ASTRONOMIE

18 Au-delà de l'Univers ? D'autres univers !

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

SANTÉ PUBLIQUE



26 Sans fil et sans risques ?

Le téléphone sans fil comporte-t-il des risques pour la santé des personnes trop volubiles ? Les études s'accumulent et les doutes subsistent.

par Laurent Fontaine

PHYSIQUE

30 La météo : un vrai chaos !

On annonce de la neige et pas un flocon ne nous tombe sur le nez. La météo se tromperait-elle donc autant que nous en avons l'impression ? par Marie-Pier Elie

35 Du génie et des hommes

Les usines et leurs machines ont aussi une épopée à raconter. Cette nouvelle série nous fait redécouvrir un patrimoine industriel souvent négligé.

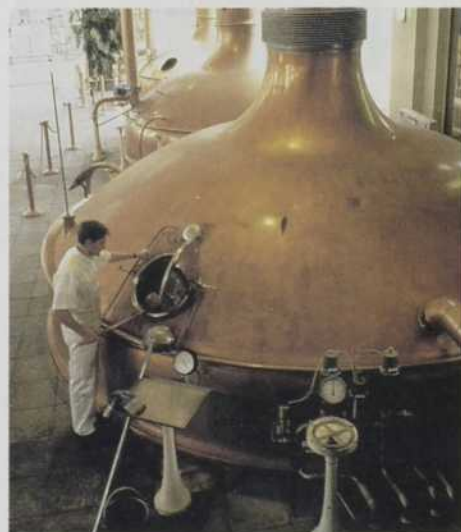
Premier épisode : les brasseries par Raymond Lemieux

36 Mystère et vieilles bulles

« Broue », c'est une histoire de plus de 350 ans au Québec ponctuée de controverses et d'innovations.

39 Le secret est dans la cuve

Une biotechnologie avant l'heure ? La bière est un produit vivant dont la production nécessite beaucoup de vigilance.



+ Un guide pratique sur la santé des enfants de 0 à 12 ans.

Une panoplie de trucs et de conseils qui aideront les parents à bien comprendre la santé de leurs enfants. par Catherine Dubé





L'hiver en voie de disparition

Jamais la Terre ne se sera réchauffée à une telle vitesse ! Le thermostat est déréglé, affirment maintenant les scientifiques de l'important Groupe intergouvernemental d'experts dans l'évolution du climat (GIEC). En fait, soutient le rapport qu'ils ont récemment produit, le réchauffement planétaire serait bien plus rapide que ce qu'avaient prévu les simulations à l'ordinateur. Pour les 100 derniers siècles, on ne connaît pas d'autres exemples d'une telle poussée de température.

Et il y a de moins en moins de place pour en douter. L'outillage des climatologues et des météorologues est nettement plus perfectionné qu'il y a 10 ans — l'article sur la météorologie que nous publions ce mois-ci vous

en donnera une bonne idée. Ces nouvelles techniques fournissent des résultats plus fiables, ce qui ajoute davantage de poids aux conclusions inquiétantes des chercheurs du GIEC.

Le corollaire bien embêtant de cette poussée de fièvre, c'est que la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère n'aurait jamais été aussi élevée depuis 20 millions d'années. Cela met carrément en évidence l'incurie des sociétés industrialisées en matière d'environnement. Il faut rappeler qu'à ce titre, le Canada se retrouve

troisième dans le peloton des grands pollueurs de la planète pour ce qui est des rejets de gaz carbonique par habitant, lui qui s'enorgueillissait au début des années 1990 d'être le premier pays à se doter d'un plan vert. Une initiative mise de l'avant par le ministre fédéral de l'Environnement de l'époque, Jean Charest. Depuis, ce plan vert généreux (on parlait de cinq milliards de dollars d'investissements) accumule la poussière sur une tablette.

Le constat des climatologues a de quoi alarmer. En fait, ce n'est sans doute pas le gaz carbonique qui est la principale menace planétaire. C'est l'indifférence ! Et aussi une sorte d'incapacité politique, comme l'ont démontré les négociations de La Haye, en novembre 2000, où les représentants des gouvernements n'ont pas été capables de s'entendre sur l'adoption de mesures, maintenant essentielles, pour remettre la Terre en meilleur état.

Ça donne froid dans le dos.

Trous de mémoire

En plus d'être insouciants, aurions-nous la mémoire courte ? *Québec Science* a entrepris de dépoussiérer l'histoire fascinante et presque oubliée de nos industries. Ces industries qui, au fil des décennies, ont été au premier plan des nombreuses innovations technologiques et scientifiques. Je vois venir quelques remarques : « Quoi? une apologie de ce qui est justement en train de mener la planète à la ruine ? » Mais justement, quelqu'un n'a-t-il pas dit un jour que ceux qui ne comprennent rien à l'histoire sont condamnés à la répéter ?



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

Collaborateurs
PHILIPPE CHARTIER, CATHERINE DUBÉ, MARIE-PIER ELIE,
FABIEN GRUIER, JEAN-MARIE LABRIE, RAYNALD PÉPIN,
JEAN-PIERRE ROGEL, VINCENT SICOTTE
ET ANNE-MARIE SIMARD

Correcteur: LUC ASSELIN
Directeur artistique: FRANÇOIS ÉMOND
Photographes/illustrateurs
LOUISE BILODEAU, SOPHIE CASSON, MARC CUADRADO,
JULIE DUROCHER, PIERRE-PAUL PARISEAU,
YVES PROVENCHER, BRUCE ROBERTS, RÉMY SIMARD

Diffusion et promotion: HÉLÈNE CÔTÉ

Directeur exécutif: MARC CÔTÉ
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 of Circulations
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

MAGAZINES DU QUÉBEC



CEGEP de Jonquière

L'article sur le Zyban, un médicament antitabac, que nous avons publié en novembre dernier, nous a valu un abondant courrier. En voici les extraits les plus significatifs.

« Une des aides antitabagiques des plus efficaces »

Monsieur Paul Lirette, directeur général aux relations à la clientèle chez Glaxo Wellcome, estime que le texte « contient de nombreuses allégations fausses et emploie un ton sensationnaliste qui ne correspond pas du tout à la réalité (...) » tout en dénonçant avec vigueur « le manque d'impartialité dont ont fait preuve Québec Science et son journaliste Normand Grondin », M. Lirette tient ici à rectifier certains faits.

« Il n'y a aucune preuve substantielle pouvant suggérer un lien direct entre les cas de décès rapportés dans le Bulletin de Santé Canada et le Zyban. Il est important de noter que les fumeurs sont cinq fois plus à risque de crise cardiaque que les non-fumeurs, et ce risque persiste plusieurs années après que la personne a cessé de fumer.

« (...) À partir de sa découverte fortuite et lors de sa mise au point par Glaxo Wellcome, le Zyban a été soigneusement testé par les professionnels de Glaxo Wellcome. Par la suite, il a évidemment fait l'objet de tous les contrôles habituels de Santé Canada. Les réactions indésirables dont vous faites mention dans l'article concordent d'ailleurs avec celles qui sont mentionnées dans la monographie du médicament remise à tous les médecins susceptibles de prescrire le Zyban à leurs patients.

« (...) Dans ces renseignements plus détaillés — la monographie du produit transmise aux praticiens, — on mentionne que des problèmes de concentration, l'anxiété, la paresthésie et la neuropathie figurent parmi les effets indésirables éventuels. Dans ces cas, on ignore toutefois jusqu'à quel point ces effets peuvent être directement associés ou non au traitement par le Zyban, ou s'ils résultent d'un sevrage à la nicotine particulièrement difficile.

« Depuis le lancement du Zyban, Glaxo Wellcome a toujours insisté sur la nécessité de la présence et de l'accompagnement du médecin, non seulement pour évaluer le fumeur désireux de cesser de fumer avec l'aide du Zyban, mais également pour bien suivre le patient afin de maximiser le potentiel de réussite. (...) »

« Glaxo Wellcome prend au sérieux tous les effets indésirables susceptibles d'être causés par ses médicaments. Tous les effets indésirables rapportés sont signalés à Santé Canada et transmis à notre système mondial de pharmacovigilance. (...) »

« Lorsqu'un médicament est très populaire, la Direction générale de la protection de la santé juge parfois nécessaire de publier un bulletin par lequel elle peut transmettre l'information objective aux médecins et leur donner ainsi l'heure juste quant aux effets d'un médicament qui suscite l'attention des médias. C'est dans cette optique que, dans le dernier Bulletin de Santé Canada, on cite le Zyban qui, soit dit en passant, est ou a été utilisé par plus de 900 000 Canadiens depuis son lancement au Canada.

« Depuis sa mise en marché par Glaxo Wellcome en 1998, le Zyban a prouvé qu'il était l'une des aides antitabagiques les plus efficaces pour les fumeurs qui désirent cesser de fumer. (...) »

« La contribution de Glaxo Wellcome en cessation tabagique ne s'arrête d'ailleurs pas à la mise en marché du Zyban. Glaxo Wellcome s'est associée avec de nombreux intervenants en santé pour mettre sur pied et appuyer les programmes et les services qui encouragent les fumeurs à cesser de fumer. (...) »

La cigarette : « beaucoup plus d'effets indésirables »

« À la lecture de l'article de M. Grondin, vos lecteurs concluront sûrement que le Zyban est un médicament qu'ils doivent éviter de prendre à tout prix. Or le Zyban est un médicament efficace à long terme, bien

qu'il ne fasse pas de miracle », écrivent les docteurs André Gervais, pneumologue au Centre d'abandon du tabagisme et Michèle Tremblay de la Direction de la santé publique de Montréal-Centre. « Utilisé au Canada depuis 1998 comme aide pharmacologique favorisant l'abandon du tabac, son efficacité a été démontrée par deux études rigoureuses. Cependant, le Zyban comme tous les médicaments sur le marché, médicaments en vente libre et produits naturels inclus, comporte des risques pour la santé. Certaines contre-indications à la prise de ce médicament exigent donc une consultation professionnelle et l'ordonnance médicale de ce produit.

« Monsieur Grondin mentionne dans son article que le mécanisme d'action du Zyban sur deux neurotransmetteurs du

cerveau est mal connu. C'est un fait, mais il aurait pu ajouter pour le plus grand bénéfice de vos lecteurs que la nicotine, responsable de la dépendance physique des fumeurs, agit aussi sur ces mêmes neurotransmetteurs, ainsi que sur de nombreux autres.

« D'autre part, certains chiffres avancés par M. Grondin quant aux effets indésirables du produit, rap-

portés par les médecins et pharmaciens à Santé Canada, sont erronés. En effet, les 407 cas dont il est question sont survenus parmi 556 000 Canadiens et non pas 150 000 personnes comme il en est fait mention dans le texte. De plus, parmi les 256 cas considérés comme graves, les deux décès par infarctus rapportés sont survenus chez des personnes qui avaient des antécédents de maladie coronarienne. Il est important de rappeler que 30 % des maladies cardiaques sont causées par le tabagisme. Il est donc impossible d'affirmer que le Zyban est responsable de ces cas d'infarctus. (...) »

« Le Zyban a peut-être des effets indésirables. La cigarette en a encore plus. »

« Une opération overkill ! »

« Un chef-d'œuvre de désinformation qui frise le manque d'éthique journalistique, accuse le docteur Marcel Boulanger de l'Institut de cardiologie de Montréal. Dans l'article qu'est-ce que le lecteur ne trouve pas comme énormités ! "Mourir en

(suite à la page 48)



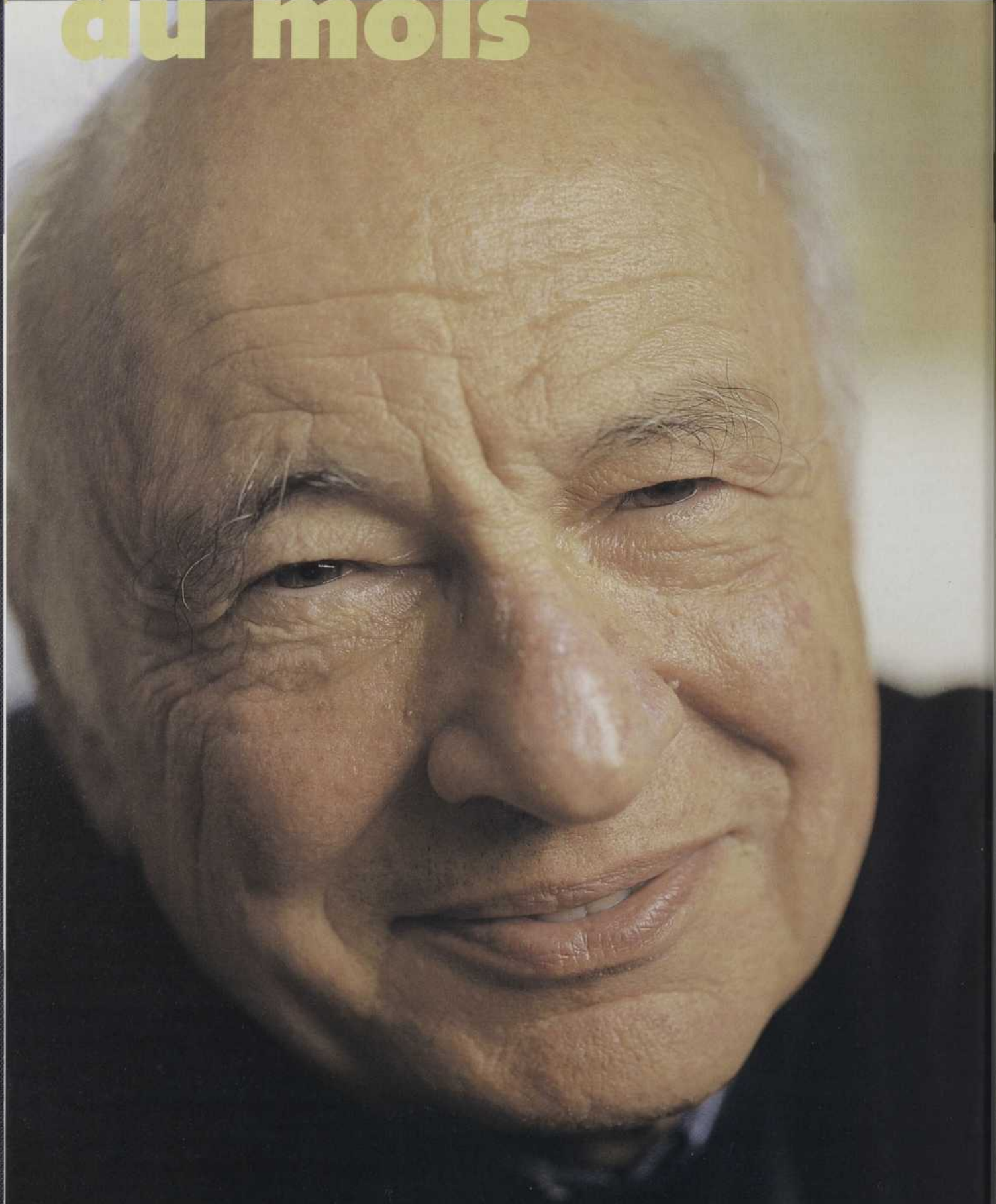
Des commentaires ?

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

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

l'entrevue. du mois

... Les principes qui fondent la science moderne



D
es
La course
menace p
naissance
émérite a
scientifiq
traversée
pologie, la
gie. En ou
et la finan
une crise
Québec Sc
l'avenir de
Edgar Mor
paradox
les savan
que part
On en sa
Mun plus

L'indispensable éthique

Pour continuer d'éclairer l'humanité, la science doit trouver comment intégrer l'éthique dans son approche. Sans quoi, affirme Edgar Morin, nous avançons en aveugles.

par Laurent Fontaine

Depuis près d'un demi-siècle, le sociologue français Edgar Morin scrute les sciences sous toutes leurs coutures. La surspécialisation en sciences devient une menace pour le développement de la connaissance, affirme le directeur de recherche émérite au Centre national de la recherche scientifique de Paris (CNRS), au terme d'une traversée qui lui a fait connaître l'anthropologie, la philosophie, la physique et la biologie. En outre, le mariage avec la technologie et la finance pourrait plonger la science dans une crise profonde.

Québec Science : Vous semblez inquiet pour l'avenir de la science.

Edgar Morin : Nous vivons une époque paradoxale. À l'ère de l'information, les savoirs prolifèrent, mais nous voyons que partout la connaissance se dégrade. On en sait plus dans tous les domaines. Mais plus il y a de connaissance, moins

il y a de sagesse, comme si nous ne parvenions plus à tirer le sens de l'ensemble. On le voit partout, dans les sciences de la vie, les biotechnologies, etc. Pour en sortir, nous devons retrouver une manière de réintégrer la complexité dans l'approche scientifique, de relier les connaissances entre elles.

Q.S. : Citant le philosophe allemand Martin Heidegger, vous dites même que la science est entrée dans une nuit profonde. D'où vient cette crise ?

E.M. : Elle plonge ses racines au XVII^e siècle, à l'époque où Descartes a posé les fondations de la science moderne. Le premier principe que le philosophe français a établi, c'est que la science doit s'occuper des objets — son objectivité —, du monde et des étendues, tandis que tous les problèmes de l'esprit et du sujet humain relèvent de la méta-

physique. Descartes a aussi posé comme principe que la science est par nature « amoral » — ce qui lui a permis de s'extraire du champ des passions politiques et religieuses dont elle était prisonnière. Elle se situe explicitement en dehors des jugements de valeur, du bien et du mal. Elle suit sa propre règle : connaître pour connaître ne peut être que bon.

Avec ces deux principes, la science a pu assurer son propre développement. Mais elle a aussi évacué l'éthique de son champ d'action parce que, pour considérer l'éthique, il faut considérer le sujet; c'est-à-dire un être ayant une certaine autonomie, une certaine conscience et une certaine réflexivité.

Deux autres principes ont permis à la science moderne d'émerger : le déterminisme — les lois de la nature sont immuables, telle cause provoque tel

effet — et la simplification ou la réduction, c'est-à-dire l'idée que, pour comprendre le tout, il suffit de comprendre une partie. Donc qu'en fractionnant le champ de la recherche on peut mieux connaître.

Ces quatre principes ont permis à la science de s'épanouir. Mais depuis la révolution de la physique contemporaine et le développement extraordinaire des connaissances, au fil du XX^e siècle, ces fondements sont ébranlés.

Q.S. : Que voulez-vous dire ?

E.M. : Les principes qui fondent la science moderne nuisent aujourd'hui à son développement, et par là même à une vision globale, unifiée de l'homme et de la nature. La révolution de la physique quantique, avec ses particules aux comportements aléatoires, a forcé les gens de science à voir le monde différemment. Nous savons désormais que le désordre et l'ordre cohabitent, là où les scientifiques ne cherchaient qu'ordre. Cela signifie notamment que les déterminismes ne fonctionnent pas absolument.

De même, de nouvelles connaissances comme l'écologie nous apprennent que le tout possède des propriétés que les parties n'ont pas. On ne peut donc plus seulement simplifier pour comprendre, ni seulement fractionner les problèmes pour saisir les phénomènes dans leur ensemble. Il faut développer une approche systémique.

Enfin, en éliminant l'éthique de son champ, la science en est arrivée à « ne pas penser » — selon les mots d'Heidegger. En 1935 déjà, le philosophe allemand Edmund Husserl avait lui aussi montré dans son ouvrage *Crise de la science européenne* qu'il existe un trou noir dans la science. C'est l'aveuglement du scientifique, pas seule-

ment sur lui-même mais sur ce qu'il fait.

Voilà pourquoi je crois que la science est à un tournant. Elle doit passer du paradigme de la simplification à une manière de connaître qui intègre la complexité. Et elle doit aussi réintégrer l'éthique dans son approche, ce qui est en soi une révolution.

Q.S. : Pourquoi l'éthique est-elle devenue si essentielle pour l'avenir de la science ?

E.M. : Parce que la science s'est associée étroitement à la technique et à l'industrie. Au point qu'on ne distingue plus que difficilement l'une de l'autre, même dans les mots; on parle aujourd'hui de technoscience. La science n'est plus seulement prise avec ses propres lois. Depuis qu'elle s'est associée à l'industrie



Les citoyens doivent intervenir dans le débat éthique. Malheureusement, ils sont plus spectateurs qu'acteurs, fascinés par les progrès. Ils ont beaucoup de mal à comprendre les enjeux de ce qui se met en place.

et au capital, elle est aussi prise dans la logique du profit, une association qui va jusqu'à changer la vocation même de ce qu'est un chercheur. Un biologiste, par exemple, n'est plus seulement un spécialiste

des modifications génétiques; il est aussi actionnaire d'une société qui en tire des profits.

La situation n'est pas neuve; la science et la technique se sont toujours fécondées. Ce qui est énorme aujourd'hui, c'est la puissance développée par cette civilisation techno-scientifico-industrielle, avec ses menaces sur la biosphère, et le pouvoir de manipulation sur la vie. Déjà du temps de l'arme atomique, André Breton et les surréalistes avaient lancé un manifeste : « Fermez les laboratoires », demandaient-ils. C'était une revendication impossible. Récemment, d'autres penseurs ont proposé une pause réflexive, mais on ne les écoute pas, selon le principe qu'après tout, pourquoi s'arrêter si les autres continuent ?

Q.S. : Car ils sont pris dans la logique de concurrence...

E.M. : Exactement. La concurrence, qui en soi s'est avérée très féconde pour stimuler la recherche, s'avère aujourd'hui néfaste, car elle répond à des intérêts qui dépassent largement ceux de la science elle-même.

Q.S. : Mais d'où viendra cette autorégulation de la recherche ? Vous dites vous-même que la science doit être libre. Par le fait même, personne ne sait où elle va. Si elle était esclave, par exemple de l'éthique, pourrait-elle aller bien loin ?

E.M. : Les scientifiques vivent effectivement une prise de conscience difficile et paradoxale. Voilà qu'ils doivent fixer eux-mêmes des barrières dans des domaines où ils ont avancé précisément parce qu'ils n'en avaient pas ! C'est un vrai problème : comment passer d'une pensée basée sur des jugements de faits à une pensée qui intègre des jugements de valeur, c'est-à-dire l'éthique ?

Il y a cependant des pistes, des

manières de connaître qui permettent de passer de l'un à l'autre. Prenez les sciences de l'environnement qui font appel à de multiples disciplines scientifiques pour comprendre les écosystèmes et la biosphère. Une telle connaissance ressuscite l'idée que la nature est vivante. Elle intègre aussi l'idée que nous, les humains, nous provoquons des processus qui peuvent conduire à notre propre destruction. Une telle connaissance nous met en face d'un problème éthique. Car vous avez de l'éthique dès que vous avez une approche globale. Vous avez de l'éthique dès que vous avez un sentiment de responsabilité et de solidarité, c'est-à-dire une conscience de l'interdépendance de tous.

Q.S. : Pour y arriver, il faut donc décroïsonner les disciplines ?

E.M. : Ce qui fera la différence, ce n'est pas la quantité d'information, mais notre capacité à l'organiser. Pour réintégrer la complexité, il faut réorganiser la con-

naissance autour de grands ensembles, l'homme, le cosmos, les sciences de la Terre. Un peu comme si on appliquait un vieux principe de stratégie : l'essentiel n'est pas de tout contrôler, mais d'occuper les points centraux de la connaissance pour articuler le reste tout autour. Nous devons rompre avec le modèle des universités du XIX^e siècle, qui imprègne encore la recherche et l'éducation : une faculté pour la biologie, la physique, les mathématiques, et chacun qui avance seul dans son champ d'expertise.

Q.S. : Quel est, pour vous, le rôle des citoyens et du politique dans ce retour de l'éthique ?

E.M. : Plus un processus est complexe, plus la conscience a du mal à le concevoir. Et à ce moment-là, que fait-on ? On renonce. La plupart des politiques, incapables de concevoir la complexité, refusent de penser et d'investir. Comme s'ils n'avaient pas compris que les problèmes de l'avenir sont posés par les bouleversements de la science. Nouveaux modes de fécon-

dation, naissance artificielle, don de sperme anonyme, mères porteuses, toutes ces choses-là bouleversent déjà la notion de père, de mère, de filiation.

Les citoyens aussi doivent intervenir dans ce débat éthique. Malheureusement, les enjeux leur échappent, ils sont plus spectateurs qu'acteurs, fascinés par le clonage, les progrès sur le génome, etc. Mais ils ont beaucoup de mal à comprendre les enjeux de ce qui se met en place.

En fait, l'accélération du processus est très inquiétante, car plus les changements vont vite, plus la conscience est retardataire. Mais bien entendu l'excès de la gravité comporte sa propre issue. Le poète allemand Friedrich Hölderlin ne disait-il pas : « Plus le danger croît, plus est proche ce qui sauve » ? **CS**

✿ À lire : Edgar Morin, *Les Sept Savoirs nécessaires à l'éducation du futur (Seuil)*, une réflexion sur les « trous noirs » de l'enseignement menée avec le soutien de l'Unesco.

PRIX MICHAEL-SMITH POUR LA promotion des sciences

APPEL DE CANDIDATURES PRIX MICHAEL-SMITH 2001

« J'AIMERAIS QU'ON PRENNE LE TEMPS CHAQUE ANNÉE DE SONGER AUX GENS QUI ACCOMPLISSENT UN TRAVAIL VRAIMENT EXCEPTIONNEL POUR AMENER LE PUBLIC À PENSER AUX SCIENCES ET À LA TECHNOLOGIE. »

MICHAEL SMITH, LÉGENDE CANADIENNE DU MONDE SCIENTIFIQUE

Les prix Michael-Smith récompensent des personnes et des groupes qui font des efforts exceptionnels pour promouvoir les sciences au Canada.

Qui peut être candidat ? Toute personne, organisation ou entreprise du Canada. Les prix se divisent en deux catégories : les personnes et les groupes qui travaillent au-delà du cadre du système d'éducation régulier. Le comité des prix tient compte :

- des efforts marqués pour amener le public à comprendre les sciences et le génie et à acquérir de nouvelles compétences à ce chapitre;
- des retombées locales et de la durée du programme;
- du contenu, de l'originalité et de la portée du programme.

Les sciences... l'affaire de tous!



