

Québec



La vraie nature de l'Ecstasy

Volume 35, numéro 8
Mai 1997, 3,95 \$

ER

F-69

BNQ

Science

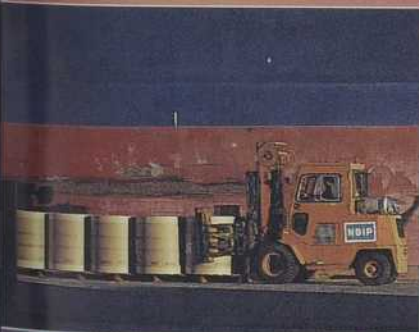
NANOTECHNOLOGIES

Le rêve fou



À Montréal

Des embryons
humains pour la
recherche



Les papeteries
passent au vert



Curieuse image ?
Il s'agit d'un électron
piégé dans un cercle
d'atomes de métal.
Ce pourrait être la
pierre angulaire des
ordinateurs du futur.

Microcosmos

Le physicien allemand Ernest Ruska avait à peine 22 ans lorsqu'il a inventé, en 1928, le microscope électronique. À l'époque, l'événement était passé quelque peu inaperçu. Voir plus petit ? À quoi bon, sinon pour traquer quelques microbes ? Et encore, pour cela, les bons vieux microscopes faisaient amplement l'affaire. Pourtant, Ruska venait d'ouvrir une immense fenêtre sur l'infiniment petit. Mais il a dû pa-

tienter très longtemps, jusqu'à l'âge de 80 ans en fait, avant qu'on récompense ses efforts à leur juste mesure en lui attribuant un Nobel de physique.

Ses travaux auront été les précurseurs d'une autre grande invention, celle d'un microscope encore plus perfectionné, dit à effet tunnel. L'une des particularités de ce magnifique

outil est de grossir jusqu'à 100 millions de fois, permettant d'observer l'atome et l'électron. C'est Aristote qui en aurait été fou.

Avec pareille technologie en main, des chercheurs rêvent maintenant de manipuler les briques constitutives de la matière. Le dossier que l'on vous propose ce mois-ci sur les nanotechnologies — un champ d'expertise si neuf que le terme n'est pas encore inscrit dans le dictionnaire ! — offre un aperçu des multiples applications qui pourront résulter des travaux.

En fait, explique le journaliste Laurent Fontaine, l'informatique a atteint les limites de la miniaturisation avec les matériaux dont elle dispose actuellement. Aussi, dans les laboratoires de la célèbre Silicon Valley en Californie, on travaille maintenant à faire mieux, et plus petit, avec autre chose. L'objectif avoué : créer une génération de microprocesseurs lilliputiens qui pourraient, par exemple, composer le cerveau de robots plus petits qu'un grain de riz ! Pour la première fois, l'homme investirait un univers qu'il ne voit même pas à l'œil nu.

Fascinant ? Ces applications et bien d'autres, même Jules Verne n'aurait pas osé ou aurait été incapable de les imaginer tant elles peuvent sembler étranges et hors de portée de la science. Mais vous verrez : *supersmall is beautiful* !

Raymond Lemieux



Actualités



Des squatters au Biodôme

Plusieurs espèces se sont introduites au Biodôme. Un chercheur les a démasquées.

par Normand Grondin

7 En deux temps, trois mouvements

La Polytechnique de Montréal battra bientôt la marche pour la mise au point de prototypes industriels au Québec.

par Stéphan Dussault



Âge de l'Univers : la fin du débat ?

Des astronomes français ont calculé la constante d'Hubble avec précision. On sait maintenant à quelle vitesse grossit l'Univers, et donc l'âge qu'il a.

par Benoît Villeneuve

12 Sauvez mon ange

On a descendu les anges de la chapelle Notre-Dame-de-Bonsecours sur terre, histoire d'astiquer leur auréole.

par Normand Grondin



14 Chronique Internet Stars system



« Live Cam », un télescope géant à portée de la main, un parterre d'étoiles : le réseau des réseaux commence tout juste à nous débiller ses merveilles.

par Philippe Chartier

16 Brèves

Chroniques

41 Innovations

par l'Agence Science-Press

42 La dimension cachée Brin de conduite

par Raynald Pepin



44 Livres Circonvolutions mathématiques

par Natalie Boulanger
Cédérom
Le monde de Pasteur
par Michel Bélair
À l'agenda

47 Entrevue avec Pierre-André Taguieff

Pas d'excuses scientifiques au racisme
par Dominique Chouchan



28 La vraie nature des nouvelles drogues

Les drogues de synthèse — comme le désormais célèbre Ecstasy — sont maintenant si répandues que même l'Organisation mondiale de la santé parle d'une « épidémie ». Voici comment elles agissent sur le corps humain.
par Anne-Marie Simard