Les récompenses : Jusqu'à cinq lauréats (personnes ou groupes) pourront être choisis pour le prix. Les récompenses comprennent :

- un prix de 5 000 \$ pour chaque lauréat individuel;
- un prix de 10 000 \$ pour chaque organisme lauréat pour appuyer ses activités;
- une médaille à l'effigie de Michael Smith pour tous les lauréats.

Comment proposer une candidature?

Les instructions et le formulaire de mise en candidature sont disponibles dans le site Web des prix Michael-Smith à l'adresse : www.crsng.ca/msmith/fr.

Il suffit de suivre les instructions et d'expédier le document de mise en candidature dûment rempli au comité des prix Michael-Smith.

La date limite pour présenter une mise en candidature est le 1^{er} avril 2001.

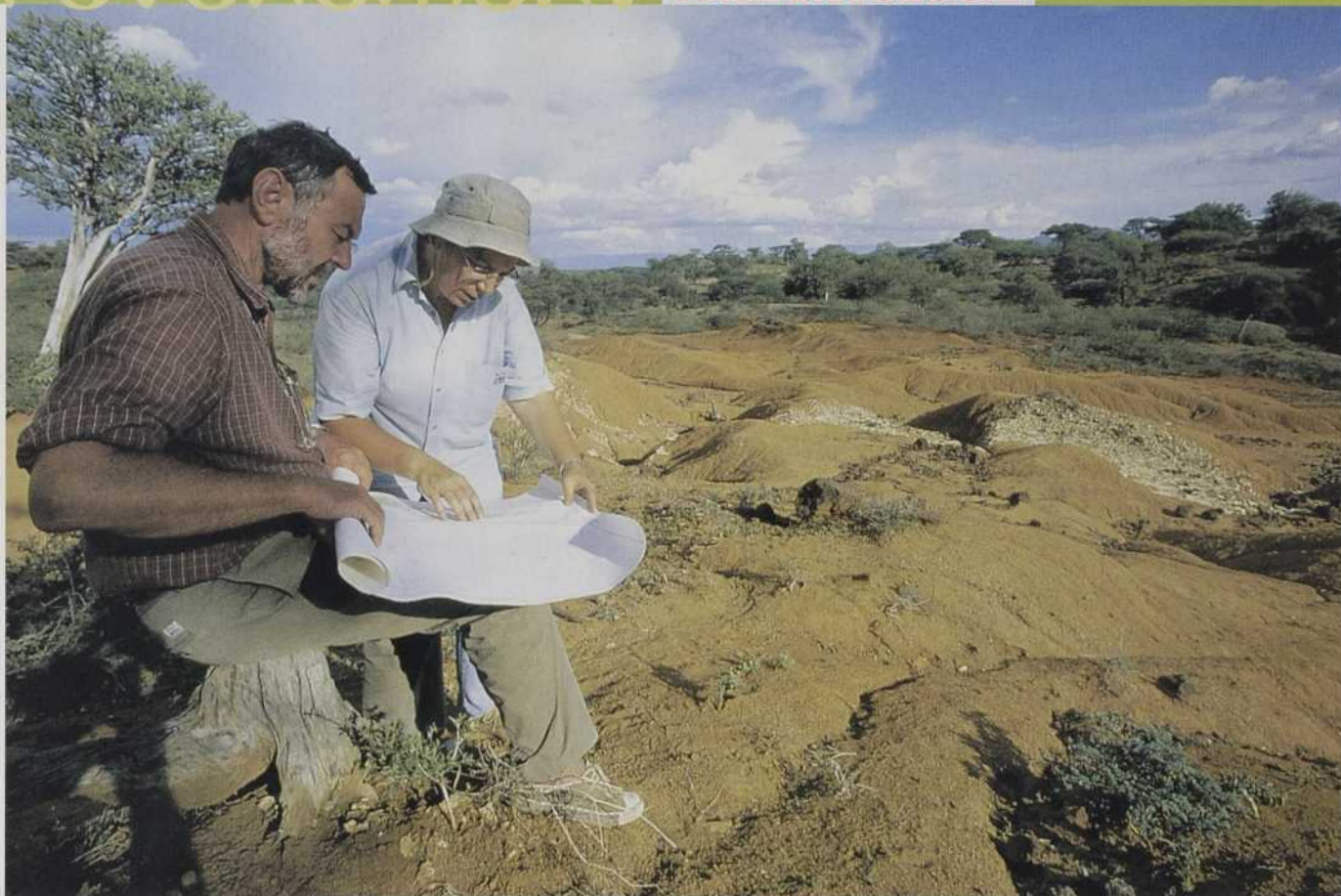
**Les sciences et moi,
ça clique!**



**CRSNG
NSERC**

Investir dans les gens,
la découverte et l'innovation

Canada



L'homme du millénaire : on l'a mangé !

Il y a six millions d'années, un de nos ancêtres a fini sous la dent d'un félin. Un repas pour la gloire de la science dont on n'a pas fini de parler !

par Fabien Gruhier

C'est un grand félin, carnassier mais gourmet délicat, l'ancêtre de l'actuel léopard. Tapi dans le paysage, il bondit sur sa proie, la tue, puis traîne le cadavre chez lui, à l'abri dans son arbre, pour le laisser faisander quelques jours sur une branche. Puis il mange le meilleur, jette les restes au sol, et fait une bonne sieste digestive.

Dans l'histoire qui nous occupe et qui

se déroule il y a six millions d'années au Kenya, les branches de l'arbre surplombent un étang. Les fameux restes tombent donc à l'eau, puis s'enfoncent dans la vase, une carapace minérale dans laquelle ils se sont fossilisés tranquillement. Et parmi les proies du grand félin, il y a... les restes du plus lointain de nos ancêtres, dont la science aurait ignoré l'existence s'il n'avait servi de plat de résistance.

Six millions d'années plus tard (l'automne 2000 exactement), une équipe de paléontologues explore les abords du fameux étang, aujourd'hui desséché, à 350 km au nord de Nairobi. Il y a le Kenyan Kiptalam Cheboi, du Community Museum de Nairobi, la Française Brigitte Senut, du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, et le Britannique Martin Pickford, professeur au Collège de France à Paris. Au cours

d'une exploration, ils voient, dépassant du sol, une tête de fémur de type humain.

Alors on creuse les lieux, et on trouve les rebuts alimentaires du félin : des bouts d'os d'antilopes, de gazelles, de petits cochons, évidemment sauvages, et d'hommes — ou du moins d'hominidés. Trois grands morceaux de fémurs, une mâchoire brisée, une phalange, six dents, un humérus en miettes, le tout provenant d'au moins cinq individus différents.

Grâce à la nature du sol, la datation ne fait aucun doute : six millions d'années. Et l'examen des ossements — très loin d'avoir livré tous leurs secrets — montre

tition le rattache clairement à la lignée humaine, et il nous ressemble nettement plus que la célèbre Lucy, cette australopithèque pourtant plus récente (3,2 millions d'années), mais qui n'est pas notre ancêtre — tout au plus une vague cousine. Lui, par contre, figure à coup sûr parmi nos ascendants directs.

« C'est intéressant que quelque chose de si ancien soit aussi tellement humain », dit sobrement Brigitte Senut. « La troisième molaire supérieure est très courte, explique Martin Pickford. Ce qui suggère une face déjà aplatie, et non pas un museau allongé comme celui des singes. » Presque un visage.

La découverte constitue une véritable révolution pour la paléontologie et on n'a pas fini d'en entendre parler. Le gouvernement kenyan a fait de ces reliques un trésor national interdit d'exportation. Il a aussi décidé qu'un musée serait construit à proximité de l'ancien marigot, et a officiellement bap-

tisé cet hominidé *Millennium Ancestor* (Ancêtre du millénaire). Pour les autorités de Nairobi, il fallait sans doute éviter que s'impose une appellation jugée irrévérencieuse (ou trop occidentale ?), comme cela est arrivé à Lucy. L'australopithèque doit son nom à la jeune et facétieuse équipe de paléontologues qui, en 1974, s'était inspirée du titre d'une chanson des Beatles !

Une équipe à laquelle appartenait Yves Coppens lui aussi « enthousiasmé mais pas surpris » par la découverte. « *Millennium Ancestor*, c'est vraiment peu dire, s'exclame-t-il, en songeant au nom de baptême de notre ancêtre. De quel poids est notre malheureux millénaire, par rapport aux deux ou trois millions d'années supplémentaires d'ancienneté qu'apportent à la lignée des hominidés ces ossements étonnamment modernes ? »

D'autant que des restes de six millions d'années, ça nous ramène presque

docteur Martin Pickford et le docteur Brigitte Senut sur le site de Mbamburua en Afrique où ils ont fait la fabuleuse découverte.

qu'il s'agit d'un hominidé d'une espèce inconnue, de beaucoup la plus ancienne jamais exhumée, bipède et omnivore, ce qui le distingue radicalement des singes. Il grimpait aux arbres, mais marchait en station verticale et mangeait occasionnellement de la viande. Sa den-

Voici les restes fossiles de l'Ancêtre du millénaire. Ce sont aussi ceux du repas du futé félin.



PHOTOS: MARC DEVILLE/PONOPRESSE INT.

à l'époque où à partir d'un ancêtre commun — le fameux chaînon manquant —, le rameau des grands singes et celui des préhumains se sont séparés, Lucy partant sur une autre branche que la nôtre. On pense que la bifurcation a eu lieu voici sept à huit millions d'années. *Millennium Ancestor*, proche descendant du chaînon manquant sur la branche des préhumains, occupe donc une place cruciale dans ce fascinant arbre généalogique qu'il nous oblige par ailleurs à redessiner.

Mais les paléontologues ont l'habitude de voir leurs avancées remises en question, voire éclipsées ou détrônées, par une nouvelle récolte de fossiles. « Notre découverte est extraordinaire, mais sans doute éphémère, admet Martin Pickford. Demain, quelqu'un peut trouver des restes d'hominidés vieux de 7, 8, ou 10 millions d'années, et bouleverser ainsi la grande, l'incertaine

question de nos origines. »

En attendant, *Millennium Ancestor* n'a pas dit son dernier mot. Tel quel, avec ses maigres ossements, il renforce la thèse,



Demi-mandibule gauche du bipède relativement proche, dans l'arbre généalogique humain, du fameux chaînon manquant.

récemment contestée, de la *East Side Story*, l'hypothèse selon laquelle les premiers hommes sont apparus en Afrique de l'est. L'examen plus poussé de ses restes va donc fournir quantité d'informations.

Évidemment, les chercheurs ne désespèrent pas d'en trouver d'autres — pourquoi pas un crâne ? Ou le squelette plus complet d'un individu qui serait mort de sa belle mort; sinon dans un lit, du moins pas sous les canines d'un félin tout de même destructrices. Alors, on pourrait tirer au clair d'importantes énigmes. Comme le rapport entre l'escalade des arbres et la bipédie. En effet, de nombreux spécialistes estiment que l'ascension des troncs a amené un redressement du dos, indispensable pour marcher en station verticale. Ou, autre énigme, le lien entre cette bipédie, qui libère les mains, et le développement de l'intelligence grâce à la fabrication d'outils, ou le contraire. Il va

donc sans dire que la région dite des collines Tugen, lieu de la grande découverte, sera minutieusement ratissée au cours des premières années du nouveau millénaire. **QS**

Pour les Amants de la Nature

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

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

Pour plus d'informations :

1-888-724-8687, 418-724-6227
ljones@globetrotter.net
www.ecomertours.com

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

La prévention, ça demande de l'adresse.

Celle-ci :

www.santeautravail.com

Les Réalisations en santé au travail, un site plein de solutions sur la prévention des maladies professionnelles.

Un premier parc au Nunavik ?



Le gouvernement du Québec a entrepris un processus qui devrait conduire à la création du premier parc québécois dans le Grand Nord. Cela permettra de mieux protéger le fameux cratère du Nouveau-Québec et le lac Pingualuit qui le comble. Ce parc couvrirait une superficie de 1126 kilomètres carrés dans les bassins hydrographiques de la rivière Puvirnituq (le canyon offre un panorama à couper le souffle) et la rivière Vachon. La communauté inuite assurerait la gestion de cet espace naturel. Un poste d'accueil serait construit dans le village de Kangisujuaq à partir duquel on pourrait se rendre au parc. Il faudra cependant construire près de 120 kilomètres de pistes pour le relier au village.



Cratère météoritique de Pingualuit.

Au mâât, hissons Mars !

Le drapeau officiel de la planète Mars existe... et ce n'est pas le *Star Spangled Banner* américain. Conçu par la Mars Society, ce drapeau arbore trois barres verticales respectivement rouge, verte et bleue. Ces couleurs font référence aux trois étapes de la transformation éventuelle de la planète, actuellement inhospitalière, en un monde habitable, telle que la décrit un classique de la science-fiction, la trilogie *Red Mars*,

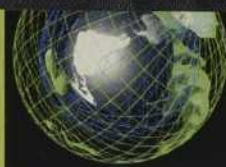
Green Mars et *Blue Mars* de Kim Stanley Robinson. Ces trois couleurs symbolisent en outre pour la Société l'unité dans la diversité, mais aussi la lumière elle-même, et donc la raison. La forme tricolore représente par ailleurs le trio républicain des valeurs de liberté, d'égalité et de justice, ce qui laisse présager le meilleur pour les futures colonies martiennes. Le drapeau a flotté dans l'espace pour la première fois en janvier 2000, à bord de la navette *Discovery*. Ce baptême lui augure un brillant avenir qui n'en fera pas un vulgaire « flag su'l hood ».



Chiffre du mois

550 milliards

C'est le nombre de documents qui se trouvent maintenant accessibles sur Internet. On en ajoute près de 7,3 millions à chaque jour. Ces calculs ont été obtenus par un groupe de chercheurs de l'université Berkeley en Californie. L'ensemble de la masse d'informations générées en une seule année représente, en langage informatique, 1,5 hexaoctet. Ce qui donne environ 250 mégaoctets de données par terrien... branché ou pas.



La Terre se réchauffe, le ciel a un coup de froid

Le réchauffement climatique élargit le trou dans la couche d'ozone. L'acteur clé, le vortex polaire, est un gigantesque tourbillon qui remue la stratosphère aux pôles.

par Anne-Marie Simard

On sait que l'ozone est mal en point dans la haute atmosphère. On sait aussi que le climat semble quelque peu dérégulé sur Terre, provoquant en plusieurs endroits un réchauffement anormal des températures. Ce que l'on ignorait, par contre, c'est à quel point ces deux phénomènes peuvent être liés. Et ce n'est pas rien : à cause des bouffées de fièvre de la planète, le trou d'ozone serait en train de s'agrandir !

Depuis le Protocole de Montréal, signé en 1987, les pays industrialisés ont considérablement réduit leurs émissions de gaz réfrigérants (comme les chlorofluorocarbones ou CFC) utilisés dans les systèmes de climatisation et les réfrigérateurs. Moins agressé par les CFC, jusqu'à seuls coupables de la destruction de l'ozone pensaient les scientifiques, notre bouclier contre les rayons ultraviolets aurait déjà dû se consolider dans la stratosphère, la couche extérieure de l'atmosphère, située entre 14 km et 35 km d'altitude.

Ce n'est pas le cas.

« La situation va continuer à empirer pour les 10 à 15 prochaines années », affirmait dans la revue *Nature* Drew T. Shindell, chercheur à la NASA Goddard Institute for Space Studies de New York. Pourquoi ? À cause des rejets des cheminées d'usine et des pots d'échappement de nos automobiles. Selon le modèle de Shindell, les gaz à effet de serre, responsables du réchauffement planétaire, contribueraient eux aussi à accroître en haute altitude l'amincisse-

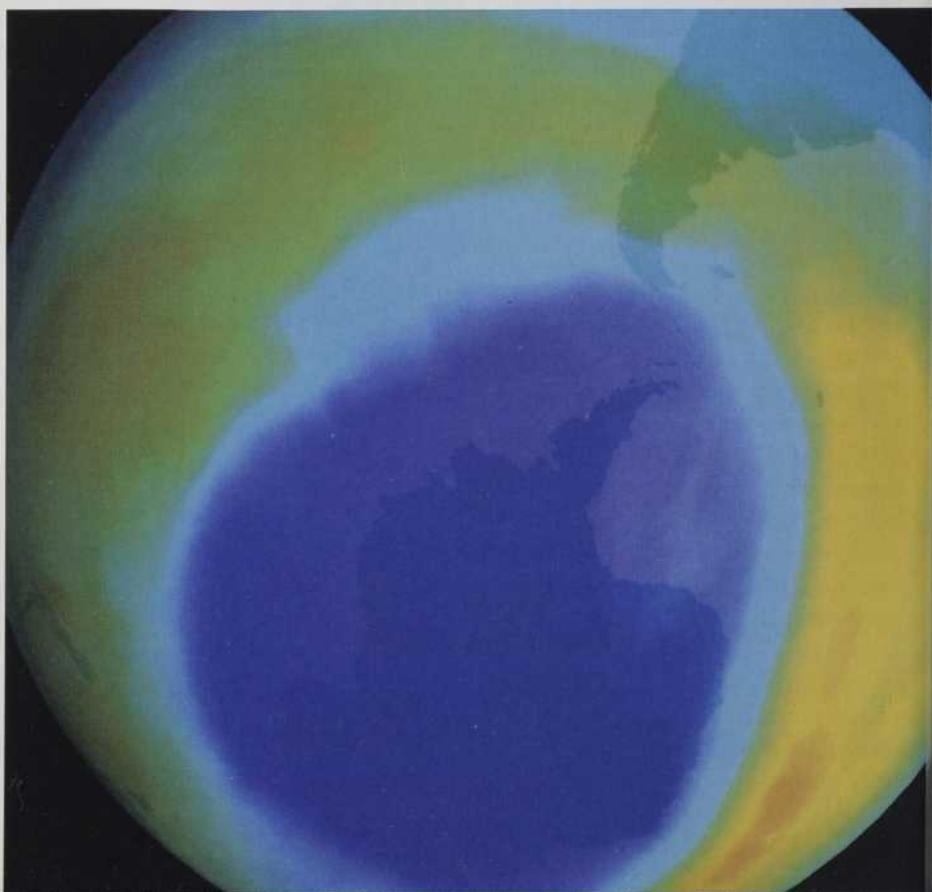
ment de la couche d'ozone. Selon le chercheur, la destruction de l'ozone sera maximale entre 2010 et 2019.

Cela est rendu possible par une conjugaison de facteurs. Le gaz carbonique (CO_2), le méthane et d'autres gaz à effet de serre contribuent d'abord à retenir un peu plus les radiations infrarouges, ce qui, évidemment, fait monter le thermomètre sur le plancher des vaches. Ainsi, ces

radiations n'atteignent qu'en plus faible proportion la stratosphère, contrairement à la normale, ce qui provoque un refroidissement à cette altitude.

À cela s'ajoute l'effet vortex polaire stratosphérique, ce gigantesque tourbillon qui remue la stratosphère. Ses dimensions fluctuent, mais dans l'hémisphère Nord son diamètre est d'environ 800 km. Centré au pôle, il peut descen-

Le voici le fameux trou dans l'ozone. Il fait trois fois la superficie des États-Unis. Cette photo a été prise par la NASA en septembre dernier au-dessus de l'Antarctique.



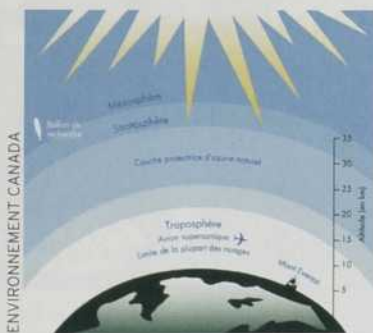
dre jusqu'à des latitudes de 50 ou 60 degrés, c'est-à-dire englobant des zones au-dessus de l'Angleterre, de l'Europe continentale jusqu'à la hauteur de la Belgique ou de la Pologne, toute la Russie et un gros morceau du Canada.

Le vortex stratosphérique est surtout intense en hiver (donc de décembre à mars dans l'hémisphère Nord). Au printemps, il se brise de façon brutale. Au Québec, on s'en aperçoit. Ce jour-là, une bouffée de chaleur envahit l'air, les minijupes sortent des placards, les terrasses se remplissent.

Mais, au début de l'hiver, le vortex s'intensifie à mesure que la température baisse. Et, plus les « murs » de ce système venteux circulaire deviennent infranchissables, plus la température chute. « C'est un *feed-back* positif »,

explique Jean-Pierre Blanchet, de l'Institut des sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Montréal.

« Imaginez un tourbillon dans une piscine ronde, explique le climatologue. L'eau circule autour, mais peut difficilement aller au centre. Dans la stratosphère, le vortex crée ce même effet de confinement. Il repousse l'air chaud. »



Les couches de l'atmosphère.

Et la couche d'ozone dans tout ça ? Les chercheurs croient maintenant que le vortex joue un rôle clé dans sa disparition. « Sans le vortex, le trou d'ozone dans la stratosphère serait rapidement comblé par l'air environnant. Mais le vortex le maintient ouvert », dit Jean-

Pierre Blanchet.

Au cœur du vortex, des cristaux de glace se forment. Pas étonnant, puisque

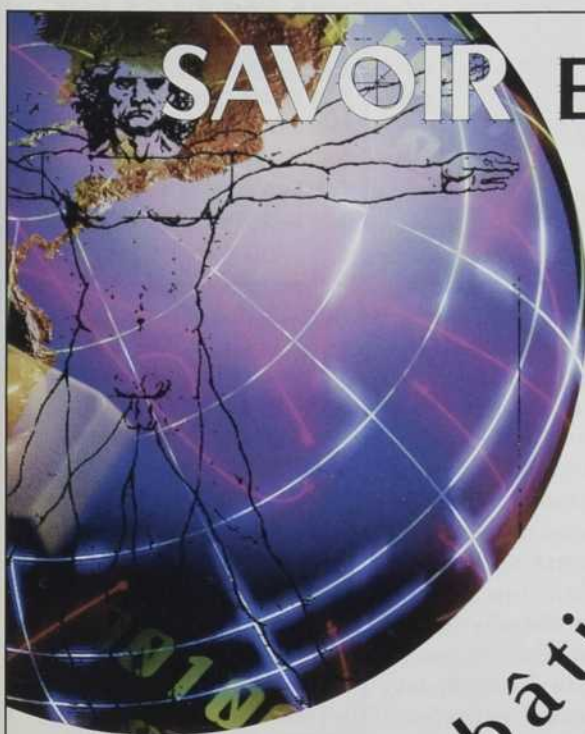
la température peut y atteindre -90°C ! Or ces cristaux offrent des surfaces de contact qui accélèrent les réactions chimiques. Notamment, celles qui mènent à la destruction de l'ozone.

Voilà comment Shindell arrive à la conclusion que l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre renforce ce fameux vortex et conduit à une destruction accélérée de l'ozone dans les prochaines décennies. Les efforts des pays signataires du protocole de Montréal s'en trouveraient donc retardés. Dommage, pour une fois que les pays pollueurs faisaient preuve de bonne volonté ! **QS**

» CyberRessources

L'article de Shindell et al. : le résumé et l'intégral à télécharger en PDF
www.giss.nasa.gov/gpol/abstracts/1998/ShindellRindL.html

L'amincissement de l'ozone stratosphérique et le vortex polaire, une étude issue du IBM Thomas J. Watson Research Center.
www.research.ibm.com/dx/proceedings/cart/ozone.htm



SAVOIR ET INNOVATION

Pour bâtir l'avenir

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

Sachez en tirer profit !

Visitez régulièrement notre site
www.vrq.qc.ca

VRQ

Valorisation-Recherche Québec

www.vrq.qc.ca

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



BOMBARDIER

ACTUALITÉS

Plasma contre prions

Les prions, ces protéines tordues et dangereuses que l'on associe habituellement à la maladie de la vache folle, posent comme problème leur quasi indestructibilité. En effet, la stérilisation des instruments biomédicaux que l'on pratique habituellement dans les hôpitaux est inefficace contre ces agents infectieux. Michel Moisan du Groupe de physique des plasmas de l'Université de Montréal pense détenir une solution pour anéantir ces prions. Il a mis au point un dispositif avec son équipe, qui permet une stérilisation par plasma. L'action du plasma entraîne l'érosion « atome par atome » des indésirables protéines réputées coriaces, ce qui faciliterait la pratique des autopsies et des diagnostics de maladie comme celle de Creutzfeldt-Jakob. Une demande de brevet a été déposée à ce sujet.

En hausse

Un bon coup pour Bombardier. L'entreprise a décroché un contrat de 2 milliards de dollars auprès de la compagnie américaine SkyWest pour la construction de 64 avions CRJ 200 qui devront être livrés d'ici 2004. Et ce, sans aide financière gouvernementale particulière. L'avion est un fleuron pour la section aéronautique de Bombardier (voir Québec Science, octobre 1997). Il pourra transporter près de 50 passagers

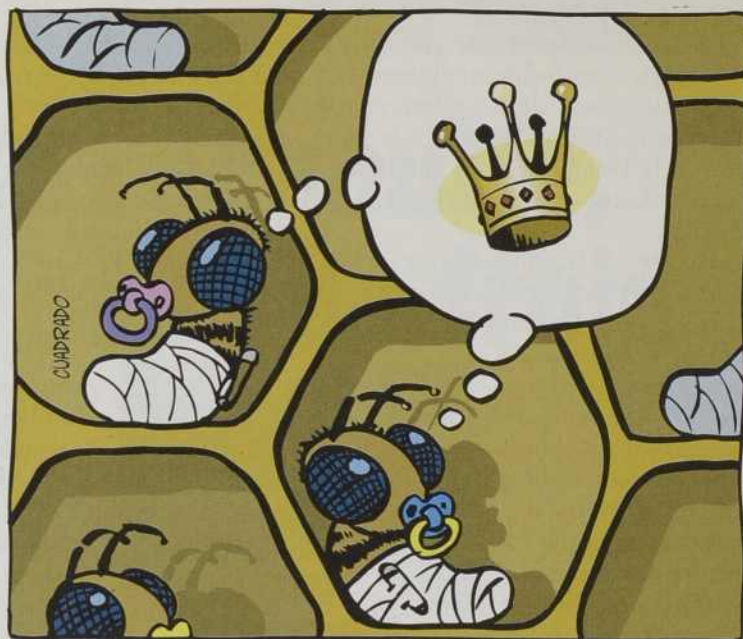
En baisse

Le ministre des Transports du Québec, Guy Chevrette a joué un argument écolo pour faire valoir son projet de virage à droite au feu rouge actuellement à l'essai dans quelques dizaines de municipalités. L'argument choc ? Cette mesure est une contribution à la lutte contre le réchauffement climatique. En bref, si les automobilistes ne sont plus obligés d'attendre le feu vert pour tourner, ils polluent moins. Tout compte fait, a vérifié un spécialiste, cela réduit les émissions de 0,14 % ! Pas de quoi fouetter un char !

Il reste également à voir ce que M. Chevrette fera maintenant contre les embouteillages qui contribuent aussi à la pollution de l'air. La ville de Montréal ainsi que plusieurs groupes, allant du Club automobile à la Fondation des aveugles, s'opposent à cette initiative de virage à droite.

Monarchie hormonale

On ne naît pas reine, on le devient ! Du moins dans les ruches. C'est ce que rapportent deux biologistes dans un récent article de *Genome Biology*. Après avoir constaté que la reine et ses sujets ont le même bagage génétique, les chercheurs se



MARC CUADRADO

sont demandé quel était le facteur déterminant faisant qu'une abeille sera destinée à être reine. Réponse : les hormones, ont-ils constaté. C'est une diète bien particulière au moment où les abeilles sont au stade larvaire qui entraînerait la sécrétion d'hormones différentes chez l'une des larves. Et, de surcroît, ces hormones contribueraient à activer des gènes spécifiques à la reine.

Pauvre Noé !

Il s'appelait Noé. Mais ce gaur né par clonage n'aura finalement vécu que 36 heures, ce qui déçoit ses parrains généticiens de la société Advanced Cell Technology du Massachusetts aux États-Unis. Ils souhaitaient démontrer que la génétique pouvait constituer une assurance pour les animaux en voie de disparition. Le gaur est en effet une sorte de zébu du sud-est de l'Asie aujourd'hui victime de la chasse et de la dégradation de son environnement. Les spécialistes l'estiment en voie d'extinction. C'est une vache inséminée à partir d'ovules bovines, dans lesquelles ont été transplanté le matériel génétique d'un gaur mâle mort huit ans plus tôt au zoo de San Diego, qui a donné naissance à Noé. Une

violente dysenterie a eu raison de bébé zébu. Les chercheurs se promettent de recommencer. Avant le déluge si possible. **CS**

Sondage

CYBERSCIENCES
La science et la technologie pour tous

Plus de 500 personnes ont répondu à notre sondage du numéro de décembre. À la question « Estimez-vous avoir un bon patron ? »

oui40 %
non51 %

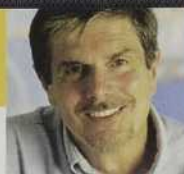
Il aurait été intéressant de savoir ce qui définit la satisfaction des employés. Voilà un questionnaire d'intérêt pour les psychosociologues.

Notre couverture de mars vous invite à découvrir les plus récents développements en astronomie. C'est l'occasion de vous demander :

La notion de Dieu perdra-t-elle un peu de son sens à la lumière des percées prodigieuses en cosmologie ?

Vous pourrez voter sur Cybersciences.com entre le 5 et le 11 mars 2001.





Vive l'arabette des dames

Premier végétal entièrement séquencé, *Arabidopsis* en a long à dire sur le vivant, y compris sur son lointain cousin, l'être humain.

A*rabidopsis thaliana*. Nom commun : arabette des dames. C'est une petite plante de la famille des crucifères. Cette modeste cousine du cresson et de la moutarde est juste un peu moins jolie, et certainement moins utile, puisqu'on ne la cultive pas. On ne sait pas très bien si elle est originaire d'Asie ou d'Europe, mais on sait qu'elle s'adapte facilement à des conditions climatiques variées. Ainsi, on la retrouve aujourd'hui un peu partout, de la Guinée Bissau au Québec où elle a été introduite accidentellement au siècle dernier.

En quoi cette mauvaise herbe devrait-elle nous intéresser ? D'abord, parce que c'est un modèle scientifique remarquable, une plante de choix pour le laboratoire. Elle s'y reproduit très bien et ne prend pas de place. Chaque plant met seulement six semaines à croître et peut donner jusqu'à 5 000 graines. Ensuite, son génome est tout petit, bien tassé sur cinq chromosomes. Bref, depuis une quinzaine d'années, c'est l'enfant chéri des biologistes moléculaires qui étudient les végétaux.

Mais le plus important, c'est que le 14 décembre dernier, *Arabidopsis* est entrée dans l'histoire. C'est le premier végétal dont on a entièrement séquencé le génome — autrement dit, on connaît l'ordre exact de ses bases (A, C, T, G). Dans le cas de l'arabette des dames, le génome, déchiffré par un consortium international au coût de 70 millions de dollars, fait 115 millions de bases. Les chercheurs ont déjà repéré la majorité des quelque 25 000 gènes qu'il porte, et pourront maintenant très vite repérer le reste.

Avec toutes ces informations, il leur sera possible d'étudier précisément la fonction de ces gènes. « C'est un point tournant, estime le biologiste François Belzile, de l'Université Laval. Plus besoin de faire de longues recherches pour isoler et cloner des gènes un par un, laborieusement, comme on le faisait depuis 10 ans. On a désormais les gènes et leur séquence. On peut passer à la biologie fine, c'est-à-dire étudier ce que les gènes font dans la cellule, et comprendre leurs interrelations ». Sur *Arabidopsis*, on va donc faire ce qu'on appelle déjà de la post-génomique : l'analyse de la fonction des gènes.

C'est une aubaine pour des gens qui, comme François Belzile, étudient des phénomènes fondamentaux de la cellule végétale, tels les gènes de réparation de l'ADN. Ils vont pouvoir aller plus vite. Et, sans doute, trouver de nouvelles façons

« d'ouvrir la cellule » aux échanges génétiques, ce qui est la perspective recherchée en biotechnologie. Autrement dit, ils vont pouvoir faire des transferts de gènes plus ciblés, plus précis.

Avec le mode d'emploi complet d'*Arabidopsis*, ce savoir pourra être appliqué à un grand nombre de végétaux. Car la nature a tendance à réutiliser les mêmes mécanismes de base quand ils fonctionnent — des variations sur un même thème, comme le dit joliment le biologiste français et prix Nobel François Jacob. Les recettes de base trouvées sur cette petite plante devraient donc fonctionner pour nombre d'autres végétaux. Des applications en découleront.

Par exemple, à la suite de l'étude de

certains gènes d'*Arabidopsis*, des recherches visent déjà à contrôler le mûrissement des tomates.

Les implications de la post-génomique vont bien au-delà de l'agriculture. Le génome de l'arabette, comme celui des autres petits organismes modèles déjà séquencés (notamment le ver de terre et la mouche à fruit), permet de faire des comparaisons fascinantes dans le monde du vivant. On sait qu'animaux et végétaux partagent un ancêtre commun, vieux de près de deux milliards d'années. En comparant les séquences de leurs gènes, on va mieux comprendre comment animaux et végétaux ont divergé et ont développé leur propres solutions pour s'adapter à leur environnement. Inversement, les gènes que nous, animaux, avons en commun avec les végétaux, sont importants. Ils peuvent nous aider à comprendre des maladies humaines. Par exemple, on a trouvé chez *Arabidopsis* un gène semblable à celui qui cause la maladie de Wilson, une maladie dégénérative héréditaire, sur laquelle on sait peu de choses. Pour la plante, ce gène est impliqué dans la détection des hormones. Voilà une piste intéressante pour les généticiens en médecine humaine. Et tout cela grâce à une petite plante, une mauvaise herbe des terrains vagues. Ah, la chère, très chère cousine *Arabidopsis*... Elle bavarde, et c'est de nous qu'elle parle, je vous dis ! **QS**



Fleur d'*Arabidopsis thaliana*.

Au-delà de l'Univers D'autres univers

Un « coin d'Univers » tel que photographié par le télescope spatial *Hubble*. En morfaïse, deux nébuleuses : Nébula IC-349 et Nebula NGC-6751, respectivement situées à 380 et 6 500 années-lumière.



L'Univers vous paraît grand ? Vous n'avez encore rien vu : derrière lui s'en cachent bien d'autres...

par Vincent Sicotte

Les cosmologues sont formels : l'Univers ne serait pas un pain aux raisins, comme on l'a d'abord cru, mais plutôt une mousse, éternelle de surcroît ! Nous habiterions dans une des bulles, en bon voisinage avec les innombrables univers parallèles de la grande écume cosmique, affirment ces penseurs du très grand qui recourent volontiers aux analogies de la science culinaire pour illustrer ce à quoi peut ressembler l'immensité céleste.

« La cosmologie est un domaine très spéculatif, convient James Peebles, professeur émérite à l'université Princeton au New Jersey et l'un des plus distingués cosmologues actuels. Mais il y a tout de même des certitudes. Depuis trois quarts de siècle, explique-t-il, les observations s'accumulent, qui confirment le "noyau dur théorique" de la théorie du big-bang. » Ainsi, la lumière de la plupart des galaxies nous arrive décalée vers le rouge, ce qui est prévisible si l'espace est en expansion. Une mer de radiations remplit aussi cet espace, signe que l'Univers a jadis été plus chaud, plus dense.

Mais si les théories d'Einstein et de ses successeurs permettent de mieux cerner l'évolution de l'Univers, son expansion et son refroidissement, il reste bien des questions sur son origine. Comment l'Univers est-il né ? De quoi ? Qu'y avait-il avant le big-bang ? Dans

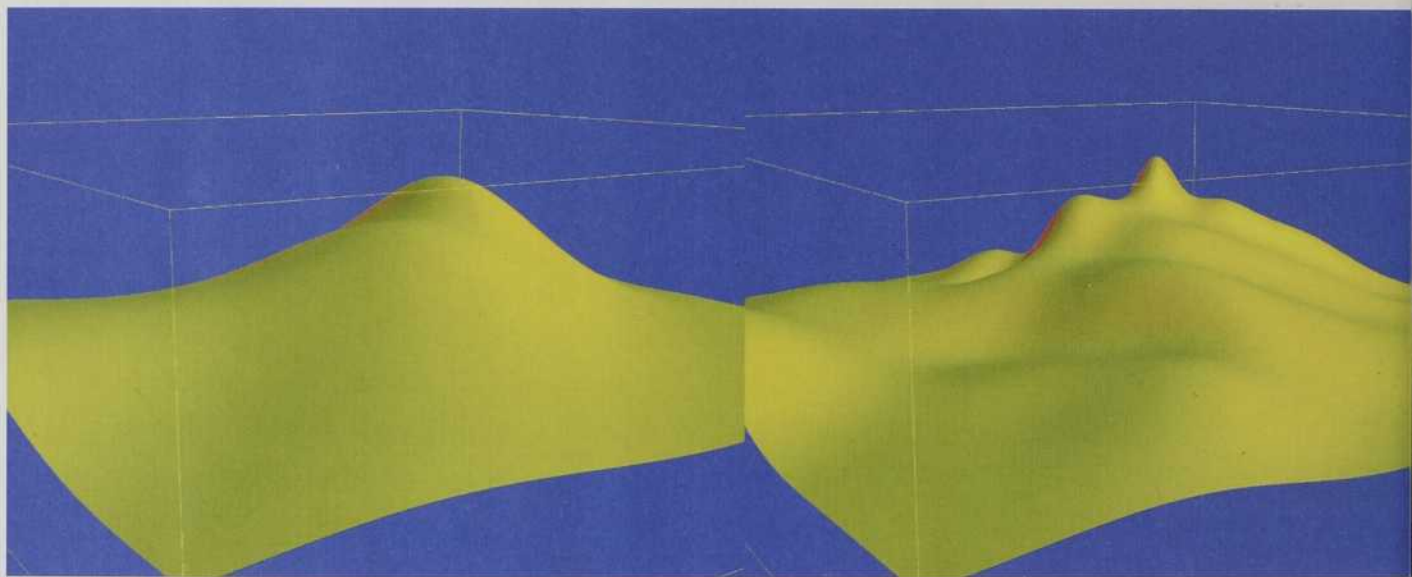
quoi l'Univers est-il en expansion ? Comme si, pour écrire la recette céleste du gâteau big-bang, Einstein avait commencé en écrivant « Enfournez le tout à 200 °C », sans rien dire des préparatifs !

Des questions que nous sommes habitués d'entendre et que les cosmologues ont appris à contourner : « Demander ce qu'il y avait avant le big-bang, disait Stephen Hawking, c'est comme demander ce qu'il y a au nord du pôle Nord. »

Mais tout de même, la théorie du big-bang présente des failles. Et c'est en s'y attaquant que les cosmologues en sont venus à proposer l'existence des univers parallèles. Mais n'allons pas trop vite...

Dans les années 70, deux grands problèmes ont troublé la quiétude des cosmologues : celui de la *platitude* et celui de l'*horizon*.

L'Univers semble presque plat. Ce léger abus de langage des cosmologues signifie que l'espace (qui a trois dimensions) ressemble à la surface d'une feuille de papier (laquelle, dirons-nous pour les besoins de la démonstration, n'en a que deux). Or, ce qui détermine la géométrie de l'Univers (et aussi son destin ultime), c'est la quantité de matière qu'il contient. S'il contenait plus de matière, son expansion serait un jour ralentie et s'inverserait pour aboutir au « big-crunch ». Si, au contraire, il contenait moins de matière,



Dernier cri en matière d'astrophysique : le champ scalaire. Similaire au champ magnétique ou électrique, il emplirait tout l'Univers. C'est aussi ce qui le sculpterait. On simule ici, à l'ordinateur, son évolution. Dans la plupart des régions de l'Univers, il y a au fil du temps une décroissance du champ scalaire qui est représentée par des dépressions et des vallées. Ailleurs, les fluctuations quantiques le font croître. Dans ces zones (les pics sur ces images), l'Univers se dilate rapidement, provoquant la création de régions inflatoires. Nous nous trouvons dans une vallée où l'espace ne subit plus l'inflation.

l'expansion continuerait éternellement. La densité actuelle de l'Univers semble assez proche de la *densité critique* qui sépare ces deux cas de figure. Dans le jargon, ω , le rapport de ces deux densités, est presque égal à 1.

C'est comme si quelqu'un, au fond d'un puits, lançait sans regarder une pierre et que celle-ci se posait en équilibre exactement au bord de la margelle. Quelle coïncidence extraordinaire ! Car au fil du temps, la densité de l'Univers a beaucoup varié puisqu'il est en expansion. Et nous aurions la chance de l'observer juste au moment où ω est proche de 1 ? Les scientifiques, qui n'aiment pas les coïncidences extraordinaires, ont appelé cela le problème de la platitude.

Deuxième problème : lorsqu'on regarde très loin dans le ciel, on s'aperçoit que l'Univers est exactement semblable dans toutes les directions, même dans le cas d'horizons opposés. Le rayonnement de fond présente les mêmes caractéristiques à un bout de l'Univers comme à l'autre (même température moyenne, mêmes légères fluctuations). À grande échelle, la matière est également répartie de la même façon : les amas de galaxies dans le coin droit sont les authentiques jumeaux de ceux du coin gauche.

Or, dans un Univers âgé disons de 10 milliards d'années, la lumière (qui transporte l'information sur la répartition de la matière et de l'énergie) a eu seulement le temps de parcourir 10 milliards d'années-lumière — ce qui ne représente même pas la distance jusqu'à l'autre bout ! Elle n'a pas eu le temps de se rendre dans le coin gauche de l'Univers pour lui « dire » comment était le coin droit. C'est un peu comme si, dans une grande maison, le calorifère du sous-sol venait d'être allumé et que quelques secondes après, toute la maison était chauffée jusqu'au grenier, exactement à la même température. « Pour moi, dit James Peebles, c'était le problème principal de la théorie classique; une profonde énigme. »

Pour **Alan Guth** aussi, c'était un problème. Le soir du 6 décembre 1979, ce jeune attaché de recherche à l'accélérateur de particules de Stanford est en train d'effectuer des calculs à propos de la densité de l'Univers. Il réalise que si l'Univers a vécu au tout début de son histoire un épisode de dilatation très rapide — d'inflation comme il l'appelle —, ces deux problèmes, entre autres, sont réglés d'un coup. À son réveil, le lendemain matin, il écrit les mots « PRISE DE CONSCIENCE

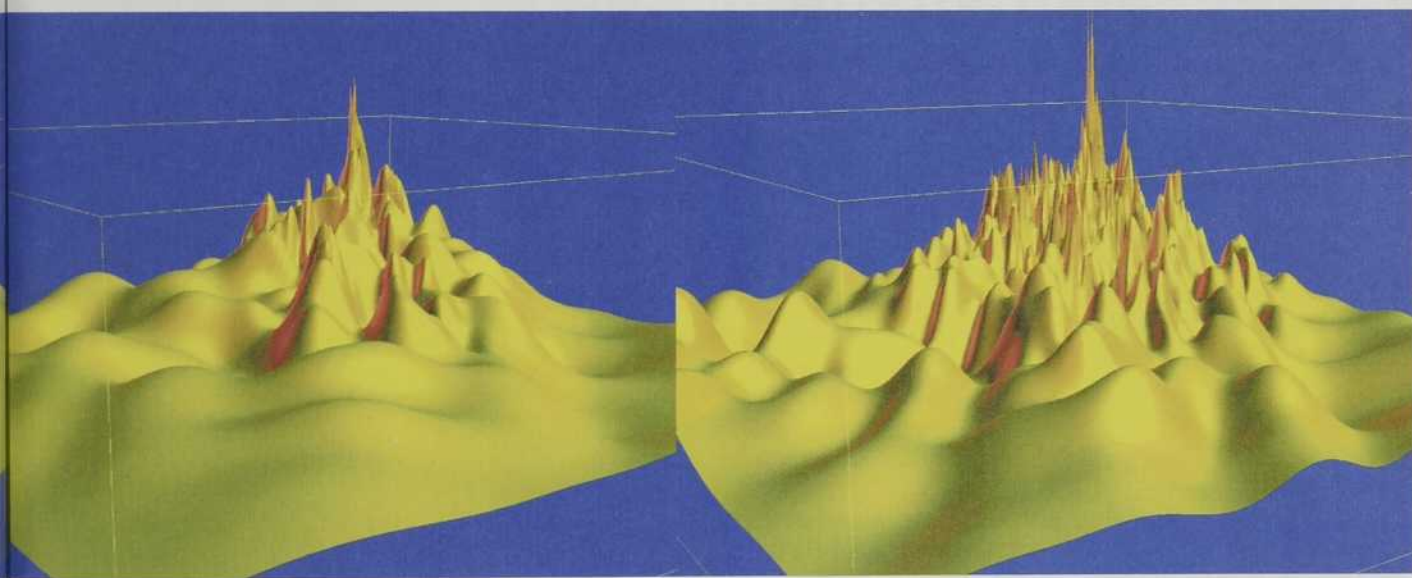
SPECTACULAIRE » en haut de la feuille, et l'encadre. Cette simple idée lance sa carrière.

Son hypothèse séduit d'emblée la communauté scientifique. Et depuis 1981, date de sa publication, plus de 3 000 articles sur l'inflation de l'Univers ont été écrits dans des revues scientifiques. Pour la majorité des auteurs, ce concept est le développement le plus significatif dans la pensée cosmologique depuis la théorie du big-bang elle-même.

Immédiatement après sa naissance, qui a duré 10^{-35} seconde, l'Univers aurait gonflé d'un facteur 10^{50} , c'est-à-dire davantage que pendant les 10 milliards d'années suivantes. Il aurait ensuite continué son expansion plus lentement, selon le scénario classique du big-bang. L'Univers serait donc en réalité beaucoup, beaucoup plus grand que notre petite bulle d'une dizaine de milliards d'années-lumière de rayon. La lumière de ce qui est au-delà n'a simplement pas eu le temps de nous parvenir.

Comme toutes les parties de notre bulle ont déjà été en contact physique par le passé (juste avant l'inflation), elles ont pu s'homogénéiser. Il apparaît donc normal que l'Univers soit si homogène aujourd'hui. Exit le problème de l'ho-





zon. De plus, l'inflation résout tout aussi simplement le problème de la platitude. Nous vivons à la surface d'un ballon tellement gonflé que nous ne pouvons en percevoir la courbure. Élégant, certes, mais cette panacée cosmologique a-t-elle une quelconque réalité ?

Les calculs derrière l'idée d'inflation montrent que l'Univers devrait être non pas *presque* plat, mais exactement plat. Cela veut dire qu'on pourrait regarder aussi loin qu'on voudrait, on ne pourrait percevoir aucune courbure de l'Univers. Or, c'est bien ce qu'on observe ! Depuis un an environ, des clichés du rayonnement de fond réalisés à bord de ballons-sondes semblent indiquer qu'il n'est pas déformé par une quelconque courbure de l'espace : l'Univers serait bel et bien plat (voir Québec Science, septembre 2000). Richard Bond, directeur du Centre canadien d'astrophysique théorique (CITA), participait au projet international *Boomerang*, qui a fourni les résultats les plus précis. « La confirmation du scénario d'inflation par l'observation est sans contredit l'histoire de l'année 2000 », dit-il.

Cependant, une nuance s'impose. « On ne peut pas dire que l'inflation prédisait un Univers plat », affirme James Peebles. Comme l'inflation n'est pas une théorie précisément définie, il existe différentes versions qui font des prédictions distinctes. « Si on avait trouvé une autre valeur d'omega, les savants auraient ajusté leur théorie pour

dire : "Voilà, cette valeur était prédite par l'inflation !" La seule chose qu'on puisse dire, c'est que la prédiction $\omega = 1$ (un univers plat) est faite par la version la plus simple, la plus élégante, des scénarios d'inflation. En cela, il est vrai, ces résultats sont encourageants », ajoute Peebles, qui dit supporter l'inflation « de tout cœur ». L'observation qui la confirmera hors de tout doute reste donc à faire.

Mais quelle incroyable force aurait provoqué cette folle expansion de l'Univers ? Pour identifier la *cause* de l'inflation, les cosmologues sont à peu près aussi impuissants que les économistes à prévoir un krach boursier. Ce qui ne les empêche pas, bien sûr, d'émettre des hypothèses. La plus populaire : l'énergie du vide. Pour la physique de l'infiniment petit, la mécanique quantique, le vide n'est pas vide. Il est parcouru de fluctuations, des vaguelettes d'énergie, de particules et d'antiparticules qui naissent, existent un certain temps, puis s'annihilent, une sorte de bouillonnement à petite échelle.

Notre espace-temps se serait matérialisé spontanément à partir d'une telle fluctuation quantique. Comme la mécanique quantique décrit la nature en termes de probabilités (et non en termes de cause à effet), une telle fluctuation n'a pas à être provoquée par une cause antérieure : il n'y aurait donc pas eu de *cause première* à l'Univers. Ensuite, l'énergie du vide aurait agi comme une force de répulsion, gonflant la petite

bulle en un immense Univers.

Cette expansion ultrarapide aurait du même coup étiré les minuscules fluctuations du vide présentes dans cette bulle. Ces fluctuations immensément dilatées seraient les inhomogénéités du rayonnement cosmologique détectées par le satellite COBE. C'est donc avec une élégante simplicité que l'inflation relie le monde de l'infiniment petit avec les grandes structures de l'Univers. Les amas de galaxies, qui s'étirent sur des millions d'années-lumière, auraient leur origine dans une microscopique fluctuation aléatoire, un hoquet du vide.

Durant l'inflation, l'Univers double de taille à chaque 10^{-38} seconde. Mais comme cette expansion *crée* du nouveau vide, l'énergie du vide augmente globalement, et donc aussi la force de répulsion. Le phénomène s'emballe ! L'histoire ne dit pas comment tout cela s'arrête.

C'est pour résoudre ce problème qu'Andreï Linde s'est attaqué au scénario d'inflation. Né à Moscou en 1948, Linde « passe à l'Ouest » en 1989, et devient professeur de physique à l'université Stanford en Californie après un séjour au CERN. Linde, qui est devenu une sommité mondiale de la cosmologie, explique — avec le fort accent qu'il garde de sa Russie natale — que le scénario initial d'inflation était mal conçu. « Dès le début, l'inflation d'Alan Guth ne marchait pas. Alors j'invente la nouvelle inflation. C'est différent et ça marche. »

Repères

La cosmologie est en effervescence. Depuis une décennie, elle est même en train de devenir une science observationnelle de haute précision, grâce aux nouveaux outils qu'elle se donne.

1990 Le satellite américain *COBE* (Cosmic Background Explorer) montre que le rayonnement de fond a exactement les caractéristiques prévues par la théorie du big-bang. Sa grande sensibilité lui permet également de mettre en évidence les légères inhomogénéités de ce fond diffus. C'est la découverte du siècle, selon Stephen Hawking.

1995 Deux profs de Princeton, Jeremiah Ostriker et Paul Steinhardt, prédisent grâce à leurs calculs que l'Univers devrait être, contre toute attente, en expansion accélérée.

1998 Spectaculaire confirmation, par deux équipes indépendantes, que l'expansion universelle est bel et bien en train de s'accélérer. L'hebdomadaire américain *Science* en a fait la découverte de l'année, toutes disciplines confondues. Toutefois, la communauté scientifique est encore divisée à propos de la validité de ces observations. Si elles sont confirmées, cela veut dire que l'Univers est rempli d'une « énergie sombre », de nature inconnue, qui agit comme une force de répulsion. Est-elle reliée à l'énergie du vide qui alimentait l'inflation ?

1999 Deux expériences indépendantes de ballons-sondes, *Boomerang* et *Maxima*, permettent



de caractériser les inhomogénéités du rayonnement de fond beaucoup plus précisément que *COBE*. Ces études semblent indiquer que l'Univers est plat. Ce résultat est en accord avec les prédictions de l'inflation et les résultats de l'année précédente indiquant une expansion accélérée.

2001 Lancement (prévu à l'été) du successeur de *COBE*, *MAP* (Microwave Anisotropy Probe). Ce satellite américain étudiera les fluctuations du rayonnement de fond avec une résolution et une sensibilité de beaucoup supérieures à celles de *COBE*.

2007 Lancement prévu de *Planck*, un satellite de l'Agence spatiale européenne équipé de détecteurs encore plus précis que *MAP*.

Astronomie

Aussi facile, à l'écouter, qu'inventer un nouveau détergent !