34 Des papetières moins polluantes

Durant les années 80, ce sont les papetières qui avaient le plus mauvais dossier environnemental. La tendance est complètement renversée et, aujourd'hui, on ne trouve plus grand-chose à leur reprocher.
par Raymond Lemieux

Nanotechnologies : le rêve fou



Supersmall is beautiful

Pourquoi construire de gigantesques machines quand on peut faire mieux et plus vite en travaillant sur l'infiniment petit, disent les nanotechnologistes. Un beau rêve, un gigantesque défi.

par Laurent Fontaine

24 Des embryons humains pour la recherche

Au moins un laboratoire montréalais utilise des embryons humains pour la recherche. À quelle fin ? Motus et bouche cousue.
par Mathieu-Robert Sauvé



Électrochocs : de nouveaux chiffres

Le psychiatre **Jacques Bouchard** nous signale une erreur dans l'article sur les électrochocs (mars 1997) concernant l'interprétation de statistiques provenant de la RAMQ. Dans l'article, on peut lire qu'un petit nombre de médecins avaient prescrit près de 90 % des traitements en 1995. Or, il aurait fallu écrire « administrer ». « En confondant prescription et administration, on laisse l'impression erronée que l'électroconvulsiothérapie (ECT) est l'outil d'une minorité de psychiatres et que certains y recourent à grande échelle », dit Jacques Bouchard. Par souci d'efficacité, ajoutez-il, on confie habituellement à quelques psychiatres seulement, le soin d'administrer les traitements prescrits par l'ensemble de leurs collègues d'un même centre hospitalier. « En réalité, les traitements d'ECT sont prescrits par un nombre de psychiatres beaucoup plus grand que ce que vos chiffres laissent paraître. »

N.D.L.R. : Le docteur Bouchard a raison lorsqu'il fait la distinction entre prescription et administration. Par contre, il est impossible de dire si le traitement est vraiment populaire chez les psychiatres puisque les statistiques sont

muettes à ce sujet. On peut toutefois préciser que, dans une entrevue qu'il accordait à *La Presse*, le 3 mars dernier, le docteur Yves Lamontagne, président de l'Association des psychiatres du Québec, affirmait qu'en ce moment à peine une vingtaine des 950 membres de l'Association prescrivent des électrochocs.

Toujours au sujet des électrochocs, le psychologue **André Paquet**, de Ville d'Anjou, dit qu'en « cette ère d'efficacité et de performance à tous crins, la tentation est grande de traiter l'humain comme une machine (...) et de chercher l'expédient qui le remettra sur pied illico. (...) En respectant la signification du symptôme et de la maladie, c'est à l'être qui en souffre qu'on offre une seconde chance de grandir, de façon plus harmonieuse. »

Le tigre, ce ruminant...

Sophie Banville, agronome à Saint-Augustin-de-Desmaures, a repéré une perle dans l'article de

Fabien Gruhier sur la vache folle (février 1997). Il est écrit qu'en plus des bovins d'élevage « plusieurs ruminants sauvages du Zoo de Londres, dont un tigre, et de nombreux chats londoniens ont succombé à la maladie du cerveau en éponge » !

« Si les perles sont rares dans Québec Science, dit notre lectrice, elles n'en sont que plus savoureuses. » Elle conclut en écrivant : « le tigre ruminait peut-être des idées noires ? »

Le retour de l'eugénisme

Jean-François Martin, père d'un enfant trisomique, nous reproche d'avoir utilisé le terme « mongolisme » dans un article sur le dépistage de cette maladie, un terme qu'il juge dépassé. De plus, il est en désaccord avec l'essence même de ce test qui vise à détecter la maladie durant la grossesse. « Lorsque la journaliste mentionne que les parents seront les premiers soulagés, j'aimerais

bien savoir de quoi ? D'avoir à donner naissance à un enfant déficient ? Vous savez, il y a des journées où j'échangerais volontiers ma petite fille contre deux enfants comme mon garçon trisomique. » Plus loin, il se demande pourquoi on cherche à éliminer tous les enfants qui sont porteurs d'une trisomie 21. « Pour éliminer les drames chez les parents ? Vous savez comme moi que les drames font partie de nos vies (...). » Finalement, il suggère d'être prudent face « aux percées médicales et au retour de l'eugénisme par porte d'en arrière. (...) Arrêtons de vouloir à tout prix épurer la race humaine et regardons plutôt comment apprivoiser la différence humaine. »

Donnez-nous vos commentaires !