Selon Linde, l'énergie du vide provient d'un champ scalaire — quelque chose de similaire à un champ magnétique, qui oriente les boussoles, ou un champ électrique, qui fait jaillir les éclairs. Précisons-le d'emblée : aucun cosmologue n'a jamais vu ni démontré l'existence d'un champ scalaire; le concept est hautement spéculatif ! Lors de la phase inflatoire, ce champ scalaire est comparable à une bille qui roule vers le fond d'un bol. Pendant la descente, l'Univers (qui est alors froid et vide) se dilate, mais lorsque la bille atteint le fond (la valeur minimale du champ scalaire), une transition de phase survient, comme lorsque la glace se change en eau. La formidable énergie du vide se transforme instantanément en une soupe ultrachaud d'énergie et de matière. Cet événement est ce que la théorie classique appelle le big-bang.

Publiée en 1983, « l'inflation chaotique » recueille très vite les suffrages, notamment parce qu'elle est mise au point, indépendamment, par deux autres chercheurs américains. Linde la qualifie de chaotique, parce que le champ scalaire peut prendre plusieurs valeurs différentes, comme la température sur une carte météo. « Selon la valeur du champ, certaines parties de l'Univers sont statiques, d'autres en inflation modérée, d'autres encore en inflation violente. C'est l'inflation à partir du chaos, parce que les conditions initiales sont chaotiques », explique-t-il.

Continuant ses travaux, Linde réalise en 1986 que si le champ scalaire a une valeur suffisamment élevée, l'inflation peut engendrer elle-même d'autres épisodes inflatoires : « L'Univers entre alors dans un processus d'autoreproduction éternelle. » Comme un ballon qu'on gonfle et dont la surface à un endroit se dilate tout à coup pour donner naissance à un autre ballon, sur lequel germe un autre ballon, et ainsi de suite...

Cet « Univers inflatoire autoreproducteur »

serait éternel. Il ressemble à une mousse aux dimensions inimaginables, avec des bulles plus ou moins gonflées — et nous serions locataires de l'une d'entre elles. Chacune a eu son big-bang à un moment donné du passé. Mais l'évolution de chaque bulle est différente, selon la quantité de matière et d'énergie qu'elle contient. Les lois physiques qui les



Le big-bang est une idée facile à comprendre, parce que l'image d'un ballon qu'on gonfle est familière. Comment, pour le non-initié, se représenter un Univers inflatoire autoreproducteur? Andrei Linde croit que la représentation par ordinateur peut susciter de nouvelles images, propres à faire comprendre ce concept abstrait. Avec son fils Dmitri, étudiant

à l'Institut de technologie de Californie, il a réalisé ces illustrations. Dans l'image ci-contre, Linde père et fils ont exploré la nature fractale de l'Univers, davantage dans un but esthétique que scientifique. Ils l'ont baptisée : Univers de Kandinsky.

régissent différent aussi : six dimensions d'espace dans l'une; un proton plus lourd dans la suivante; une force électrique plus forte dans une autre, etc.

Tenté par ces contrées exotiques ? En principe, rien n'interdit le tourisme inter-bulles, certains de ces Univers parallèles devant même être connectés. Mais il ne faut pas oublier que chacune de ces bulles a été gonflée énormément. Pour se rendre dans un autre Univers, il faudrait voyager à la vitesse de la lumière pendant non pas des dizaines de milliards d'années mais beaucoup, beaucoup plus longtemps. Peu faisable, surtout avec les prix actuels de l'essence...

suite à la page 24

La combinaison gagnante de la loterie cosmique

Depuis Newton, les scientifiques ont réussi à réduire l'apparente complexité de la nature à quelques lois physiques, à montrer que sous l'incroyable diversité des faits observés régnait une certaine unité, voire une « élégante simplicité », comme dit James Peebles.

Cette unité est essentielle à la compréhension du monde. La constante gravitationnelle est la même ici que dans la nébuleuse d'Andromède, par exemple, et tous les atomes d'hydrogène de l'Univers sont jumeaux identiques. Il est donc possible d'étudier les astres lointains grâce aux lois de la physique découvertes ici. Mais pourquoi ces lois sont-elles précisément comme elles sont, et pas autrement ? « Ce qui m'intéresse vraiment, disait Einstein, c'est de savoir si Dieu avait le choix dans la création du monde. »

À y regarder de près, en effet, il y a plusieurs « coïncidences extraordinaires » dans les lois physiques. Elles semblent finement réglées pour permettre l'apparition de phénomènes complexes tels que la vie. Selon Martin Rees, astronome royal d'Angleterre, l'Univers peut être caractérisé par seulement six nombres¹. Parmi ceux-ci, deux concernent les forces fondamentales de la nature; deux autres déterminent les dimensions et la structure de notre Univers; les deux derniers fixent les propriétés de l'espace lui-même.

É l'efficacité nucléaire, qu'on appelle epsilon, détermine la force qui lie les protons et les neutrons dans les noyaux des atomes. Sa valeur, qui est 0,007, contrôle l'énergie émise par le Soleil et donc sa durée de vie, mais aussi comment les étoiles transmutent l'hydrogène en tous les autres éléments du tableau périodique. En particulier, la production du carbone, qui est essentiel à la vie, dépend de ce que ϵ vaut 0,007 à quelques points de pourcentage près. Sinon, nous n'existerions pas.

N est le rapport entre la force électrique et la force de gravité, entre les atomes. Ce nombre, qui vaut 1 036, exprime le fait que la gravité (qui structure le cosmos à grande échelle) est beaucoup plus faible que la force électrique (qui structure les formes complexes à notre échelle). N pourrait sans doute être plus grand, mais s'il était une fraction de 1 % plus petit, « seul un Univers éphémère, miniature, pourrait exister », écrit Rees.

Ω exprime la densité de l'Univers par rapport à la densité critique. Si l'Univers contenait beaucoup de matière (Ω plus grand que 1), il se terminerait dans un bruit de tôle froissée, le big-crunch. Si, par contre, la densité de matière avait été beaucoup plus faible, galaxies et étoiles n'auraient pu se former. D'après les observations, $\Omega = 1$, sur le fil du rasoir.

λ , la constante cosmologique, est une addition récente. On a découvert, en 1998, que l'expansion universelle est accélérée par une sorte d'antigravité, que mesure λ . Sa valeur semble heureusement très faible, sinon cette force répulsive aurait empêché les galaxies et les étoiles de se former, comme un coup de vent soufflant un château de cartes.

Q caractérise l'intensité des inhomogénéités du rayonnement de fond, qui sont les germes de toutes les structures cosmiques. Sa valeur (1/100 000) est responsable des délicates guirlandes de galaxies qui ornent notre ciel. Si Q était encore plus petit, l'Univers serait inerte et sans structure. Dans le cas contraire, il serait dominé par de vastes trous noirs.

D est le nombre de dimensions spatiales de notre monde, il vaut 3. En quatre dimensions, les orbites des planètes ne seraient pas stables

(une perturbation les enverrait valser dans le Soleil). En deux dimensions, on peut difficilement imaginer des organismes complexes (votre tube digestif, par exemple, vous couperait en deux).

Devons-nous en conclure qu'à la loterie cosmique, nous ayons tiré le gros lot ? Que Dieu existe ? Pour étudier cette question, le cosmologue anglais Brandon Carter a formulé en 1974 le principe anthropique, qui existe aujourd'hui en de nombreuses variantes, parce que les philosophes des sciences s'en sont emparés.

Le principe anthropique faible, auquel presque tous souscrivent, exprime « le fait qu'il existe un certain nombre de conditions auxquelles doivent nécessairement satisfaire les variables cosmologiques pour que puissent exister des observateurs² ». Incontestable. La variante forte du principe, par contre, rend mal à l'aise plusieurs scientifiques. Voici la version de Carter : « L'Univers (et donc les paramètres fondamentaux dont celui-ci dépend), doit être tel qu'il permette la naissance d'observateurs en son sein, à un certain stade de son développement³. »

Le principe anthropique fort semble contenir l'idée de finalité, qui a été évacuée des sciences contemporaines. L'Univers n'a pas été créé pour nous; l'homme n'est pas le but de la création. C'est pourquoi la plupart des cosmologues interrogés préfèrent, comme Richard Bond, du CITA, ne pas « perdre leur temps à réfléchir à ces futilités ». Mais pour Andreï Linde, dans le cadre de l'Univers inflatoire autoreproducteur, le principe anthropique fort a une certaine utilité : « Ce principe fait maintenant partie de la science et devient outil d'investigation ».

¹ *Just Six Numbers*, Rees, Martin. Basic Books, New York, 2000.

² *Le principe anthropique*, Demaret, J. et Lambert, D. Armand Colin, Paris, 1994. p. 153.

³ *op. cit.*, p. 145.



In
INNOVER

Ex
EXPÉRIMENTER

Expo sciences 2001

Expo-sciences
Finale régionale de l'Est du Québec
23-24-25 mars
Université du Québec à Rimouski
300, Allée des Ursulines, Rimouski

Expo-sciences Bell
Finale régionale du Saguenay - Lac-Saint-Jean
22-23-24 mars
École secondaire Kénogami
1954, rue des Étudiants, Jonquière

Expo-sciences Bell
Finale régionale de Québec et de Chaudière-Appalaches
16-17-18 mars
Cégep de Limoilou
Campus de Québec
1300, 8^e Avenue, Québec

Expo-sciences Bell
Finale régionale de la Mauricie, Centre du Québec
23-24-25 mars
Séminaire Sainte-Marie
5655, boul. des Hêtres, Shawinigan

Expo-sciences Bell
Finale régionale de l'Estrie
16-17-18 mars
École secondaire La Frontalière
311, Saint-Paul Est, Coaticook

Expo-sciences Bell
Finale régionale de Montréal
22-23-24 mars
École secondaire Émile-Legault
2395, Thimens, Ville Saint-Laurent

Expo-sciences Bell
Finale régionale de la Montérégie
15-16-17 mars
Pavillon Le Dextrase - Fort Saint-Jean
15, rue Jacques-Cartier Sud
Saint-Jean-sur-Richelieu

Expo-sciences Bell
Finale régionale de la Rive-Nord (Lanaudière, Laurentides, Laval)
29-30-31 mars
Académie Laurentienne
1200, 14^e Avenue, Val Morin

Expo-sciences Bell
Montreal Regional Science Fair
1-2-3 avril
John Abbott College
21275, Lakeshore Road
Sainte-Anne-de-Bellevue

Expo-sciences Bell
Finale régionale de l'Outaouais
16-17-18 mars
Polyvalente Nicolas-Gatineau
360, boul. La Vérendrye Est, Gatineau

Expo-sciences
Finale régionale de l'Abitibi-Témiscamingue
30-31 mars - 1^{er} avril
Centre des Congrès
41, 6^e Rue, Rouyn-Noranda

Expo-sciences Bell
Finale régionale de la Côte-Nord
22-23-24-25 mars
Cégep de Baie-Comeau
537, boul. Blanche

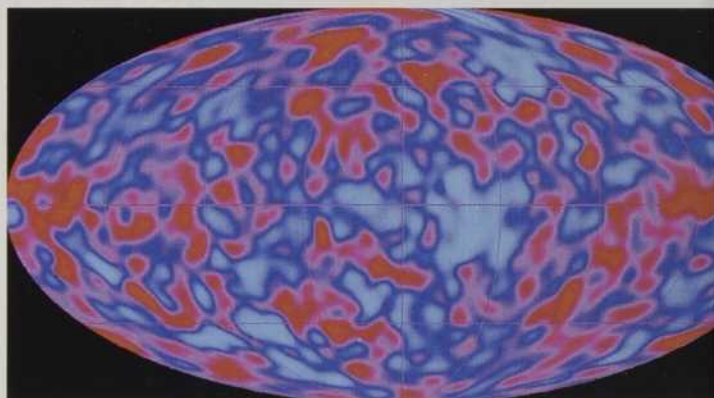
Le mouvement Expo-sciences est rendu possible grâce à la collaboration de Bell

Pour information :
Conseil de développement du loisir scientifique

(514) 252-3027

www.expo-sciences.sympatico.ca

Astronomie



Une image de l'Univers comme il était à ses débuts. Les fluctuations du rayonnement cosmologique que l'on peut apercevoir seraient à l'origine des galaxies.

suite de la page 22

« L'inflation chaotique et éternelle est une idée merveilleuse, glorieuse », dit James Peebles de Princeton, qui se dit tout à fait séduit par cette création continue et éternelle d'univers de toutes sortes à partir du chaos quantique. « Évidemment, on n'a aucune idée s'il y a une dose de vérité là-dedans ! Mais cela, bien sûr, c'est le prix à payer lorsqu'on travaille aux confins de la connaissance. »

Pour d'autres, cette idée est pure spéculation. « C'est intéressant, c'est rigolo, c'est joli, mais c'est bien compliqué et on ne pourra jamais la tester », dit Marc Lachièze-Rey, directeur de recherche au CNRS à Paris. Auteur notamment des entrées *Big-bang* et *Cosmologie* de l'*Encyclopædia Universalis*, Lachièze-Rey est l'un des rares à rejeter complètement tout scénario d'inflation. « Cette idée est tellement malléable qu'on peut lui faire dire n'importe quoi », affirme-t-il.

Pourquoi en effet s'intéresser à ces autres Univers qu'on ne pourra jamais visiter, ni même détecter ? « Parce qu'ils nous parlent de notre place dans l'Univers, dit Andreï Linde. Dans la théorie classique du big-bang, le réglage des lois de la physique pour qu'existe et s'épanouisse la vie reste une énigme. » (Voir encadré page 23.)

Dans le cadre de l'Univers inflatoire autoreproducteur, par contre, l'énigme est résolue. « Vous avez un arbre, avec toutes sortes de branches, sur lesquelles se développent des Univers, avec toutes sortes de lois, de constantes physiques différentes. Il n'est donc pas étonnant que nous vivions dans un Univers qui permette la vie et l'émergence d'observateurs », affirme Linde. Étudier ces lois physiques et leur logique interne pourrait donc nous permettre de comprendre les conditions de notre présence ici. Tenter de comprendre la structure de l'Univers, l'agencement des pièces de notre puzzle, pourrait nous aider à répondre aux questions fondamentales : d'où venons-nous ? pourquoi sommes-nous ici ? **CS**

» CyberRessources

L'un des meilleurs vulgarisateurs de ce domaine :

The Whole Shebang, Ferris, Timothy. Simon Schuster, New York, 1997.

La page personnelle d'Andreï Linde :

hbar.stanford.edu/linde

Quarante ans pour s'imposer

Établis dans le premier quart du XX^e siècle, les fondements de la théorie du big-bang ont mis près de 40 ans pour être acceptés.



En 1925, **Georges Lemaître**, un physicien belge, découvre que la relativité générale d'Albert Einstein implique que l'Univers n'est pas statique mais en expansion, bref en évolution constante. Une belle hérésie pour un abbé !

Einstein lui-même avait lu cette expansion dans ses équations, sans y croire. L'astronome Edwin Hubble mettra aussi bien du temps à se convaincre du phénomène.

C'est pourtant lui qui énonce, en 1929, une loi décrivant la fuite des galaxies qu'il observe avec son télescope. La loi de Hubble constitue la première confirmation directe de l'expansion universelle prédite par Lemaître.

Or, tous ne sont pas convaincus par cette observation, tant s'en faut. L'Univers serait issu d'un « atome primitif » très dense qui aurait « explosé » il y a très longtemps. Le physicien Fred Hoyle, célèbre sceptique, invente par dérision l'expression « big-bang ».

Un demi-siècle plus tard, Hoyle ne serait toujours pas convaincu, mais son mot, lui, a fait florès.

À la fin des années 40, Georges Gamow comprend que c'est dans la boule de feu primordiale qu'ont été forgés les premiers éléments chimiques : deutérium, hélium et lithium. Mais de cette extraordinaire chaleur primordiale, prédit-il, il doit bien rester quelque chose ! Par hasard, en 1964, avec les antennes captant les émissions de *Telstar*, le premier satellite de télécommunication, deux scientifiques des laboratoires Bell détectent un bruit parasite d'origine inexplicable. Arno Penzias et Robert Wilson publient l'année suivante leurs curieux résultats, et l'on comprend rapidement qu'il s'agit du rayonnement de fond prédit par Gamow, « l'éclat disparu de l'origine des mondes », comme disait Lemaître.

La détection de ce rayonnement est une victoire sans nuance pour la théorie d'Einstein. Plus tard, en 1990, le satellite américain *COBE* (Cosmic Background Explorer) évalue la température de ce fond diffus à un uniforme

2,7 °K (degrés kelvins) partout dans le ciel. Toutefois, il se superpose là-dessus de très légères fluctuations (dans les 30 millionnièmes de degré). Ces fluctuations signalent les inhomogénéités de densité qui seraient à l'origine des grandes structures de l'Univers, comme les amas de galaxies. Ces observations épousent les prédictions de la théorie avec une spectaculaire précision.

« Sans la théorie du big-bang, l'existence du rayonnement de fond et la synthèse des éléments chimiques légers sont des énigmes inexplicables », dit James Peebles. De plus, le rougissement des galaxies est une conséquence naturelle d'une expansion universelle. « Il y a un ensemble de faits solidement établis, confirmés hors de tout doute, autour desquels gravitent des idées nouvelles qui paraissent plus ou moins étranges. Certaines d'entre elles seront éventuellement acceptées, car elles résoudront l'un ou l'autre des problèmes actuels de la théorie du big-bang », ajoute-t-il. **QS**

Un rendez-vous avec votre

MONDE



LE DEVOIR

www.lededevoir.com

Abonnez-vous dès maintenant !

(514) 985-3355

1 800 463-7559



Sans fil et sans risques ?

Pendant que les téléphones sans fil se multiplient comme des lapins, les questions subsistent sur les risques des micro-ondes pour la santé. Peurs obscures ou craintes fondées ?

par Laurent Fontaine



« Utilisez-vous un cellulaire ? » Depuis janvier dernier, les patients qui se présentent dans un des 18 hôpitaux de la région montréalaise avec un cancer sont systématiquement interrogés sur l'usage qu'ils font d'un téléphone sans fil. Pendant trois ans, l'équipe des professeurs

Jack Siemiatycki et Marie-Élise Parent de l'INRS-Institut Armand-Frappier va ainsi répertorier tous les cas de cancer du nerf optique, des glandes salivaires, du cerveau ou du sang chez les personnes entre 30 et 59 ans — la tranche d'âge qui a le plus utilisé les sans-fil au cours des 5 à 10 dernières années.

À Ottawa et Vancouver, les patients admis en cancérologie participent eux aussi à la plus vaste enquête menée sur le sujet au Canada, et qui se déroule en même temps dans 13 pays industrialisés. Piloté depuis Lyon, en France, par le Centre international de recherche sur le cancer (de l'OMS), le projet Interphone veut évaluer une fois pour toutes s'il existe ou non un lien entre certains cancers et l'exposition aux ondes émises ou reçues par les antennes des portables collés à nos oreilles. « On connaît encore bien peu les effets sur l'organisme des radiofréquences émises par ces téléphones,

dit Marie-Élise Parent. Les cancers en cause mettent des années à se développer et sont trop particuliers pour qu'il y ait suffisamment de cas significatifs relevés dans un seul pays. »

C'est en déposant une boussole sur sa table de travail que le physicien Hans Christian Oersted découvre par hasard l'existence des champs magnétiques en 1820. Une cinquantaine d'années plus tard, les scientifiques ont établi les lois de l'électromagnétisme, et l'existence des ondes hertziennes. Sans elles, nous n'aurions connu ni la radio, ni la télévision, ni les rayons X et la radiothérapie, ni les radars, les micro-ondes ou les lasers, ni même un des derniers venus, le téléphone cellulaire. Celui-ci utilise des bandes de fréquences situées autour de 800 mégahertz (MHz), soit 800 millions de cycles par seconde, et 2 000 MHz (2 milliards de cycles/seconde) — celles qu'on appelle les micro-ondes.

Depuis la Seconde Guerre mondiale, quantité d'études ont évalué les risques des radiofréquences, des ondes radio aux rayons gamma en passant par les ondes de la lumière, la partie visible du spectre (voir schéma). On sait que les ondes électromagnétiques de très haute fréquence peuvent casser les liaisons

des atomes et des molécules qui forment les cellules — une énergie dite « ionisante ». Ses effets biologiques sont importants. On s'en sert notamment en radiothérapie pour détruire les cellules cancéreuses.

Les ondes radio et télé, les micro-ondes, les infrarouges et la lumière visible, par contre, sont non ionisantes. Elles ne créent pas de rupture dans les liaisons des atomes, mais elles peuvent avoir d'autres effets biologiques. Le plus connu est l'effet thermique. Un four à micro-ondes par exemple, dont la longueur d'onde (2 400 MHz) est voisine de celle des nouvelles générations de sans-fil, peut chauffer votre repas en quelques secondes. Appliquées sur nos oreilles à la même puissance que dans un four (1 000 watts), les ondes d'un sans-fil nous grilleraient le cerveau. À deux watts, elles réussissent tout au plus à échauffer légèrement les tissus autour et derrière l'oreille.

C'est d'ailleurs sur la base de ces effets thermiques que Santé Canada a établi le Code de Sécurité 6, les normes, pareilles dans tous les pays, qui régissent la puissance des sans-fil. « En matière de radiofréquences, la puissance énergétique absorbée par le corps s'appelle le degré d'absorption spécifique (Das). Il

s'exprime en watts par kilogramme de tissu exposé (W/kg) », explique Maria Stuchly, professeure à l'université de Victoria en Colombie-Britannique, qui a œuvré plusieurs années pour Santé Canada comme conseillère auprès du gouvernement. Selon le Code de Sécurité 6, un utilisateur de cellulaire ne peut recevoir plus de 0,08 W/kg pour le corps dans son entier, et un maximum de 1,6 W/kg pour un gramme de tissu dans les zones directement exposées à l'antenne (la tête, le cou et le tronc). Ces normes sont 50 fois en dessous des effets thermiques jugés nocifs. Sauf défaut, tous les sans-fil vendus au Canada respectent largement ces seuils thermiques et c'est pour cela qu'aucune restriction ne s'applique à leur vente ou à leur usage.

Mais si l'impact des radiofréquences utilisées dans les sans-fil n'était pas lié aux effets thermiques proprement dits ? En 1992, un procès retentissant aux États-Unis a relancé la question. David Reynard, un habitant de Floride, affirmait alors que sa femme avait attrapé un cancer du cerveau, dont elle est

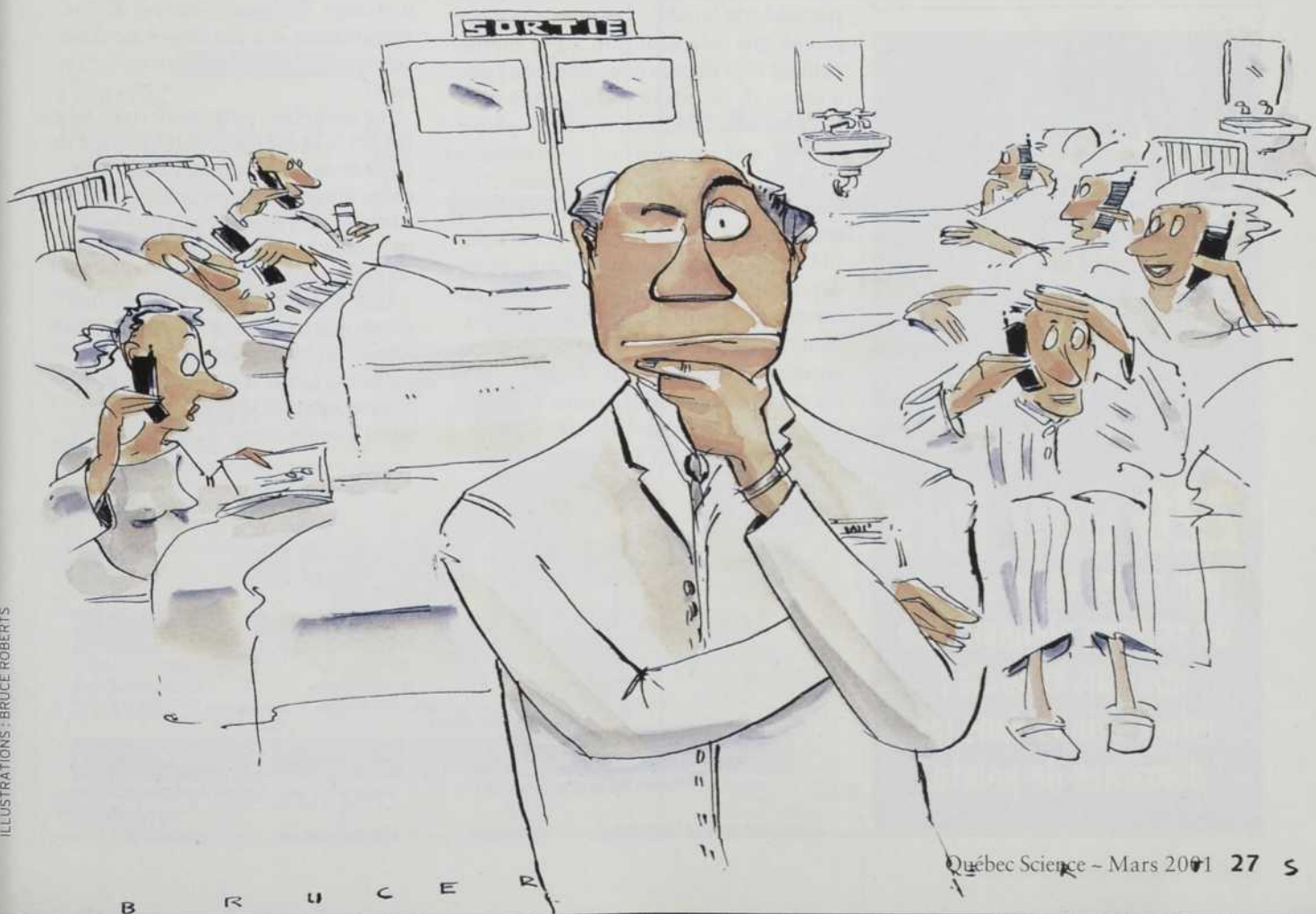
morte, en utilisant un cellulaire. Il a perdu son procès en 1995. Depuis août dernier, Christopher Newman, un neurologue du Maryland atteint d'un cancer du cerveau, poursuit Motorola pour 800 millions de dollars, parce que la firme ne l'aurait pas prévenu des risques. Il aura peut-être un bon avocat : Peter Angelos, qui a bâti sa fortune et sa réputation en s'attaquant aux industries de l'amiante, et plus récemment du tabac (4,2 milliards de dollars de dédommagement pour l'État du Maryland), a signifié son intention de représenter les plaignants du sans-fil.

Le procès Reynard a eu des répercussions immédiates : il a relancé les études — des centaines — créant autant de confusion et de controverses (*voir encadré*). Car si la plupart des travaux arrivent à la conclusion qu'il n'existe pas de corrélation entre sans-fil et cancer, beaucoup laissent planer un doute et conseillent... de mener d'autres études !

En 1999, Santé Canada a demandé à la Société royale du Canada de produire un rapport d'experts pour démêler le tout. Le rapport, rassurant dans son en-

semble, reste une référence largement utilisée dans le monde. Il souligne cependant qu'il existe « un nombre toujours croissant de preuves scientifiques que l'exposition à des micro-ondes, même en-deçà des seuils du Code de sécurité 6, puisse affecter les cellules et les tissus sans qu'on sache si ces effets sont ou non nuisibles ». Le rapport pointe l'impact des micro-ondes de faible intensité sur la production de certaines enzymes, sur la perméabilité de la barrière hémato-encéphalique et sur la répartition du calcium. On ajoute cependant, quelques lignes plus loin, que « l'exposition à des téléphones sans fil ne contribue pas à l'apparition de tumeurs ». Une conclusion partagée par un autre document majeur, le *Rapport Stewart* commandé par le gouvernement britannique, qui déconseille tout de même l'utilisation des portables par les enfants tant que des doutes subsisteront.

Effet sur le sommeil, sur la mémoire, maux de tête, des dizaines d'études scrutent toujours les effets des sans-fil. Mais à l'heure actuelle, le seul risque démontré est le rôle que jouent ces télé-



ILLUSTRATIONS : BRUCE ROBERTS

Diplôme d'études supérieures spécialisées (D.E.S.S.) en toxicologie et analyse du risque

Orientations : Toxicologie générale ou Analyse du risque

PROGRAMME D'ÉTUDES DE 2^e CYCLE À TEMPS PARTIEL

Ce programme interdisciplinaire de 30 crédits est offert, selon une formule souple et accessible, par la **Faculté des études supérieures** et couvre les domaines de la toxicologie industrielle, environnementale, agro-alimentaire et des médicaments.

Préalables

Détenir un diplôme de 1^{er} cycle, soit en biologie, en chimie, en biochimie ou en sciences de la santé, et avoir amorcé un cheminement de carrière dans un domaine de pratique professionnelle ou de recherche relié à la toxicologie.

Dates limites pour présenter une demande d'admission

30 mai 2001 : session d'automne

30 novembre 2001 : session d'hiver

Renseignements

Micheline Dessureault
Département de santé environnementale et santé au travail
C.P. 6128, succursale Centre-ville
Montréal Qc H3C 3J7
Téléphone : (514) 343-2280
Télécopieur : (514) 343-6668
micheline.dessureault@umontreal.ca
(1315)

Université 
de Montréal

WWW.
Cyber
Sciences.

CYBERSCIENCES
La science et la technologie pour tous

com

220 000 fois
par mois les amateurs
de science viennent lire
nos plus récentes
informations dans les
domaines de pointe.

Santé publique

phones dans un nombre croissant d'accidents de la route ! « Pour le reste, une partie du problème vient de l'incertitude scientifique », explique Art Thansandote, un des chercheurs de pointe chez Santé Canada dans le domaine des radiofréquences. Car avec les études épidémiologiques ou les tests traditionnels sur des animaux, il est très difficile de prouver l'existence d'une relation entre l'apparition d'un type de cancer, dont la progression peut prendre des années, et l'exposition à une technologie ou une substance. Rappelez-vous quels méandres il a fallu pour trouver des liens entre tabac et cancer ! De même, il est encore plus difficile de prouver hors de tout doute qu'une substance ou une technologie n'a pas d'effet ! Position de l'antenne, type de fréquences, variation incessante de la puissance de transmission, « évaluer avec certitude l'impact des ondes dans la tête est extrêmement complexe », affirme Art Thansandote.

En Angleterre et aux États-Unis, les fabricants ont décidé d'indiquer une mesure du rayonnement sur l'emballage pour répondre aux inquiétudes du public. « C'est seulement un chiffre, déplore Maria Stuchly. Les gens ne savent pas ce que cela veut dire. Et le rayonnement reçu dans la tête varie sans cesse à cause de la position de l'antenne. » Au Canada, l'industrie préfère plutôt fournir une information approfondie au public. L'Association canadienne des télécommunications sans fil (ACTS) a créé le Centre d'information sur le sans-fil (WIRC en anglais), un organisme indépendant dont le conseil (bénévole) est formé des meilleurs chercheurs canadiens du domaine. Le cœur de leur stratégie : créer un site Web où sont systématiquement vulgarisées les nouvelles découvertes. L'ACTS finance



Au fil des études

1995 : Le code génétique de souris exposées à des micro-ondes est endommagé, affirme Henri Lay, de l'université de Washington à Seattle. Les ondes affecteraient aussi la mélatonine, une hormone impliquée dans le sommeil et dont le mauvais fonctionnement aurait un lien avec la maladie d'Alzheimer. Des études que plusieurs équipes ont tenté de répliquer en vain.

1996 : Aucune différence significative de cas de cancers entre les utilisateurs d'un système « main libre » et ceux qui tiennent le sans-fil contre l'oreille, conclut Kenneth Rothman, de l'Institut de recherche épidémiologique de Newton Lower Falls, aux États-Unis.

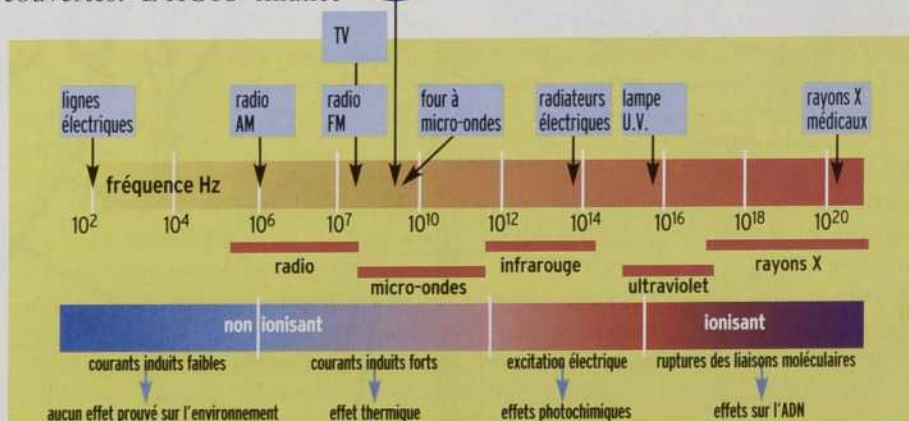
1998 : Le nombre de tumeurs au cerveau augmente dans la population, conclut une étude parue dans le *Journal médical d'Australie*. Mais on ne peut établir de lien avec les sans-fil.

1999 : Leif Salford, neurobiologiste à l'université de Lund en Suède, soumet 1 000 rats aux fréquences des sans-fil actuels. De l'albumine traverse la barrière hémato-encéphalique qui protège le cerveau, constate-t-il. Les fonctions biologiques seraient donc plus sensibles aux ondes qu'on ne le pense, surtout à des taux d'absorption (0,001 W/kg de Das) largement en dessous des normes établies (0,08 W/kg).

2000 : Lennart Hardell, du Centre médical d'Örebro en Suède, étudie 209 patients atteints d'un cancer. Conclusions négatives. Mais les patients disent avoir plus souvent utilisé leur sans-fil du côté où se trouve leur tumeur. Un biais ?

Une autre étude, parue dans la revue *Nature*, fait état de modifications biologiques dans les tissus de vers de terre soumis à des micro-ondes. Ils synthétisent une protéine commune à tous les êtres vivants et qui a pour fonction de protéger contre les menaces extérieures, notamment la chaleur.

Enfin, deux autres études majeures, l'une publiée dans le *Journal of American Medical Association*, l'autre menée par le National Institute of Cancer et publiée dans le *New England Journal of Medicine*, n'établissent aucun lien entre cancer et sans-fil. À suivre...



aussi des programmes de recherche comme le projet Interphone, en cours à Montréal. « Comme industrie, nous ne pouvons que nous baser sur le consensus des scientifiques, qui dit qu'avec les normes actuelles, les sans-fil ne présentent pas de danger connu pour la santé publique », dit Dean Proctor, vice-président du conseil de l'ACTS.

« Les gens veulent un cellulaire, mais dans le même temps ils veulent que la technologie ne comporte aucun risque, constate Art Thansandote. S'il y a des risques à long terme, ils ne sont pas connus; mais c'est impossible d'affirmer qu'il n'y en a pas. La science ne peut pas donner toutes les réponses. Une fois qu'on sait ça, chacun fait ses choix. » **QS**

CyberRessources

Le site de l'OMS consacré aux radiofréquences : www.who.int/peh-emf/

Le rapport de la Société royale du Canada sur les risques du sans-fil :

www.rsc.ca/francais/RFreport.html

Centre d'information sur le sans-fil :

www.wirc.org

Le site (dépistant !) des sceptiques américains sur les dangers des ondes et radiofréquences :

www.quackwatch.com/01QuackeryRelatedTopics/emf.html

Toronto, 100 fois plus prudente

Vivre avec une antenne de cellulaire au-dessus de la tête ne présente normalement aucun risque. « Les stations relais de cellulaires ont une puissance moyenne de 2 500 watts – contrairement aux antennes de radio-télévision, qui peuvent déployer jusqu'à plusieurs millions de watts », explique Denis Colbert, gestionnaire du programme Spectre à Industrie Canada, l'organisme chargé de faire appliquer les lignes directrices du Code de Sécurité 6, incluant l'implantation des antennes.

Le nombre d'antennes relais installées dans les villes augmente de façon exponentielle. « Mais plus les cellules sont petites, moins la puissance des antennes est grande », dit-il.

Quelqu'un qui pénétrerait

sans protection dans le périmètre de sécurité d'une antenne radio-télé serait brûlé par le rayonnement des ondes. Pour les antennes cellulaires, « le ballon que forment les radiofréquences en sortant s'atténue si vite que les quantités d'ondes perçues tombent largement en dessous des normes légales à quelques mètres à peine de l'antenne. »

Ça n'a pas empêché le Conseil de santé de Toronto de proposer en décembre dernier que la ville interdise l'accès aux toits où se trouvent les antennes de cellulaires, même si le Code de sécurité 6 ne l'exige pas. « Les normes actuelles ne tiennent pas suffisamment compte des incertitudes scientifiques sur les risques liés aux radiofréquences », explique Ronald MacFarlane, chercheur consultant pour le département de Santé publique de Toronto, qui suggère d'appliquer plutôt un principe

de précaution.

Si le Conseil municipal de Toronto adopte le projet, la métropole canadienne exigera des mesures de prudence supplémentaires pour tout rayonnement d'antenne qui dépasserait le centième des normes actuelles. « On ne considère pas l'intensité qui doit sortir d'une antenne mais les radiofréquences que reçoivent directement les habitants », dit Ronald MacFarlane. Toronto a d'ailleurs demandé à Industrie Canada de calculer le rayonnement moyen de radiofréquences sur la ville, afin de pouvoir mesurer s'il augmente au fur et à mesure que s'ajoutent de nouveaux systèmes sans fil. Ces mesures seront effectuées dans 51 points de la ville, une première au Canada qui rejoint ainsi des pays comme la Suisse ou l'Italie, qui ont adopté des projets semblables.

Concours de **journalisme scientifique**

Bourse Fernand-Seguin 2001

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

Date de clôture :
jeudi 12 avril 2001 - 17 heures

Pour obtenir le dépliant veuillez vous adresser à :

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

Avec la collaboration de :

Québec
Ministère de la Culture et des Communications

MERCK FROSST **Science**

La Presse **LE SOLEIL**



Radio-Canada
Télévision

première chaîne

Radio-Canada



ACS
ASSOCIATION DES COMMUNICATEURS SCIENTIFIQUES



radio

AQME
ASSOCIATION QUÉBÉCOISE POUR LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE

15^e CONGRÈS DE L'AQME 2001

MAÎTRISER L'ÉNERGIE :

25 au 28 mars 2001

Loews Le Concorde
Québec

Inscrivez-vous dès maintenant

- 30 conférences
- Les volets :
 - Bâtiment
 - Industrie
 - Municipalité
 - Changement climatique
 - Formation
 - Facturation
- Visites techniques
- Foire commerciale le 27 mars de 16h à 19h (ouvert au public)
- Soirée gala pour les congressistes
- Pour informations :
 - Marielle Gagnon
 - AQME
 - 514.866-5584

Pour de plus amples informations consultez notre site internet : www.aqme.org



Hydro Québec



Gaz Métropolitain



Énergie Industrielle



Énergie Québec



Québec

La météo un vrai chaos

Une belle fin de semaine ensoleillée, promettait la présentatrice au si beau sourire. Et voilà que vous fulminez sous la tente en écoutant la pluie ruisseler... Une science exacte, la météo ?

par Marie-Pier Elie

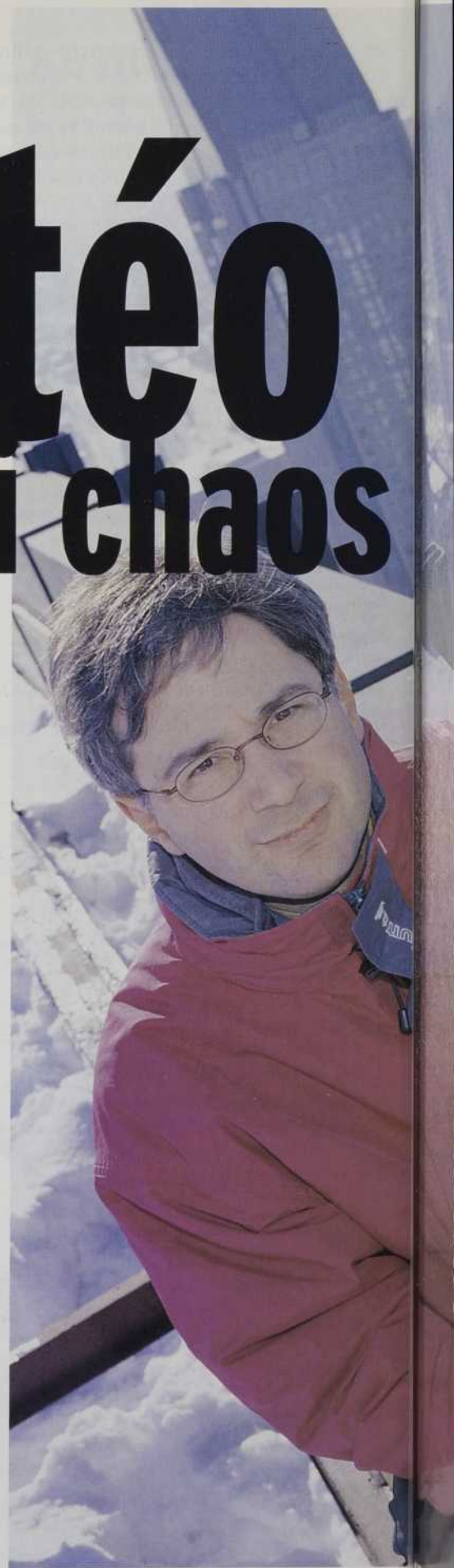
« **L**a météo ne se trompe pas ! » La réplique de Pascal Yiakovakis, météorologue et présentateur à Radio-Canada, est sans appel. Lorsqu'on lui fait remarquer qu'on doit tout de même parfois prendre le parapluie au lieu du parasol, c'est presque une tempête qui se lève : « Les prévisions sont parfois imparfaites. Mais la météo est une science exacte. Dire le contraire laisserait sous-entendre que les lois de la thermodynamique et de la mécanique des fluides sont inexactes. »

Les fondements de la météorologie sont d'une désarmante simplicité : la Terre est une gigantesque machine thermique. Il suffit, en gros, d'anticiper les mouvements des masses d'air chaud

(venues de l'équateur) et froid (en provenance des pôles), et d'en déduire le temps qu'il fera, en sachant que l'air chaud peut contenir beaucoup de vapeur d'eau, et l'air froid très peu. Pour établir leurs prévisions, les météorologues s'intéressent donc surtout aux lieux de rencontre de ces masses d'air, les fronts, où se livrent des luttes sans merci. Ça ne devrait pas être bien sorcier.

Mais ça l'est.

Chaque jour, dans les 600 stations aérologiques du monde, quelques centaines de techniciens météo envoient une armada de ballons-sondes tâter le pouls de l'atmosphère. Une chorégraphie réglée comme un rituel sacré qui se déroule à midi, puis à minuit heure de Londres (soit cinq heures plus tôt ici).





Pascal Yiakovakis, météorologue : « Savoir qu'il va neiger, ce n'est pas compliqué. Mais estimer quelle quantité de neige va tomber, c'est une autre histoire. Si je prévois 5 cm et qu'il en tombe 25 cm, ce sont les téléspectateurs qui vont me tomber dessus. »

Quelque 156 000 dollars disparaissent ainsi quotidiennement dans les airs — chaque ballon-sonde vaut 130 dollars et ne peut être récupéré après avoir éclaté dans les hautes couches de la stratosphère. Mais les informations recueillies valent leur pesant d'or, car elles ont la particularité d'être tridimensionnelles, contrairement aux simples données récoltées sur le plancher des vaches. Température, humidité, pression, vitesse et direction du vent seront donc enregistrées jusqu'à une altitude d'une cinquantaine de kilomètres. Pour Environnement Canada, c'est de Maniwaki, en Outaouais, que s'envolent les ballons-sondes les plus près de nous, et non de Dorval à cause du trafic aérien.

À ces données, il faut ajouter celles que recueillent les bouées dérivantes flottant à la surface des océans, les avions commerciaux qui trimballent une panoplie d'instruments de mesure en plus de leurs passagers, ainsi que les renseignements fournis par deux satellites à orbite polaire et quatre autres satellites géostationnaires à 35 500 km au-dessus de l'équateur. Deux d'entre eux couvrent exclusivement l'Amérique du Nord : GOES-10, à l'ouest et GOES-8, à l'est. De là-haut, ils enregistrent sans répéter l'information dans le spectre visible et infrarouge. Les rayons infrarouges permettent notamment d'évaluer l'importance de la couverture nuageuse car « contrairement à nous, plus les nuages sont épais, mieux ils réfléchissent », résume Pascal Yiakovakis en souriant.

Au rez-de-chaussée du Centre météorologique canadien, à Dorval, une impressionnante machinerie informatique attend de se mettre ces données sous la dent. Celles du ciel de Maniwaki mais aussi celles de tous les ballons-sondes, de toutes les bouées dérivantes, de plusieurs avions de ligne et de tous les satellites au monde ! Filant dans un réseau de fibres optiques, ces dizaines de milliers de données s'engouffrent d'abord dans un petit ordinateur, puis mettent le cap sur l'un des quatre superordinateurs qui remplissent la pièce. Ces derniers agissent comme un simulateur : ils reproduisent fidèlement le comportement de l'atmosphère d'après ce qu'on sait des lois de la thermodynamique et de la mécanique des fluides. C'est ce qu'on appelle de la modélisation. « On met la Terre entière dans une machine, littéralement ! » dit Pascal Yiakovakis que les modèles météo passionnent.

Passionnant, certes... Mais tout de même, pourquoi un ordinateur de plusieurs millions de dollars, qui peut effectuer des milliards de calculs à la seconde, a-t-il le droit à l'erreur ? Louis Lefavre, chef de la division de la prévision numérique du temps au Centre météorologique canadien, se porte à la défense de la précieuse machine : « À moins d'un sérieux problème, l'ordinateur ne se trompe jamais ! » C'est plutôt, in-

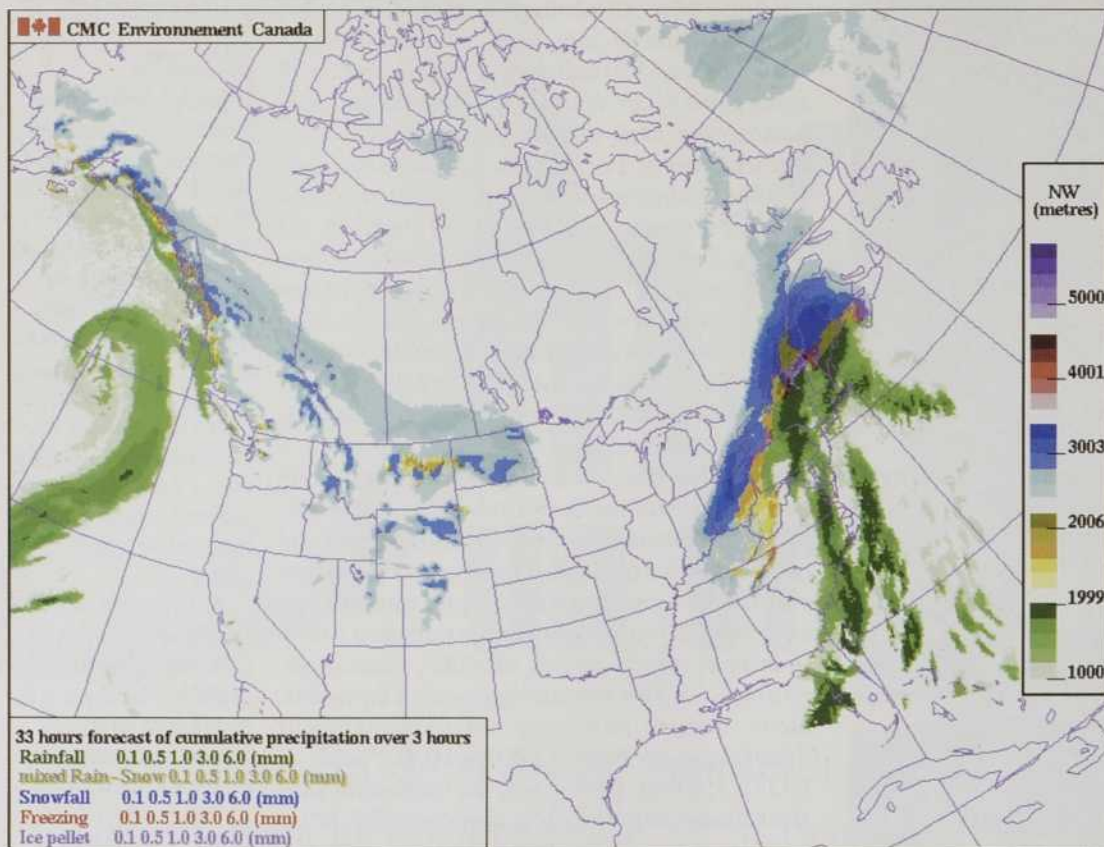
L'inévitable plafond

Depuis que les météorologues utilisent l'ordinateur pour prévoir le temps qu'il fera, les progrès sont considérables. « Aujourd'hui, l'ordinateur peut effectuer plus de 100 milliards d'opérations par seconde, tandis que, quand j'ai commencé il y a une quinzaine d'années, c'était 2 ou 3 milliards, tout au plus », se souvient Pascal Yiakovakis. Louis Lefavre, lui, évoque les premiers systèmes avec lesquels il travaillait. Résolution : 381 km.

Grosso modo, avec les progrès informatiques, on gagne une journée de prévisibilité tous les 10 ans. « Notre prévision sur 3 jours aujourd'hui est donc meilleure que notre prévision sur 2 jours d'il y a 10 ans », se félicite Louis Lefavre.

Est-ce à dire que dans des centaines d'années, on pourra prévoir le temps des mois à l'avance ? Non. On ne peut malheureusement repousser ainsi les limites. La plupart des météorologues s'entendent pour les situer à une quinzaine de jours. Au-delà, il ne sera probablement jamais possible d'avoir des prévisions fiables. À cause de l'immuable chaos qui vient mettre un frein même aux innovations les plus spectaculaires. Les principes énoncés par Edward Lorenz sont toujours applicables aujourd'hui : une erreur initiale met 2,5 jours à doubler en importance. En 15 jours, elle est donc multipliée par 64. Ce qui demeure acceptable. En un mois, elle aura par contre grossi d'environ 5 000 fois. Ce qui est immense, même pour la plus insignifiante des inexactitudes.

Il subsistera donc toujours une part d'aléatoire dans la planification de nos vacances.



siste-t-il, le logiciel de contrôle de la qualité des données qui, de façon rarissime, peut commettre quelques bévues. Pour un maximum d'efficacité, il rejette certaines informations qu'il juge aberrantes, car les instruments servant à mesurer les conditions climatiques ne sont pas infaillibles et peuvent parfois dérailler. Le logiciel doit détecter tout ça et envoyer à la poubelle les données suspectes, sans même en tenir compte dans ses calculs. À l'occasion, il élimine une donnée significative, ce qui pourrait fausser la prévision. « Mais il est plus dangereux de laisser passer une donnée fautive que d'en éliminer une bonne. C'est pourquoi on préfère être trop sévère que pas assez », insiste Louis Lefavre.

La grande source d'erreur se situe bien avant le travail de l'ordinateur, à la cueillette des données elles-mêmes. C'est que la couverture du globe terrestre est imparfaite et inégale. « Notre image de l'atmosphère est pleine de trous », résume Louis Lefavre. Les stations météorologiques ne sont pas réparties uniformément sur la Terre. Ainsi, les données concernant l'hémisphère sud

sont très rares, tandis que les océans sont pour ainsi dire ignorés, bien qu'ils recouvrent 70 % de la surface de la Terre. « Il peut se passer des choses très importantes au-dessus d'un endroit dépourvu de station », dit Pascal Yiacouvakis.

Le battement d'ailes d'un papillon, par exemple ? Dans les années 60, le météorologue américain Edward Lorenz avait popularisé cette illustration de la théorie du chaos en expliquant comment une perturbation à peine détectable, comme l'infime courant d'air provoqué par le gracieux insecte, peut avoir un impact démesuré — un ouragan — à l'autre extrémité de la planète quelques jours plus tard. C'est ce qu'on appelle la sensibilité aux conditions initiales. « Le déclencheur peut même être plus petit qu'un battement d'ailes de papillon, confirme Louis Lefavre. Par exemple, le frottement d'atomes entre eux. On n'a évidemment aucun contrôle là-dessus. »

En plus d'être trouée, l'image de notre cliché mondial est un peu floue. Forcément, puisqu'il est impossible d'avoir une précision absolue, même avec les

meilleurs instruments de mesure disponibles. Chaque donnée enregistrée constitue donc une approximation de la réalité. Par exemple, si un ballon-sonde enregistre une température de 15,7 °C à telle altitude, ce n'est pas rigoureusement exact et pourrait plutôt vouloir dire 15,687643680578086... °C.

L'instantané que les dizaines de milliers de données recueillies fournissent à l'ordinateur est donc imparfait dès le départ. Pour qu'il en soit autrement, il faudrait notamment que les pays en voie de développement consacrent une part plus importante de leur budget à la météorologie. On comprend aisément que leurs priorités se situent ailleurs. L'Organisation météorologique mondiale (OMM) fait toutefois ce qu'elle peut pour aider ces pays, car en améliorant l'homogénéité du réseau, on favorise nettement son efficacité.

Mais à quel point l'Occident dépend-il des autres régions du monde pour établir ses prévisions ? « Depuis cinq ans, le nombre de radiosondes en Russie a diminué de près de la moitié, dit Louis Lefavre. On soupçonne que cette ré-

duction des mesures russes a dégradé la qualité de nos propres prévisions ! » L'interdépendance des pays est telle que l'OMM oblige chaque État à rendre ses données disponibles à tous. Ce qui agace un tantinet Louis Lefavre : « On se fait avoir, car on couvre un très grand territoire pour une petite population. » Les budgets sont donc rapidement engloutis dans une entreprise qui, finalement, profite au monde entier.

Enfin, températures, pressions et tant d'autres précieux paramètres sont prisonniers du superordinateur de Dorval. Il s'enclenche. La puissance des mathématiques se met à l'œuvre. Une puissance néanmoins limitée, car en gros, tous les modèles fonctionnent selon le principe suivant : ils doivent résoudre une équation... qui n'est pas résoluble ! En tout cas, pas de façon analytique comme le sont les équations dites linéaires. Louis Lefavre résume ainsi ce paradoxe. « Dans une équation linéaire, si on additionne l'effet de A et l'effet de B, on obtiendra A+B. Pas dans une équation non linéaire ! » Les opérations sont donc infiniment complexes et font appel au calcul différentiel et intégral. Là encore, en bout de ligne, on n'obtient que des approximations. Jamais de certitude !

Après avoir effectué ces laborieux calculs, le modèle global assigne des valeurs de température, pression, humidité et vitesse du vent à 2,4 millions de points répartis uniformément à la surface du globe, et en trois dimensions. Chacun de ces points est séparé par 100 km. Autrement dit, la modélisation mathématique découpe l'atmosphère en boîtes de 100 km de côté, à l'intérieur desquelles on suppose que les conditions sont homogènes. Et c'est là un autre aspect du problème : dans une boîte de cette dimension, plusieurs effets papillon peuvent se manifester à loisir ! Il existe bien un modèle régional de 24 km, mais là encore la résolution est insuffisante pour aspirer à la perfection. « Un orage couvre un kilomètre tout au plus, explique Robert Mailhot, chef de la division analyse et pronostic du Centre météorologique canadien. Il est donc évident que les orages passent à travers les mailles du filet d'un modèle à 24 km ! »

Alors pourquoi ne pas élaborer un modèle à plus haute résolution ? On y travaille déjà. Le modèle régional de-

vrait sous peu passer à des « boîtes » de 16 km de côté, tandis qu'un modèle local à 10 km est déjà utilisé de façon ponctuelle. « Mais ça ne sert à rien de mettre un moteur de formule 1 dans une Lada », dit Robert Mailhot. À quoi sert en effet d'augmenter la résolution si la puissance de l'ordinateur n'est pas à la hauteur ? « On pourrait travailler demain matin avec un modèle précis au kilomètre près, mais l'ordinateur mettrait alors 24 heures à calculer une prévision... de 24 heures », explique Louis Lefavre. C'est qu'en réduisant de moitié la taille de nos petites boîtes, on multiplie en fait leur nombre par huit, ce qui augmente considérablement le temps de calcul. Et, si précise soit-elle, une prévision qui met plus de temps à être calculée qu'à se concrétiser n'a aucune utilité.

Une autre source d'imprévisibilité : l'atmosphère n'est pas un système fermé. Pour être réaliste, un bon modèle doit tenir compte du relief (une montagne peut forcer l'air à gagner de l'altitude, donc à se refroidir), de la nature du sol ou des cours d'eau (certaines surfaces vont mieux réfléchir la lumière solaire ou laisser de plus grandes quantités d'eau s'évaporer), etc. Mais comme pour les orages, la résolution des modèles ne permet pas de tenir compte de tous ces phénomènes locaux. Sans compter d'autres fluctuations, tels les incendies de forêt ou les éruptions volcaniques, qui sont totalement imprévisibles et peuvent provoquer des perturbations inattendues.

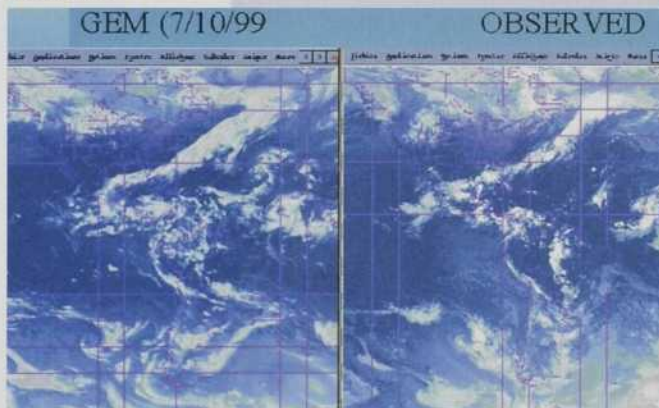
Les prévisions météo sont également tributaires du cycle des saisons. « Il est beaucoup plus difficile de faire des prévisions l'été, à cause de la convection », dit Pascal Yiakovakis. Les variations topographiques sont, on le sait maintenant, déterminantes dans l'évolution des conditions météo, tout en étant difficiles à saisir à la perfection avec un modèle de résolution à 24 km. C'est encore plus vrai en été qu'en hiver, car les rayons du soleil sont plus intenses. Lors de la saison froide, le réchauffement

Des probabilités de probabilités

Existe-t-il un laps de temps à l'intérieur duquel on peut prévoir de façon presque certaine le temps qu'il fera ? Non, disent depuis toujours les météorologues. « Une tempête, on peut la voir venir trois jours d'avance, mais un orage peut nous échapper quelques heures avant les premières gouttes », dit Louis Lefavre du Centre météorologique canadien. À long terme, certaines prévisions sont donc plus fiables que d'autres.

Pourtant, cette notion de « fiabilité relative » reste plutôt méconnue du grand public. La plupart des bulletins météo diffusent des prévisions pour les cinq prochains jours sans autres précisions.

Cela pourrait bientôt changer. La nouvelle tendance en météorologie s'appelle les



Simulation de quatre jours à l'aide d'un modèle global. L'image est divisée en deux : à gauche la simulation des images prévues au jour 4 ; à droite les nuages observés au jour de validité.

« prévisions d'ensemble », grâce auxquelles on pourra connaître l'importance à accorder à l'information météo qu'on se met sous la dent, ce qui n'est pas le cas avec les prévisions déterministes conventionnelles. Une approche qui risque de susciter de nouveaux problèmes d'interprétation. Par exemple, les prévisions d'ensemble feront appel à la notion de « probabilité d'occurrence », un jargon qui va semer un peu plus de confusion dans l'esprit des profanes.

Mais comment les météorologues parviendront-ils à évaluer la pertinence de leurs propres prévisions ? « Il suffit de créer de petites perturbations artificielles dans les conditions initiales, puis de lancer plusieurs modèles mathématiques différents pour voir si l'ordinateur arrive à la même solution », résume Louis Lefavre. Si les résultats restent les mêmes, malgré ces légères variations, la prévision météo a plus de chances de s'avérer exacte. Probablement.



Grille du modèle global utilisé au Centre météorologique canadien. Il s'agit de la grille de 400 points par 200 points.

au sol est moindre et, en plus, la neige réfléchit la chaleur de façon égale à peu près partout, peu importe que celle-ci rebondisse sur une colline, un lac ou une vallée. L'efficacité du modèle s'en trouve donc accrue, car les petites subtilités reliées à la topographie ont moins d'influence.

Il ne faudrait toutefois pas présumer que la partie est gagnée d'avance pour les météorologues en hiver. L'estimation au centimètre près de la quantité de neige que les nuages saupoudreront sur nos têtes leur donne du fil à retordre. « Savoir qu'il va neiger, ce n'est pas compliqué, affirme Pascal Yiacouvakis. Mais estimer quelle quantité de neige va tomber, c'est une autre histoire. Si je prévois 5 cm et qu'il en tombe 25 cm, ce sont les téléspectateurs qui vont me tomber dessus. »

Parlons-en, des téléspectateurs. « On se demande parfois si les gens écoutent vraiment le bulletin ou s'ils se contentent de regarder la miss météo », déplore Gilles Labrecque, météorologue au bureau des prévisions d'Environnement Canada, qui en a long à dire sur le sujet. Selon lui, même une prévision parfaite, à supposer qu'elle existe, est nécessairement entachée par le système de diffusion qu'elle doit emprunter pour rejoindre la population. Les météorologues sont par ailleurs tous un peu contrariés qu'on fasse presque systématiquement appel à des communicateurs, et non à des météorologues, pour parler du temps dans les médias. Aux bureaux de Dorval et de Ville Saint-Laurent, personne ne l'affirme haut et fort, mais les sous-entendus sont éloquents...

Gilles Labrecque croit même qu'il s'agit d'une des sources d'erreurs autant, sinon plus importante, que la relative imprécision des modèles informatiques : « Il faut y aller avec des pincettes quand on diffuse des prévisions météorologiques. » Or, trop souvent, on voit des présentatrices promettre monts et merveilles climatiques plusieurs jours à l'avance, avec un enthousiasme débordant. « Elles

se mettent la tête sur le billot dans le seul but de plaire à l'auditoire, soutient le météorologue. Comme si elles oublieraient que dans le temps de le dire, l'instabilité de l'atmosphère peut ruiner toutes ces bonnes nouvelles. »

Mais ces faussaires de la météorologie sont loin d'être les seules à blâmer. Même lorsqu'elles pèsent soigneusement leurs propos, en les imprégnant de toutes les nuances nécessaires, les erreurs d'interprétation sont nombreuses. Comme si l'émetteur et le récepteur parlaient deux langues différentes. Par exemple, lorsqu'on évoque une « probabilité de précipitation de 70 % », bien des gens déduisent qu'il va pleuvoir 70 % du temps, ou encore sur 70 % du territoire. Il faudrait pourtant traduire ainsi : en un point donné, on a 7 chances sur 10 de recevoir de la pluie. Les exemples du genre pullulent. « Le jargon météorologique est ex-

pressément conçu pour décrire différentes réalités, mais les mots qu'on emploie ne signifient pas toujours la même chose pour le grand public, dit Gilles Labrecque. Aux yeux de plusieurs, il y

a la neige et la pluie, un point c'est tout. » Mais il existe tant de nuances sous un ciel gris : la bruine, le grésil, la grêle, les averses, la pluie intermittente, la pluie verglaçante, entre autres belles couleurs de la grisaille... **QS**



Les présentatrices de météo à la télé : « Elles se mettent la tête sur le billot dans le but de plaire à l'auditoire. »

Futiles, les prévisions météo ?

Le 5 juin 1944, les météorologues allemands sont formels : une dépression persistante promet une dizaine de jours consécutifs de mauvais temps. Du côté adverse, même constat. Il faudra remettre à plus tard le débarquement sur les côtes de la Normandie, prévu pour cette journée-là. L'histoire n'a pas retenu le nom du météorologue qui a détecté les conditions propices à une embellie de très courte durée, le lendemain. Sans lui, l'issue de la Deuxième Guerre mondiale aurait pu être radicalement différente. Il avait vu juste : le 6 juin, les Allemands n'ont pas vu venir l'éclaircie ni les hurluberlus qui ont profité de cette clémence inespérée des éléments. Comme quoi une banale prévision météo peut avoir plus d'impact qu'on ne le croit...

Virus informatiques



la trousse d'urgence

Une mine de conseils et d'astuces.

Actuellement en kiosque



La redécouverte du patrimoine industriel



Du génie et des hommes



Les usines, les cheminées, les sirènes qui ponctuent la journée de travail avec le va-et-vient des ouvriers... Ces images ont longtemps fait partie de la vie quotidienne des villes du Québec. Témoins d'une époque révolue, plusieurs des bâtiments de ce temps sont aujourd'hui à l'abandon. Doit-on les restaurer et les conserver comme biens patrimoniaux ? Mais peut-être faudrait-il d'abord accorder une valeur culturelle à cette aventure industrielle et technologique dont témoignent ces lieux de mémoire.

Québec Science ouvre ce mois-ci une série inédite sur ce patrimoine. Il s'agit d'une incursion exceptionnelle dans l'histoire des sciences et des technologies au Québec, en bonne partie reléguée aux oubliettes. « Sur le plan identitaire, ces lieux industriels anciens sont importants, fait remarquer l'archéologue Marcel Moussette. Mais les entreprises ne conservent pas beaucoup d'archives. On a déjà effacé beaucoup de témoignages et perdu beaucoup de choses. »

À tout le moins, cette série permettra, pensons-nous, de jeter un nouveau regard sur notre histoire collective qui ne peut se limiter qu'à des batailles, des fondations de villes ou d'institutions, des dates d'élections ou de crises politiques. **R.L.**

**Premier épisode :
les brasseries >>>**



ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC À QUÉBEC/CN/ABATT/MOLSON



MYSTÈRE et vieilles bulles

Des trous de mémoire béants rendent difficile à lire l'histoire d'une des industries les plus anciennes au Québec : celle des brasseries.

par **Raymond Lemieux**



C'est la faute aux Anglais. On n'en sort pas. C'est à cause des colons venus du Royaume-Uni — et grâce à eux — que l'on boit de la bière au Québec. C'est à eux que revient le mérite d'avoir réussi l'implantation d'une industrie brassicole viable au pays.

Bien sûr, les missionnaires récollets ont fait leur bière dès 1620. Bien sûr, les premiers canadiens se concoctaient une sorte de bouillon fabriqué à partir de pâte crue, de levain trempé dans l'eau. Bien sûr, il y avait quelques auberges qui proposaient à leurs clients de la boisson houblonnée. Mais on s'en tenait à une production modeste, domestique et sans prétention.

De la vraie bière commerciale ? Jean Talon s'y essaie le premier. En 1668, l'intendant décide la construction d'une vaste brasserie à l'embouchure de la rivière Saint-Charles. La production annuelle est fixée à 4 000 barriques (alors qu'il y a déjà près de 5 500 personnes dans la colonie). La moitié est destinée au marché des Antilles. Dans les

années 80, des fouilles entreprises par l'Université Laval et dirigées par Marcel Moussette, ont permis de redécouvrir le plancher dallé du germoir, la citerne d'eau et les séchoirs à orge de cette brasserie. Même des grains de très vieux houblon sont retrouvés dans un drain. « C'est un bâtiment important pour l'époque, dit l'archéologue. Mais on ne peut toutefois savoir si Jean Talon a réellement atteint la production voulue ni même s'il a réussi à vendre l'ensemble de cette production. »

Bien que la bière soit « très bonne », comme le note Frontenac, la brasserie doit abandonner les opérations en 1675. Jean Talon n'a pas convaincu ses administrés qui s'en tiennent au bouillon et à l'eau-de-vie, ainsi qu'au vin dans les ménages mieux nantis. C'est d'ailleurs l'élixir de Bacchus qui prendra progressivement plus de place dans les habitudes de consommation. En 1739, rapporte l'historien Marc Lafrance dans la revue *Cap-aux-Diamants*, la Nouvelle-France a importé de la région de la Loire, de Bordeaux, voire d'Espagne,

775 166 bouteilles pour une population de 24 260 adultes. Cela fait 32 litres de vin par personne par année. Deux fois la consommation actuelle qui s'établit, selon Statistique Canada, à 14 litres par année au Québec !

Ce sont donc les Anglo-Saxons, nostalgiques de leurs *pubs*, de leur *ale* et de leur *stout*, qui réussissent à implanter solidement des brasseries commerciales. Ils s'appellent Loid, Daws, Dunn, Molson, Boswell, Carling, Dow, Labatt, O'Keefe.

Molson d'abord. John Molson, qui n'est même pas né au moment de la bataille des plaines d'Abraham, met le pied à Montréal en 1782. Il a 18 ans et une petite fortune en poche. La bière est en demande, constate-t-il alors. Flairant la bonne affaire, il s'associe à un entrepreneur, Thomas Loid, qui commence à faire de la bière. Quatre ans plus tard, John Molson devient propriétaire à part entière de la brasserie qui n'a jamais déménagé, mais qui a aujourd'hui pris une allure de forteresse. Il produira 4 tonneaux



Salle de brassage.

chrono



1620

La fabrication de la bière fait partie des tâches des missionnaires récollets en Nouvelle-France. Dans leurs récits, les jésuites font état d'un établissement, à Sillery près de Québec, où, en 1646, on fabrique de la bière. La production qui en est issue n'est toutefois pas destinée au public. Le colon doit se contenter de bouillon – une sorte de bière domestique – et d'eau-de-vie.

1668

L'intendant Jean Talon entend fournir de la bière à un prix raisonnable. Colbert, ministre général, approuve : « Le vice d'ivrognerie ne sera plus désormais l'occasion d'aucun scandale à cause de la nature rafraîchissante de la bière dont les vapeurs privent rarement l'homme de l'usage de la raison. » La brasserie de Jean Talon commence ses activités en 1670. Mais cette première aventure commerciale au pays est un échec. L'édifice logera les ouvriers du chantier naval voisin avant d'être transformé en résidence pour l'intendant.



1690

Charles Lemoyne tente à son tour l'expérience. Il construit une brasserie sur ses terres de Longueuil. Nouvel échec.

1714

Mise au point d'un outil devenu essentiel dans la fabrication de la bière : le thermomètre. Son inventeur est l'Allemand Daniel Fahrenheit. On pourra dès lors consigner quelques informations précieuses afin de développer une méthode de fabrication plus scientifique. Le physicien Anders Celsius propose une autre version du thermomètre en 1742.

de bière par semaine, soit près de 2 650 bouteilles.

« Selon les témoignages, Molson avait réussi à mettre sur le marché une des meilleures bières de l'époque », dit l'historien Stéphane Morin qui vient tout juste d'achever une thèse sur l'évolution des brasseries au XIX^e siècle à Montréal. « C'est Molson qui a démarré l'industrialisation de la fabrication de la bière au Canada, dit-il. Entre autres choses, il a fait venir beaucoup de matériel d'Angleterre comme en témoignent des actes notariés de 1788. »

De fait, nous sommes au tout début de la révolution industrielle. L'invention de nombreux outils, tels le thermomètre, le densimètre ou les chaudières à vapeur, a d'immenses retombées dans le monde de la bière. « Les brasseurs ont pu commencer à faire des mesures, indique Mario D'Eer, un criminologue recyclé dans la passion brassicole. Ça a permis de standardiser et de mécaniser la production, mais surtout de contrôler la qualité du produit. Avant, on ne pouvait jamais garantir le goût de la bière que l'on produisait. Bien des choses repo-



> Patrimoine industriel

saient uniquement sur l'art et le talent du brasseur. »

Comment ces changements se sont-ils répercutés au Québec ? La question pose bien des maux de tête aux quelques historiens qui veulent en savoir plus. « Les documents qui permettraient l'écriture d'une histoire intégrale de la bière au Québec sont trop disséminés, explique Stéphane Morin. Plusieurs brasseries sont nées dans le courant du XIX^e siècle, la plupart ont fermé leurs livres sans léguer d'archives. » Résultat : la mémoire de l'industrie de la bière est aujourd'hui parsemée de trous. Ou de bulles. Par exemple, on ne sait pas com-



en étudiant l'histoire de la brasserie Boswell, installée à Québec, sur les lieux même de la brasserie de Jean Talon.

« Cela guette tous ceux qui tentent d'écrire l'histoire de l'activité industrielle », dit-elle. La chercheuse s'est penchée sur une période récente de cette entreprise qui contrôlait les trois quarts du marché dans la région de Québec. « Rien qu'en considérant les années 1940 et 1950, j'ai pu apprécier combien la technologie a évolué vite. J'ai été capable de recueillir des informations là-dessus car j'avais encore la chance de pouvoir rencontrer des gens qui y avaient travaillé. »

Quantité annuelle de bière bue par chaque Québécois

En 1869 : 10,4 litres.

En 1912 : 30 litres. Il s'agit environ d'une bouteille par semaine.

En 1998 : 94,4 litres. C'est au Québec que l'on boit le plus de bière par habitant au pays après le Yukon (143 litres par habitant).



Centre de distribution des produits Labatt sur la rue De Lorimier à Montréal en 1894.

ment les grandes découvertes de Pasteur en microbiologie ont été intégrées à la fabrication de la bière, ni comment les entreprises ont cherché à tirer leur épingle du jeu lors de la période de la prohibition.

Même Molson, pourtant un pilier de l'histoire de la bière au Québec, laisse filtrer peu d'informations. « Il y a un mystère Molson comme il y en a un pour les autres brasseurs, dit l'historien. Car ceux-ci maintiennent un secret absolu sur le brassage de chaque bière et sur ce qui lui donne son caractère distinct. » Pour les historiens, ça complique leur tâche.

Nicole Dorion, une ethnologue de Québec, a aussi rencontré ce problème

La brasserie Boswell n'existe plus. La bière Dow qu'elle fabriquait dans ses dernières années non plus. C'est qu'elle a été le point central d'une des crises alimentaires les plus terribles au Canada. Un épisode qui s'est terminé de manière dramatique quand la brasserie s'est trouvée — à tort ou à raison, on ne l'a jamais démontré — associée à une série d'intoxications entraînant la mort de 16 personnes à Québec en 1966. C'est un médecin qui a osé soupçonner publiquement que l'ajout de sel de cobalt dans la bière aurait été la cause de la tragédie. « Le chimiste qui travaillait dans l'entreprise ne s'est toujours pas remis de ces insinuations », rapporte Nicole Dorion.

Boswell ne se relèvera jamais de cette affaire. À la fin des années 70, il ne restera que trois géants qui se partagent le marché de la bière au Québec : O'Keefe, Molson et Labatt. « Dans ce contexte, un modèle de bière s'impose : celle qui plaît au plus grand nombre de consommateurs, dit Mario D'Eer. À l'instar de l'alimentation de l'époque, le produit ne doit donc pas avoir trop de saveur, pour ne pas brusquer la majorité des buveurs. »

En 1982, une première microbrasserie ose cependant faire un saut dans l'arène et propose une nouvelle bière : la Massawippi. C'est le début d'un phénomène nouveau. D'autres microbrasseries emboîtent le pas : GMT, Les brasseurs du Nord, Unibroue, pour n'en nommer que quelques-unes. Elles mettent sur le marché autant de produits hors norme : des bières blondes mais aussi rousses, noires et blanches. Des bières de bleuet, de sarrasin, d'épeautre, également. À ce régime, elles réussissent à prendre 5 % du marché. « On ne boit plus de la bière de la même manière qu'il y a 40 ans, dit Andrée Marcil adjointe au vice-président à la microbrasserie Unibroue. L'amateur de bière ne se considère plus comme un consommateur mais comme un dégustateur. Il exige d'être étonné. »

Pourvu que ça dure... **CS**

La p'tite bière

Ce fut l'heure de gloire des bières de gingembre, d'épinette et de salsepareille ! C'était à l'époque d'une campagne religieuse et morale menée notamment par le Conseil central de la Croix-noire contre la consommation d'alcool.

La bière d'épinette, aussi appelée « p'tite bière », aura été la plus populaire des boissons de tempérance au début du XX^e siècle. Qu'en reste-t-il ? Aujourd'hui encore, certaines entreprises la fabriquent de manière artisanale. Ce qui n'est plus le cas des bières de gingembre (un mélange d'eau de cassonade, de levure et de poudre de gingembre) et de salsepareille (extrait de racine très populaire dans les années 1840), devenues de vulgaires boissons gazeuses : la ginger ale et la root beer.

Équivalent en valeur nutritive de 0,75 chopine de bière : 8,8 onces de morue; 3,7 onces de bœuf; 6,4 onces de lait.

Équivalence réalisée par le docteur Lundin de l'université Harvard et rapportée par un document de l'Association des maîtres brasseurs du Canada publié en 1935. La diététique a — heureusement — bien changé depuis !



Le secret est dans la cuve



L'homme connaît la bière depuis des siècles. Les Babyloniens la brassaient, les pharaons aussi. Avec la bénédiction de saint Arnould, le patron des brasseurs, les méthodes se sont heureusement raffinées.

par Raymond Lemieux

Au fond, fabriquer de la bière n'est pas bien compliqué : il faut de l'eau, du houblon, de la levure, de l'orge... Même Benoit Maillette, maître brasseur chez Molson, peut le confirmer : « En fait, tout est une question de dosage puis de contrôle de la production et de la qualité, rappelle cet ingénieur chimiste qui œuvre dans une des plus importantes entreprises de bière au pays (quatre millions d'hectolitres par année). Mais nous ne devons pas oublier que nous travaillons avec un produit vivant. »

Fabriquer de la bière est si « simple » que les recettes et techniques de brassage sont gardées *top secret* chez Molson. Comme ailleurs. C'est l'art et la manière des maîtres brasseurs qui font les particularités de chaque marque de bière. Mario D'Eer, auteur de nombreux ouvrages sur le nectar houblonné, va même plus loin : « La nature et la qualité des quelques variables qui composent la bière interfèrent tellement que la boisson n'est même pas pareille d'une journée à l'autre. »

On finit par l'oublie : elle est avant tout un produit céréalier. La majeure partie de la bière bue au Québec et ailleurs

est composée d'orge. *Hordeum vulgare*, pour les intimes. Mais on peut aussi en fabriquer avec du maïs, de l'avoine, du riz, du froment ou de l'épeautre.

La céréale est d'abord maltée. Dans le cas de l'orge, cela signifie que les grains trempent une cinquantaine d'heures jusqu'à ce qu'ils germent pour devenir du malt. Cette germination peut durer

entre quatre et huit jours, jusqu'à ce que des enzymes se soient formés. Les maîtres brasseurs passent alors à l'étape du séchage, que l'on appelle le touraillage. Les grains sont exposés à l'air chaud. C'est la température qui détermine la torréfaction du malt et conséquemment son goût et sa couleur. Blondes, brunes, rousses ou noires ? En guise d'exemple, la superbe Saint-Ambroise noire nécessitera près de

725 kilos de malt pâle combiné à 225 kilos de malt grillé et d'avoine.

D'autres céréales peuvent aussi être ajoutées selon le type de bière recherchée. C'est du malt de froment qui permet d'obtenir des bières blanches comme la Hoegaarden ou la Blanche de Chambly. Cette étape de production se fait, règle générale, dans des usines appelées

Les ingrédients de la bière

De l'eau (entre 90 % et 95 %), du malt (entre 5 % et 8 %), du houblon (moins de 1 %) et de la levure (moins de 1 %).



chrono



La brasserie Molson.

1760

Le début du régime anglais favorise la venue d'une immigration britannique au Canada. La demande pour la bière augmente. De nombreuses petites brasseries font leur apparition.

1782

John Molson arrive à Montréal. Il s'associe à un jeune brasseur, Thomas Loid, installé au pied du courant Sainte-Marie, là où se trouve toujours la brasserie qui prendra le nom de Molson.

1785

La bière marque-t-elle les véritables débuts de la révolution industrielle ? En tout cas, la première machine à vapeur conçue par l'ingénieur écossais James Watt est mise en fonction en Angleterre. Elle sert au brassage d'un *porter*.

1790

Un autre commerçant, Thomas Dunn, fonde une brasserie à Laprairie, alors située sur la route principale reliant Montréal à New York. En 1808, il déménagera ses cuves, rue Notre-Dame, à Montréal.

1814

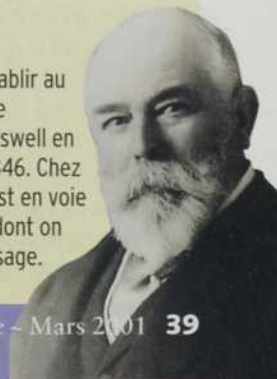
Identification, par un chimiste du nom de Kirchhoff, du premier enzyme hydrolitique, lequel convertit l'amidon en sucre dans le brassage.

1818

Un fils de brasseur écossais, William Dow, est embauché à la brasserie Dunn. Son frère le rejoint en 1830. Ils prendront le relais du fondateur.

1828

John Labatt vient s'établir au Canada. Il sera suivi de Carling en 1840, de Boswell en 1844, de O'Keefe en 1846. Chez les buveurs, la bière est en voie de déclasser le rhum dont on fait alors largement usage.





> Patrimoine industriel

des malteries.

Puis arrive le moment du concassage : les grains d'orge sont broyés, écrasés et mélangés à l'eau chaude que l'on souhaite la plus pure possible. La brasserie de Thomas Loid a d'ailleurs été installée au bord du fleuve sur la rue Papineau à cause de la qualité de l'eau qu'on y puisait. Si Molson s'approvisionne maintenant au système d'aqueduc de la ville de Montréal — tout comme son éternel rival Labatt — la brasserie a quand même ajouté des systèmes pour retirer les molécules de chlore de l'eau, qui anéantiraient autrement tout le processus de fermentation à venir. Règle générale, une eau douce convient aux bières *lagers* tandis qu'une eau plus riche en minéraux est recherchée pour la production de *ales*. « Il peut arriver que les brasseurs déminéralisent leur eau pour ensuite ajouter eux-mêmes des minéraux qui seront alors mieux mesurés », dit Mario D'Eer.

Dans la cuve, une curieuse chimie se produit alors, une transformation que connaissent empiriquement aussi bien les Babyloniens d'il y a près de 7 000 ans que les pharaons, les Gaulois et la plupart des peuples du nord de l'Europe : l'amidon contenu dans le malt est soumis à l'action d'enzymes et de sucres naturellement présents dans la céréale. L'étrange mixture s'appelle le moût.

« À cette étape, les grands brasseurs recourent parfois à une astuce pour utiliser



L'époque des tavernes. La mousse n'était pas en ces temps vue comme le gage d'une bonne bière. Ce qui a depuis beaucoup changé.

moins de grains ou de matière première : ils ajoutent du sucre, dit Mario D'Eer. Le dégustateur peut s'en rendre compte : en bout de ligne, ça donnera des bulles un peu plus grosses et une mousse qui tient moins bien. »

Ensuite, la température du moût est portée jusqu'à 75 °C dans une chaudière. Ce qui favorise à la fois la stérilisation du liquide et la concentration des sucres. Avant l'invention du thermomètre, c'est la netteté du reflet du brasseur penché au-dessus de la cuve qui indiquait la bonne température (vérifique !). On y ajoute alors de petites boules de fleurs de houblon séché, une plante grimpante de la même famille

que le chanvre. Elle sécrète une oléorésine, appelée la lupuline, qui est reconnue pour ses vertus bactéricides, ce qui explique qu'elle contribue à bloquer la prolifération de microbes indésirables lors de la fermentation. Selon le type de bière recherché, on ajustera la quantité de houblon. Règle générale, on ajoute davantage de houblon pour accentuer la couleur, l'amertume et l'arôme.

Le maître brasseur laisse alors refroidir le moût. Cette opération qui, jadis, nécessitait de prodigieuses quantités de glace est aujourd'hui accomplie par un système de refroidissement utilisant la plupart du temps de l'am-

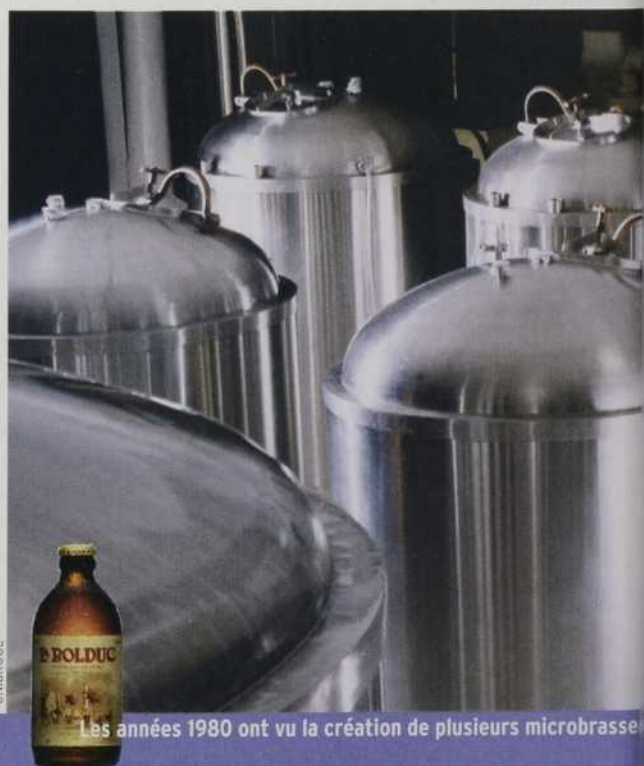


L'étape de pasteurisation chez Labatt (1956).

Des bulles, des bulles...

« Une bonne bière a généralement de petites bulles », dit Mario D'Eer. C'est la viscosité permettant la formation de la pellicule entourant les bulles de gaz carbonique qui détermine leur grosseur. Et cette viscosité dépend de la qualité du sucre.

« Une bière tout grain, sans ajout de sucre comme on peut le faire pour les bières commerciales, aura un pétilllement plus fin. De plus, la grosseur de la bulle est liée à la qualité de la mousse. Une mousse tient mieux lorsqu'elle n'est pas assaillie par de grosses bulles. Il faut tout de même dire qu'auparavant, la mousse n'était pas nécessairement vue comme un facteur de qualité. Les temps ont bien changé. »



UNIBROUÉ

Les années 1980 ont vu la création de plusieurs microbrasses

moniac. Puis le liquide est acheminé vers une cuve dite de fermentation. Une étape qui a longtemps été délicate, car le moût ne doit pas être contaminé par des bacilles ou d'autres bactéries, ces microbes errants qui raffolent de ce mélange riche en acides aminés et en sucres simples. Pour tout dire, le matériel de brassage doit avoir une propreté d'hôpital !

La fermentation est déclenchée par l'ajout de la levure. Les *ales* sont fermentées entre 15 °C et 20 °C, et les *lagers*, dont la fermentation est plus longue, le seront entre 10 °C et 15 °C. C'est à ce moment que la magie se produit. Ce procédé a longtemps mal été compris : l'existence de micro-organismes comme la levure n'a été révélée par le chimiste Louis Pasteur qu'à la fin de XIX^e siècle. Jusqu'alors, la levure était considérée comme une substance bizarre, bien que très précieuse. C'est en fait un champignon unicellulaire également employé dans la fabrication du vin. Pour la conserver, il faut la maintenir à basse température. On comprend pourquoi il a longtemps été difficile de faire de la bière en été.

La bière de la rue Notre-Dame est encore brassée à partir des souches d'une levure du type *Saccharomyces cerevisiae*, que John Molson a lui-même ramenée d'Angleterre. C'est du moins ce que prétendent les documents promotionnels de la brasserie.

« Les levures se nourrissent en quelque sorte des sucres du moût

chrono

1833

La fermentation du malt et la quantité d'alcool qui en sort dépendent d'une enzyme : la diastase. On saura plus tard que c'est la chaleur qui active cet enzyme.

1839

Croisade en faveur de la tempérance. Un prédicateur, l'abbé Charles Chiniquy, tient toutes les tribunes, allant jusqu'à prôner l'abstinence. Déjà, certains curés refusent l'absolution à des personnes



décédées en état d'ivresse. Le diable est dans la bouteille ! En 1842, une Société de tempérance, la Croix-noire, est fondée.

1860

Louis Pasteur publie *Mémoire sur la fermentation alcoolique*. Il soutient que la fermentation doit être considérée comme un acte biologique naturel et non comme une synthèse chimique. Il faudra toutefois attendre la fin du siècle avant que l'ensemble de la communauté scientifique se rallie à sa thèse. Les découvertes de Pasteur marquent les débuts de la microbiologie.

1869

La première machine à réfrigérer est installée dans une brasserie de la Nouvelle-Orléans, aux États-Unis.

1870

La brasserie danoise Carlsberg demande à Louis Pasteur de l'aider à concevoir une bière qui s'exporte bien. Le chimiste démontre alors que le vieillissement trop rapide d'une bière est dû à certaines bactéries. Il met au point un procédé qui, par la chaleur, détruit les pathogènes indésirables. La bière Carlsberg pourra traverser les mers et se vendre jusqu'aux Indes.

1909

L'indice pH est inventé. Les brasseurs arrivent enfin à mesurer l'acidité de l'eau employée dans le procédé de fabrication brassicole. Une découverte bien reçue, car on sait depuis longtemps que l'acidité a un impact sur la qualité du produit, ainsi que sur l'ensemble du processus biochimique pendant le brassage.

1909

Une fusion ! Dow s'allie à une autre

brasserie – Dawes – pour devenir la National Breweries Limited qui reprend plus tard le nom de Dow. Son usine d'embouteillage, bâtie en 1952, abrite aujourd'hui l'École de technologie supérieure de l'Université du Québec à Montréal.

1918

Le gouvernement du Canada interdit la fabrication et l'importation de toute boisson enivrante. On ne pourra brasser que de la bière ayant 2,5 % d'alcool ou moins. Le Québec emboîte le pas.

1921

La politique de prohibition est abolie au Québec. Elle est remplacée par un mécanisme de contrôle des ventes qui sera chapeauté par la Commission des liqueurs, l'ancêtre de la Société des alcools du Québec. Une décision sage selon le *New York Times* qui relate : « La province de Québec espérait résoudre le problème des spiritueux. Elle a essayé le système prohibitionniste mais les résultats ont été les suivants : péculat, corruption, boissons frelatées, accroissement de la consommation et des cas d'ivrognerie. »



1952

La Canadian Breweries achète National Breweries avec ses bières Dow, Dawes, Frontenac et Boswell.

1966

Seize personnes meurent de façon mystérieuse à Québec. Un médecin avance que les décès sont liés à une consommation excessive de bière Dow. Crise. La brasserie retire ses bouteilles du marché et sacrifie l'ensemble de sa production qui est versée dans les égouts de la capitale. Le lendemain, la « broue » sortait par les caniveaux !

1974

Fusion Dow-O'Keefe. En 1989, ce sera au tour de Molson de fusionner avec O'Keefe.

1982

La brasserie Massawippi propose une première bière artisanale sur le marché québécois. C'est le début des microbrasseries.

Suivront les brasseries Cheval Blanc, GMT, McAuslan, Les brasseurs du Nord, Quatre temps, Ferme B, Schoune, Nouvelle-France, Barberie, Chics chocs, Brasseurs de l'anse, Breughel, Broue Chop, Charlevoix, Saint-Laurent, Seigneuriale, Chaudron et Unibroue.



Ici les cuves d'Unibroue, à Chambly.



> Patrimoine industriel

qu'elles dégradent pour donner en retour de l'alcool et du gaz carbonique », explique Benoit Maillette. Une réaction que les biochimistes écrivent ainsi sur l'ardoise de leur laboratoire : $C_6H_{12}O_6$ (les sucres) $\Rightarrow 2C_6H_5OH$ (l'alcool) + $2CO_2$ (le gaz carbonique). L'action des levures est continuellement surveillée, car le taux d'alcool en dépend. Il peut se dérouler entre 4 et 10 jours pour que la fermentation soit accomplie, selon que la bière brassée soit une *lager* (7 à 10 jours) ou une *ale* (4 à 6 jours). Dans le cas des *lagers*, la levure se dépose au fond de la cuve tandis que la levure produisant la *ale* flotte à la surface. Une fois le travail accompli, on la retire afin qu'elle puisse servir à d'autres brassins. À la brasserie Boswell, relate l'ethnologue Nicole Dorion, une certaine quantité de ce surplus de levure était séchée. « Elle était vendue à des pharmaciens qui la proposaient à leurs clients comme produit tonique, dit-elle. Le brasseur pouvait aussi en prendre à son arrivée au travail s'il se sentait trop fatigué. »

Reste à filtrer la bière pour la débar-

asser des particules et des cellules de levures en suspension. On transfère ensuite le liquide des cuves de fermentation vers les cuves de garde où il va séjourner quelque temps avant la mise en bouteilles ou en barils. Après quoi, la bière peut être pasteurisée ce qui permet une stabilisation biologique du liquide, disent les maîtres brasseurs.

« Par la suite, le pire ennemi de la bière sera son oxydation », note Benoit Maillette. Pour s'en protéger, les brasseurs ont longtemps ajouté des agents antioxydants. Mais depuis le début des années 90, la plupart des brasseries trouvent le moyen de s'en passer.

En ce qui concerne les bières dites de garde, une étape supplémentaire s'ajoute afin de provoquer une deuxième fermentation. « Ce qui peut leur valoir le terme de vin d'orge », souligne Andrée Marcil. Pendant un mois et demi, on laissera alors dormir la bière dans des cuves avant de la mettre en bouteilles.

Il ne lui reste plus alors que l'ultime et la plus délicate épreuve : celle de nos papilles gustatives. **QS**



* Pour en savoir plus :

Ales, lagers et lambics, la bière par Mario D'Eer, coéditions Trécarré et Bière Mag, Montréal-Chambly (Québec) 1998, 418 p. 39,95 \$ Une petite encyclopédie fort bien faite et bourrée de renseignements. On y apprend entre autres choses quelques notions pour déguster correctement les bières.



Pour exercer ses papilles :

La brasserie GMT (5585, rue de la Roche à Montréal) ouvre ses portes tous les samedis à 13 h. Il y a des dégustations sur place. Téléphone : (514) 274-4941.

L'historien Stéphane Morin propose des soirées dégustation sur demande : (514) 992-6941.

>> CyberRessources

www.bieremag.ca
www.realbeer.com

Le magazine scientifique de l'heure

Animé par
Frédéric Loiselle



Télé-Québec

zone

JEUDI 19 H 30

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.



Des millions de microchercheurs !

Devenez un acteur de la recherche scientifique en faisant travailler votre ordinateur dans ses temps libres.



Même avec beaucoup d'acharnement, vous ne parviendrez pas à utiliser continuellement votre ordinateur au maximum de ses capacités. À chaque seconde, que vous le vouliez ou non, son microprocesseur gaspille des millions de cycles d'opérations, même lorsqu'il n'est pas en état de veille. C'est d'autant plus vrai que la puissance des micro-ordinateurs d'aujourd'hui dépasse bien souvent les besoins d'un utilisateur moyen.

Au lieu de laisser se perdre cette puissance dormante, l'idée est venue de l'exploiter.

En combinant les cycles perdus de plusieurs milliers d'ordinateurs, on peut cumuler suffisamment de puissance pour créer un « superordinateur virtuel » capable de rivaliser avec les plus puissantes machines. Un véritable superordinateur demande des locaux spéciaux et tombe souvent en désuétude avant même que l'on ait terminé de le payer. En revanche, ce superordinateur virtuel ne nécessite, lui, aucun entretien, et sa puissance augmente tranquillement au fur et à mesure que les membres du réseau mettent leurs engins à niveau.

Jusqu'à tout récemment les projets de « calcul distribué », comme on les appelle, avaient des objectifs plutôt abstraits pour le commun des mortels. Par exemple, il s'agissait de calculer des nombres premiers ou des milliards de décimales de π (pi), ou encore de briser des clés de cryptographie (voir À la recherche du temps perdu, Québec Science, décembre 1997-janvier 1998).

En opération depuis avril 1999, le projet SETI@home (1) est sans doute le plus connu du genre. Initiative de l'Insti-

Comment ça marche

La première étape consiste à télécharger et installer sur son ordinateur un petit programme d'analyse. Ensuite, le logiciel récupère par le biais d'Internet des données à analyser. Comme un économiseur d'écran, le logiciel peut travailler lorsque vous n'utilisez pas votre ordinateur. S'il est très puissant, vous pouvez aussi le laisser fonctionner en arrière-plan de façon permanente. Il exploitera alors tous les petits temps morts, mais vous risquez parfois d'essouffler votre machine. En principe, le logiciel d'analyse est conçu pour être parfaitement « étanche ». C'est-à-dire que vous n'aurez pas directement accès aux données qui vous sont « prêtées » et, inversement, vos documents et données restent confidentiels. Quelques mesures de précaution s'imposent tout de même. Pour éviter d'installer à son insu un logiciel mal intentionné, comme un cheval de Troie, il vaut mieux faire affaire avec un organisme reconnu et sérieux.

tut américain SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence), SETI@home met à contribution les ordinateurs de milliers d'internautes pour analyser des données provenant du radiotélescope d'Arecibo, situé à Porto Rico, et tenter d'y détecter d'éventuels signaux extraterrestres (voir Lettre ouverte à E.T., Québec Science, juillet-août 1999). En décembre dernier, grâce à ces 2,5 millions de participants provenant de 226 pays, le programme SETI avait cumulé l'équivalent de plus de 500 000 ans de calcul !

Devant le succès phénoménal de SETI@home, plusieurs entreprises tentent à leur tour de tirer profit des richesses qui sommeillent dans votre micro-ordinateur. Et, avec plus de 400 millions d'ordinateurs personnels dans le monde, le potentiel est loin d'être tari; bien que le pourcentage des ordinateurs accessibles par Internet soit encore faible pour l'instant.

L'expérience vous tente, mais la chasse aux extraterrestres ou aux décimales ne vous passionne pas outre mesure ? Rassurez-vous, il y en a désormais pour tous les goûts.

Chez Popular Power (2), par exemple, on peut participer à une vaste étude sur le virus de la grippe, tandis que les collaborateurs de Parabon (3) et de United Devices (4) peuvent prendre part à la lutte contre le cancer en contribuant à l'évaluation de nouvelles molécules thérapeutiques. En partenariat avec le Scripps Research Institute, Entropia (5) a mis sur pied le projet Fight-AIDS@Home où l'on peut collaborer à la recherche de nouveaux médicaments contre le sida. De son côté, l'université

Stanford mène un important projet de modélisation de protéines appelé Folding@Home (6).

Comme premier projet, Distributed Science (7) propose pour sa part une vaste simulation pour évaluer différents modes de stockage des déchets nucléaires. Selon ses responsables, son réseau, qui compterait déjà plus de 145 000 participants, disposerait d'une puissance de calcul au moins trois fois plus grande que celle du **ASCI White, le plus puissant ordinateur du globe.**

Bien d'autres projets sont en préparation, dont certains à des fins purement commerciales. Les studios d'animation, par exemple, pourraient profiter de services de calcul distribué. Les images de synthèse que l'on peut voir dans des films comme *Toy Story* ou *Jurassic Park* demandent des jours pour être générées avec un superordinateur.

Alors que la plupart des projets dépendaient jusqu'ici de la bonne volonté ou de la curiosité des personnes, plusieurs entreprises n'hésitent pas à avoir recours à des loteries et d'autres appâts pour séduire les internautes. Certaines, comme United Devices et Parabon, envisagent même de rémunérer leurs participants. Comme pour les programmes de type « Payer pour surfer », il ne faut toutefois pas espérer des fortunes. Établis selon la disponibilité et la puissance de l'ordinateur, les tarifs devraient avoisiner les 10 dollars mensuellement. Ce n'est pas le Pérou, mais puisque c'est votre ordinateur qui fait tout le travail pour vous... **QS**



La bête aux 12 teraflops

Mis au point par la société IBM, le plus puissant ordinateur du monde s'appelle Advanced Strategic Computing Initiative White, ou ASCI White pour les intimes. Il pèse plus de 100 tonnes et occupe l'espace de deux courts de tennis ! Avec ses 8 192 microprocesseurs, il a une puissance de 12,3 teraflops. En d'autres termes, il peut effectuer plus de douze mille milliards d'opérations à la seconde. Selon IBM, ASCI White effectue en une seconde les opérations qui prendraient 10 millions d'années à un humain, si celui-ci ne disposait que d'une simple calculatrice ! Le colosse sera utilisé par le gouvernement américain pour effectuer des simulations d'armes nucléaires. Selon ses concepteurs, ASCI White pourrait cependant s'acquitter de tâches beaucoup plus salutaires, comme le traitement de données génétiques, des simulations financières ou des modélisations de systèmes climatiques. Par exemple, ASCI White pourrait modéliser la météo du globe en quelques secondes, au lieu des 18 heures actuellement nécessaires aux ordinateurs des services météorologiques. Comme si cela ne suffisait pas, on discute déjà des plans du successeur d'ASCI White qui devrait atteindre les 100 teraflops d'ici quelques années.

» CyberRessources

IBM
www.ibm.com
ASCI White
www.llnl.gov/asci/

» CyberRessources

- (1) SETI@home
setiathome.free.fr
- (2) Popular Power
www.popularpower.com
- (3) Parabon
www.parabon.com
- (4) United Devices
www.ud.com
- (5) Entropia
www.entropia.com
- (6) Folding@home
www.stanford.edu/group/pandegroup/Cosm/
- (7) Distributed Science
www.distributedscience.com

Mercenaires du Web

C'est un refrain bien connu, les internautes n'aiment que ce qui est gratuit. Bien des sites Web payants l'ont appris à leurs dépens ! Par contre, ils sont très ouverts quand vient le temps de recevoir de l'argent...

Depuis un peu plus d'un an maintenant, des

entreprises comme AllAdvantage et DesktopDollars proposent une formule en apparence alléchante : payer les internautes pendant qu'ils surfent. En échange, il n'est pas nécessaire de vendre son âme, mais simplement de tolérer qu'une fenêtre de publicité s'affiche en permanence durant les pérégrinations virtuelles. En plus du surf rémunéré, il existe des formules où l'on peut être payé pour lire des courriels de pub, écouter la radio sur le Web et

même jouer en ligne ! Bref, tout pour retenir votre attention. Évidemment, avec une rémunération autour de 50 cents de l'heure, vous ne risquez pas de faire fortune. Il reste à voir si ces entreprises survivront bien longtemps, puisque plusieurs semblent déjà éprouver quelques difficultés à trouver le chemin de la rentabilité.

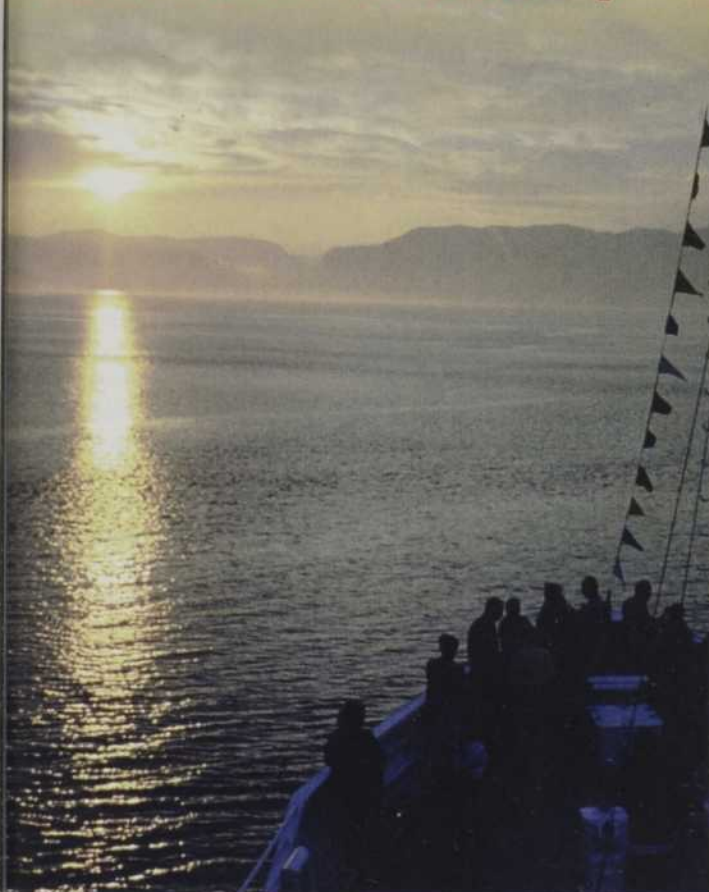
Pour connaître les nombreux programmes existants :

ClickAffiliate
www.clickaffiliate.com



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

D'une valeur de 4 768 \$



Dépaysement assuré !

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

Le forfait inclut :

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



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

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

- tous les repas, incluant casse-croûte lors des escales
- cuisine régionale raffinée, produits de la mer

➤ **Départ de Rimouski le 25 juin 2001**

➤ **Retour à Rimouski le 2 juillet 2001**

Le tirage aura lieu le 30 avril 2001.



Écomertours Nord-Sud inc.
www.ecomertours.com



Association
touristique
régionale
de Duplessis



Concours croisière Écomertours

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

Nom _____

Adresse _____

app. _____

ville _____

code postal _____

téléphone _____

courriel _____

☐ Chèque

☐ Visa

☐ MasterCard

Chèque à l'ordre de Québec Science

N° de carte _____

Date d'expiration _____ /

Signature _____

Toutes les demandes d'abonnement et de réabonnement au magazine Québec Science reçues entre le 12 janvier et le 27 avril 2001, 17 heures, seront automatiquement inscrites au concours.

Si le gagnant ou la gagnante est âgé de moins de 18 ans, il devra être accompagné d'un adulte.

Les règlements du concours sont affichés à Québec Science, 3430 rue Saint-Denis, bureau 300.

La valeur totale du prix est de 4 768 \$ plus taxes.

Le tirage au sort aura lieu le lundi 30 avril 2001.

La personne gagnante sera informée par téléphone et devra répondre à une question réglementaire.



☐ 1 an (10 n°) 41,35 \$

☐ 2 ans (20 n°) 71,25 \$

☐ 3 ans (30 n°) 98,87 \$

Taxes incluses

Offre valable au Canada seulement jusqu'au 27 avril 2001

Détachez et expédiez à Québec Science

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

ou téléphonez au :

(514) 875-4444 ou 1 800 667-4444

ou télécopiez au :

(514) 523-4444

ou par Internet :

www.CyberSciences.com/abonnement

Québec Science



Plus dur que le marbre !

À lire avant votre prochaine visite chez le dentiste. Ou après, selon votre degré de sensibilité...



De toute son existence, votre bouche n'a connu qu'un bref moment sans bactéries : c'est à l'instant qui a suivi votre naissance. À la première respiration, à la première tétée, elles ont colonisé cette terre encore vierge.

Les spécialistes ont identifié plus de 250 espèces de bactéries qui peuvent rassembler plusieurs milliards d'individus dans une seule bouche ! Chacune a sa surface préférée : l'intérieur des joues, le dessous de la langue, le palais, la face avant des dents, une crevasse de l'émail, etc.

Évidemment, la friction des aliments ou de la brosse leur fait la vie dure. Mais les

bactéries ne se découragent jamais. Quelques minutes seulement après un brossage des dents en bonne et due forme, une mince (0,1 micromètre) couche de glycoprotéines provenant de la salive se forme sur les dents. Des bactéries transportées par la même salive se fixent rapidement sur cette couche. À partir du sucre alimentaire (saccharose), elles synthétisent et sécrètent de grosses molécules de sucres insolubles qui les emprisonnent dans un réseau : voilà la plaque dentaire qui renaît déjà, que vous aurez intérêt à faire sauter au prochain brossage.

Car c'est là que ça se gâte. Les bactéries métabolisent les hydrates de carbone et

libèrent des acides, comme l'acide lactique, l'acide acétique (constituant du vinaigre), etc. Ces acides présents dans la plaque, donc non lessivés par la salive, vont attaquer l'émail des dents. Les boissons gazeuses sont particulièrement nocives, car en plus du sucre, certaines contiennent de l'acide phosphorique, qui s'attaque aussi à l'émail.

La couronne, la partie de la dent émergeant de la gencive, comporte trois couches : la pulpe centrale, la dentine puis l'émail. Ce dernier, épais d'environ 2 millimètres, est constitué à 97 % d'hydroxyapatite $[Ca_{10}(PO_4)_6 \cdot (OH)_2]$, un type de phosphate de calcium. La dentine, elle, comporte environ 70 % d'hydroxyapatite, 10 % d'eau et 20 % de composés organiques, surtout du collagène et d'autres protéines.

L'émail est très solide. « Sur l'échelle de Knoop, la dureté de l'émail atteint 350, alors que celle de la dentine n'est que de 60 », dit Pierre Desautels de la Faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal. L'émail est plus dur que le marbre et est aussi dur que le fer !

Et il faut que l'émail soit solide. « Avec les appareil de mesure, on a déterminé que la force exercée au niveau des mâchoires peut dépasser 1 000 newtons, indique Gilles Lavigne, professeur à l'université de Montréal et spécialiste du bruxisme (les grincements de dents, etc.). Si on tient compte du fait que les dents n'entrent pas en contact sur toute leur surface, les pressions impliquées dans la mastication sont énormes. » Elles dépassent celles que peut supporter le béton !

Après la formation des dents au sein des

gencives, émail et dentine perdent leurs rares structures cellulaires. Non irrigués, ils ne reçoivent plus de calcium ou de phosphore de l'organisme; les échanges chimiques ne se font qu'avec la salive. L'hydroxyapatite peut se dissoudre lentement dans la salive, libérant des ions calcium, phosphates et hydroxyles (OH^-). Cette déminéralisation est généralement compensée par le processus inverse, la reminéralisation, possible parce que la salive elle-même contient des minéraux et des ions. C'est ce qu'on appelle, en chimie, un équilibre.

Si la plaque est acide, cependant, les ions hydrogène de l'acide réagissent avec les ions phosphates, ce qui détruit l'équilibre. La surface des dents peut rester intacte grâce à la reminéralisation liée à la salive alors que la déminéralisation se poursuit sous la surface. La carie, ça vous enlève les émaux de la bouche : quand acides et bactéries atteignent la dentine puis la pulpe, innervée, la dent peut devenir très douloureuse !

« Les zones les plus à risque sont les sillons et fosses des prémolaires, et surtout des molaires, explique Daniel Picard, dentiste-conseil à la Direction de la santé publique de Montréal-Centre. Ces sillons, qui se trouvent surtout sur les surfaces occlusales des dents (celles qui se touchent quand on mâche), comportent parfois des microfissures qui laissent pénétrer les bactéries, mais pas les poils de la brosse. C'est là que se logent plus de 80 % des caries chez les jeunes de 12 ans. Les autres endroits à risque sont les espaces entre les dents et la zone près de la gencive, parce que de nombreuses personnes ne passent pas la soie dentaire et brossent mal le pourtour de leurs gencives. »

Comment empêcher les caries ? Il faut manger moins de sucre, et surtout en manger moins souvent; il faut passer la soie et se brosser les dents régulièrement pour affaiblir la plaque.

Le fluor joue aussi un rôle important dans la prévention de la carie. L'ion fluor réduit le transport des sucres à travers les membranes cellulaires des bactéries. De plus, lors de la reminéralisation, un ion fluor (F^-) peut prendre la place d'un ion OH^- . Même avec une faible proportion des OH^- remplacés, l'émail résiste mieux aux acides et se déminéralise moins. Les fosses et sil-

lons sont ainsi renforcés; de plus, leur forme s'adoucit, ce qui réduit la rétention des bactéries. C'est pourquoi on ajoute du fluorure de sodium ou du monofluorophosphate de sodium [Na_2FPO_3] aux dentifrices.

Pour la même raison, on donne des gouttes et des comprimés de fluor aux enfants pendant la période d'élaboration des dents dans la gencive. Une fois les dents sorties, ce serait inutile, comme on l'a vu, puisque l'émail n'est plus irrigué par le sang. Le dentiste peut aussi appliquer sur les dents du fluor topique, toujours pour affermir l'émail. On pratique l'opération surtout chez les enfants parce que c'est dans les quatre premières années après son éruption qu'une dent est le plus à risque, et parce que les enfants se nettoient moins bien les dents. Chez les adultes, le fluor et les minéraux apportés par la salive ont généralement rendu les dents plus résistantes.

Pour éviter les caries dans les zones difficiles à nettoyer, les dentistes peuvent aussi appliquer un agent de scellement. « Pour sceller une dent, dit Daniel Picard, le dentiste la "décape" avec de l'acide phosphorique à 37 %, ce qui engendre sur l'émail des microporosités qui vont mieux retenir le scellant. Le dentiste applique ensuite la résine, qui est la même que celle utilisée pour les réparations en composite blanc sauf qu'elle ne contient pas de particules. Ce scellant dure en moyenne sept ans. »

Une carie peut être réparée en nettoyant et en obturant la cavité, coupant ainsi l'accès des bactéries restant dans la dent à leurs nutriments. Après avoir nettoyé le trou avec sa fraise tournant à 100 000 révolutions par minute, le dentiste applique de l'acide phosphorique dans la cavité puis installe le composite. Celui-ci est constitué d'un composé organique et de fines (0,1 micromètre) particules de verre, de quartz ou de céramique. Sous l'action d'une lumière bleue (autour de 470 nanomètres), le composé organique se polymérise. Sur l'échelle de Knoop, la dureté du composite est d'environ 60, nettement moins que l'émail perdu. **QS**

» CyberRessources

Un ensemble de pages sur la santé buccale et les traitements dentaires, publiées par l'Association dentaire canadienne : www.cda-adc.ca

À lire en avril

La revanache de la Gaspésie



Un dossier exceptionnel, signé par des journalistes gaspésiens. Il nous fait redécouvrir un pays qui est, grâce à la science, en train de renouer avec la mer.

par Nicole Blackburn, Naomie Briand et Joël Leblanc

Patrimoine industriel (2^e épisode) Le Québec à l'âge du fer

Depuis les forges du Saint-Maurice jusqu'à Sidbec, suivez l'aventure du fer, ce métal symbole de la révolution industrielle.

par Mathilde Regnault

L'ambiguïté sexuelle



Étonnant : certains hommes portent deux chromosomes X. Ce doublet chromosomique est plutôt une caractéristique du bagage génétique des femmes. Un phénomène rare, qui touche un homme sur 25 000, et qui n'est pas sans leur poser quelques problèmes.

par Marie-Pier Elie

Les origines du langage

Quelle est la première de toutes les langues ? Comment est-elle née ? Pourquoi a-t-elle disparu ? Et si on peut faire une histoire des langues, où se situe le français au sein de cette fantastique saga ?

par Laurent Fontaine

essayant de cesser de fumer" s'écrit l'auteur, après avoir mentionné la mort par infarctus du myocarde de trois fumeurs sous traitement au Zyban, comme si le lien de causalité existait !

« Et s'ils étaient morts au cinéma, l'auteur parlerait-il de films qui tuent ? Aujourd'hui même, au moment où j'écris ces lignes, selon Statistique Canada, 33 Québécois(es) mourront d'infarctus du myocarde. L'infarctus est le résultat de l'accumulation et de la longue action de divers facteurs de risque, dont le tabagisme qui joue un rôle majeur, et qui à lui seul est responsable de 30 % de tous les infarctus.

« En poursuivant sa lecture, notre lecteur sera interpellé comme suit : "Est-il nécessaire de cesser de fumer au risque de sa vie ?" (...) L'auteur poursuit en insistant lourdement sur des effets indésirables graves et en effleurant à peine leur très lointaine probabilité de survenir.

« Incidemment, attribuer au médicament la perte de concentration mentale témoigne d'une profonde ignorance du processus de cessation de fumer; ce symptôme est l'un des plus fréquents rapportés par les sujets qui ont cessé sans aucune aide pharmacologique. (...)

« Manifestement, votre journaliste a mal intégré les données de sa recherche. Faut-il rappeler qu'il faut mettre les choses en perspective ? Je répète, (en cela j'ai été correctement cité) que ce médicament n'est pas anodin, que son emploi commande certaines précautions et que son utilité n'est plus à démontrer.

« Comme clinicien spécialisé dans le domaine, et avec d'autres que j'ai contactés suite à cette parution, nous déplorons l'opération overkill de cet article, opération qui en arrive à soulever une question d'éthique, car elle risque de priver de nombreux patients d'un médicament utile en créant autour de lui un climat de peur que rien ne justifie. »

Réponse de Normand Grondin :

Comme le dit si bien le docteur Boulanger, le Zyban n'est certainement pas un médicament « anodin ». C'est pourquoi Santé Canada a pris la peine, dans son bulletin sur les effets indésirables des médicaments (*Bulletin 10, numéro 1, janvier 2000*), de signaler aux professionnels de la santé que trois personnes sont décédées et sept autres ont survécu à un grave accident cardiovasculaire alors qu'ils prenaient du Zyban.

Bien sûr, comme le fait justement remarquer le docteur Boulanger, ce n'est pas ce médicament qui est responsable de l'accident, mais plus probablement la condition cardiovasculaire des individus qui en ont pris. Cependant, précise Santé Canada, toutes ces personnes présentaient déjà une condition cardiaque défaillante (cas d'infarctus, antécédents de coronaropathie, etc.). Dans ces conditions, la véritable question est la suivante : si toutes ces personnes avaient un cœur fragile, pourquoi leur a-t-on prescrit du Zyban ? Surtout que le fabricant lui-même, Glaxo Wellcome, signale que son produit doit être utilisé avec précaution chez ce type de patient ?

De la même façon, comment expliquer les 64 cas de convulsions (grand et petit mal) sachant que le fabricant insiste lourdement sur le fait que le Zyban est contre-indiqué aux gens prédisposés aux convulsions et que la plupart des victimes présentaient ce genre de profil médical ?

Étant moi-même un ex-gros fumeur, je réalise très bien à quel point il est impérieux, que dis-je vital, d'abandonner la pratique du tabagisme. Que ce soit « à froid » ou avec une aide thérapeutique. Mais il faut aussi se rendre compte que Zyban est aujourd'hui ce que Valium était à une autre époque : prescrit massivement et pas toujours à bon escient.

Or, comme le dit si bien le docteur Pierre Biron, professeur à l'Université de Montréal et homme de science dont on peut difficilement mettre la compétence en doute : « Est-ce vraiment nécessaire de cesser de fumer au risque de sa vie ? »

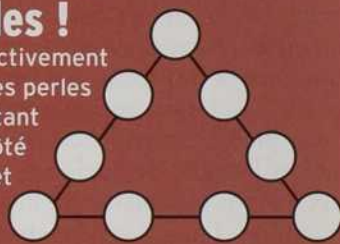
par Jean-Marie Labrie



Jeux

103 Ce triangle formé de 9 perles !

Les 9 perles valent respectivement de 1 à 9 millions ! Situer les perles de telle façon que le montant des 4 perles de chaque côté du triangle soit le même et que la somme des carrés des montants de perles de chaque côté soit également la même.



104 Les 2 000 pommes sous formes de pyramides !

Construire trois pyramides différentes formées de pommes dont la somme est 2 000 :

- 1) la base de la pyramide de Pascal est un triangle équilatéral
- 2) la base rectangulaire de la pyramide de Descartes est formée de 7 pommes sur 4
- 3) la base de la pyramide de Bourbaki est de forme carrée

Solutions

101 Construire plus de ponts que de murs !

Solutions suggérées

N.B. : si vous observez attentivement les deux figures ci-dessus, vous verrez une grande différence entre les deux constructions. Dans la figure 1, il y a deux lignes qui rejoignent les côtés opposés. Dans le premier cas, le mur est moins solide que dans le deuxième.

Figure 1



Figure 2

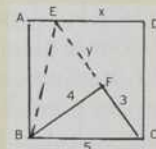


102 Encore le fameux théorème de Pythagore !

Solution suggérée :

Dans le carré, on construit le segment BE. On peut écrire : $(3+y)^2 = x^2 + 25$ (1) dans le triangle rectangle ECD. Dans le triangle rectangle BFE et le triangle rectangle ABE, on a : $5^2 + (5-x)^2 = 4^2 + y^2$ (2)

En résolvant ces équations, on trouve pour le segment ED : 15/4.



Niveaux

■ débutant ★ intermédiaire ⚙ expert



Saga cosmique

De superbes images pour comprendre d'où nous venons, en suivant pas à pas les scientifiques qui scrutent les origines de la vie.

par Joël Leblanc

Que sait l'homme de lui-même ? D'où vient-il ? Comment la vie a-t-elle pu évoluer pour donner, entre autres espèces, les hominidés ?

Dans *Le Lien cosmique*, un film très documenté et produit avec l'aide de l'Office national du Film (ONF), Catherine Fol scrute ces questions. Grande gagnante de la *Course Destination Monde* il y a une dizaine d'années, la cinéaste dresse un portrait destiné surtout au profane. On y apprend les dernières hypothèses concernant l'apparition de la vie par panspermie (ensemencement de la Terre en matière organique par les poussières météoritiques qui nous pleuvent dessus en permanence), les implications de la découverte de planètes ailleurs que dans notre système solaire, les exploits de certaines formes de vie dans des milieux hostiles comme les grands fonds marins ou les vallées froides et sèches des environs du pôle Sud.

Deuxième volet d'un triptyque sur la science, le documentaire laisse une large part aux grands chercheurs de notre temps. On peut voir Stanley Miller

répéter son expérience de la soupe primitive qui l'a rendu célèbre il y a 50 ans, Christian de Duve, prix Nobel de médecine, l'astronome Michel Mayor, découvreur de la première planète extrasolaire, et plusieurs autres. Avec des joueurs d'un tel niveau, on s'attendrait à un film des plus scientifiquement stimulants. On reste malheureusement un peu sur sa faim, la production s'efforçant de toucher à de trop nombreux domaines sans les exploiter en profondeur. De la paléontologie à l'astrophysique, de la science des météorites à la biologie des abysses, on saute rapidement d'un sujet à l'autre en coupant les coins ronds et en demandant au spectateur de gober des vérités toutes faites, faute de temps pour élaborer sur leurs fondements.

Le Lien cosmique a toutefois le mérite de présenter les toutes dernières découvertes. Des récentes percées, grâce aux satellites *Titan* et *Europe*, aux trouvailles de fraîche date faites par les explorateurs des milieux hostiles de l'Antarctique, la mise à jour est exhaustive et efficace. Autre réussite du film : représenter, grâce à

un grand arbre virtuel, l'évolution de la vie sur Terre comme une quantité de ramifications émergeant toutes d'un tronc commun. Chaque feuille de l'arbre représentant une espèce, on comprend facilement que l'homme n'y est qu'une feuille parmi d'autres, plutôt que l'aboutissement de cette progression linéaire qu'on voit trop souvent dans certains livres. Les extinctions massives y sont aussi magnifiquement illustrées par de grosses branches tronquées qui ont vu l'espace qu'elles occupaient se faire combler par les branches avoisinantes ayant survécu à la catastrophe.

Le film bénéficie d'une photographie superbe, depuis la vie fragile filmée à des milliers de mètres sous la surface des océans jusqu'à notre planète vue de l'espace, en passant par des images prises au microscope électronique et des séquences d'animation par ordinateur. Tout est mis en place pour charmer l'œil. La croissance en accéléré d'un cristal qui déploie ses branches ou la décomposition d'un cadavre de souris résumée en une trentaine de secondes sont deux scènes qui, à elles seules, valent le coup.

Un outil pédagogique tout désigné pour les professeurs de sciences naturelles du secondaire et du cégep. **CS**





par Marie-Pier Elie



Technoscope

Explorer les moisissures d'un yogourt dont la date de péremption est échue, puis faire danser des pattes de mouche grossies 200 fois... Le nouveau microscope Intel Play QX3 risque d'éveiller bien des esprits scientifiques. Même pas besoin de plisser les yeux pour contempler les merveilles de l'infiniment petit à travers de minuscules trous : on peut tout visionner sur l'écran d'un ordinateur PC directement relié au joujou. Ensuite, la créativité succède à l'émerveillement : un logiciel d'édition permet d'animer les images et même d'en faire un petit film. Les plus fouineurs peuvent aussi détacher la partie supérieure du microscope pour effectuer des recherches plus approfondies sur le terrain.



PONOPRESSE

Télé instantanée

Pas question de manquer le dernier épisode de *Virginie* ! C'est décidé, vous ferez tout pour obtenir le mini-projecteur de Microoptical, qui se greffe à n'importe quelle paire de lunettes conventionnelles. Comme par magie, l'image de vos acteurs préférés apparaîtra à



quelques centimètres de votre œil gauche et vous suivra là où vous irez. Euh... peut-être pas, en fait, car le projecteur doit obligatoirement être connecté à la source par un câble. Il suffit alors de trouver un très long fil.

www.microopticalcorp.com

Beau robot

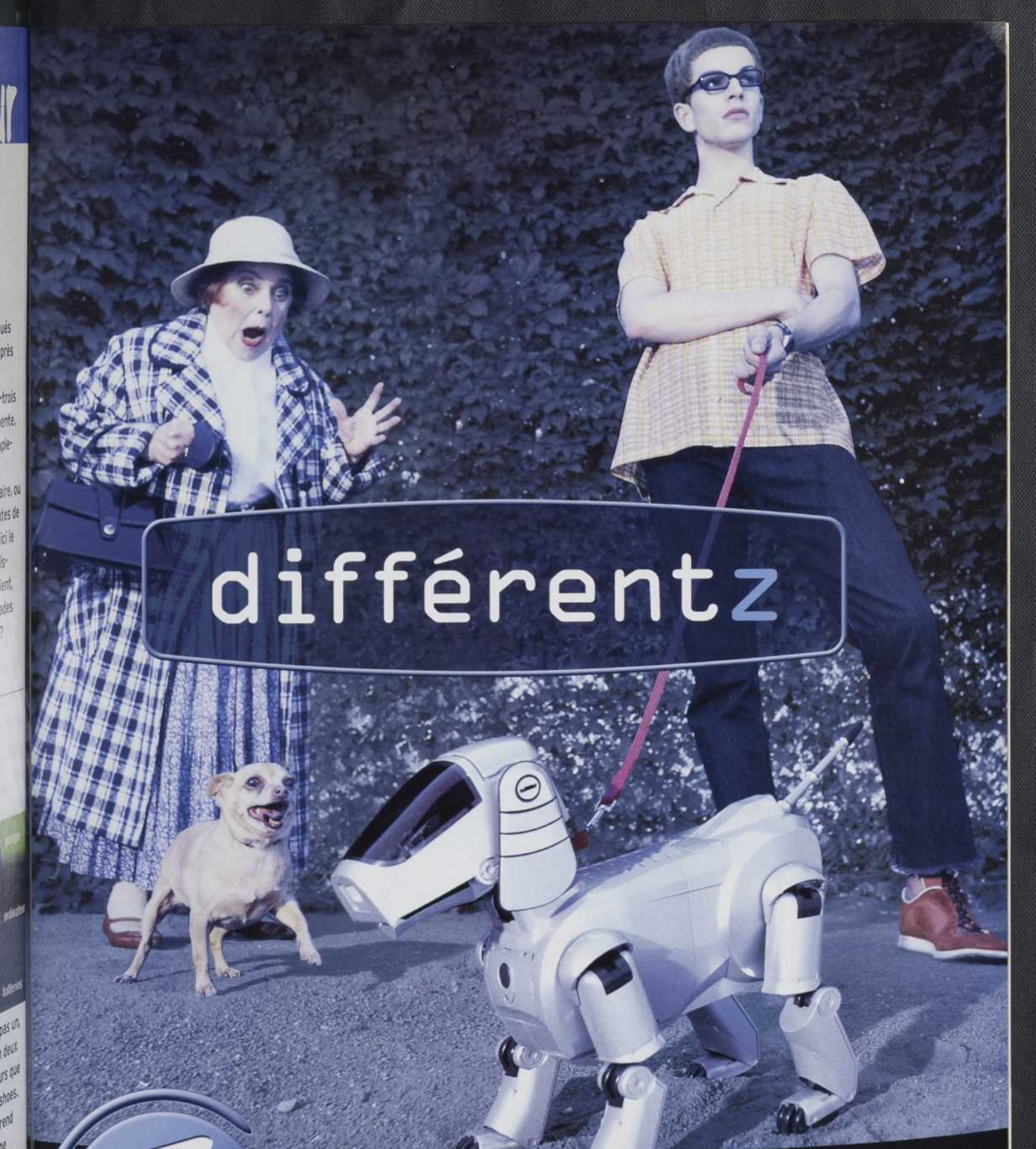
L'an dernier, les premiers animaux domestiques robotisés se sont insinués dans les vies de maîtres fortunés. Après pitou et minou, voici maintenant le premier robot humanoïde. Quarante-trois kilos répartis sur 1,2 mètre de charpente. Pourquoi ? Pour faire beau, tout simplement. Et peut-être éventuellement engager une conversation rudimentaire, ou à tout le moins écouter les plaintes de son acquéreur, puisqu'il sera doté d'ici le printemps d'un système de reconnaissance vocale. À condition d'être patient, on pourra même faire de petites balades en sa compagnie. Vitesse de pointe ? 1,6 kilomètre à l'heure !

Un ordinateur aux pieds



Ce n'est pas un, mais bien deux ordinateurs que

l'on chausse en enfilant les Ravenshoes. Chaque soulier de course en comprend un. Le but ? Donner à la semelle une forme optimale foulée après foulée. C'est une petite pompe qui se charge de gonfler l'avant de la semelle pour amortir les chocs durant la course. Et, sitôt la ligne d'arrivée franchie, le tout se dégonfle sous l'œil vigilant d'un témoin lumineux qui prouve que le gadget fonctionne vraiment.



différentz



>> la télé du futur.

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

 Astral Media

Programmes de maîtrise

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

Programme de doctorat

Administration des affaires
Biochimie
Biologie
Biologie cellulaire
Chimie
Éducation
Études françaises
Génie chimique
Génie civil
Génie électrique
Génie mécanique
Immunologie
Littérature canadienne comparée
Mathématiques
Microbiologie
Pharmacologie
Philosophie
Physiologie
Physique
Radiobiologie
Sciences cliniques
Télédétection
Théologie

Une grande université à dimension humaine

Vivre

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

Travailler

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

Innover

- Un éventail imposant de groupes de recherche et de centres d'excellence
- Des domaines de recherche parmi les plus novateurs
- Au 1^{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