Vous avez des commentaires et des suggestions sur le magazine ? Écrivez-nous à l'adresse suivante, ou envoyez-nous une télécopie au (514) 843-4897.

Québec Science

425, rue de La Gauchetière Est
Montréal (Québec)
H2L 2M7

Adresse électronique

courrier@QuebecScience.qc.ca

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

Québec Science



Publié par
La Revue Québec Science
425, rue de La Gauchetière Est
Montréal (Québec)
H2L 2M7
courrier@QuebecScience.qc.ca
http://QuebecScience.qc.ca

DIRECTION

Directeur général : Michel Gauquelin
Adjointe administrative : Nicole Lévesque

RÉDACTION

Rédacteur en chef : Raymond Lemieux
Adjoint à la rédaction : Normand Grondin

Comité de rédaction : Patrick Beaudin, Jean-Marc Carpentier, André Delisle, Jean-Marc Fleury, Rosemonde Mandeville, Isabelle Montpetit, Gilles Parent, Pierre Sormany, René Vézina

Ont collaboré à ce numéro : Agence Science-Press, Michel Bélair, Natalie Boulanger, Philippe Chartier, Dominique Chouchan, Stéphan Dussault, Laurent Fontaine, Jean-Marie Labrie, Claude Marcil, Raynald Pepin, Pedro Rodrigue, Anne Ruimy, Mathieu-Robert Sauvé, Anne-Marie Simard et Benoit Villeneuve

Illustrations/photos : Marc Cuadrado, Laurent Leblanc, Pierre-Paul Pariseau, Rémy Simard, Jean Soudard
Correction : Natalie Boulanger

PRODUCTION

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

COMMERCIALISATION

Promotion : Hélène Côté
Abonnements : Nicole Bédard
Distribution en kiosques : Messageries Dynamiques

ABONNEMENTS

Tarifs (taxes incluses)	Au Canada	À l'étranger
1 an (10 numéros)	37,60 \$	48,00 \$
2 ans (20 numéros)	64,95 \$	86,00 \$
3 ans (30 numéros)	89,91 \$	125,00 \$
À l'unité	4,50 \$	5,25 \$
Groupe (10 ex./même adresse)	34,19 \$	Non disponible

Pour abonnement et changement d'adresse

QUEBEC SCIENCE
C.P. 250, Sillery (Québec) G1T 2R1
Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de :
DAWSON FRANCE, B.P. 57, 91871, Palaiseau, Cedex, France

Québec Science, magazine à but non lucratif, est publié 10 fois l'an par la revue Québec Science. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les manuscrits soumis à Québec Science ne sont pas retournés. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signés sont attribuables à la rédaction. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.

ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSE

Téléphone : (418) 657-4391

PUBLICITÉ

Communications Publi-Services inc.
1, rue Forget, Saint-Sauveur (Québec) J0R 1R0
Géraldine Richard, Jean Thibault
Tél. : (514) 227-8414 Téléc. : (514) 227-8995
publiser@sim.qc.ca

RÉDACTION

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

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec
Deuxième trimestre 1997, ISSN-0021-6127
Répertorié dans le Répertoire et dans l'Index des périodiques canadiens.
© Copyright 1997 - La Revue Québec Science

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

Québec Science reçoit l'aide financière du ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie (Programme Revues de vulgarisation scientifique et technique) et du gouvernement du Canada (Programme Sciences et Culture Canada)

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Industrie, du Commerce,
de la Science et de la Technologie

Industrie Canada Industry Canada

Membre de : The Audit Bureau
CPA

Québec Science est produit sur cassette par l'Audiotèque pour les personnes handicapées de l'imprimé. Téléphone : (418) 627-8882.

Actualités

Des squatters au Biodôme !

À l'insu des biologistes, un fauve a élu domicile au Biodôme ! La bête, qu'on a baptisée « lion des mers », fait partie de la méiofaune du Saint-Laurent, un groupe de minuscules invertébrés marins.

par Normand Grondin

Faire de l'exploration n'est pas qu'un privilège réservé aux grands voyageurs : de son laboratoire, le biologiste Serge Parent visite chaque jour le monde lilliputien des invertébrés marins, un monde peuplé d'espèces peu connues, aux mœurs étranges et aux formes extravagantes. « C'est aussi fascinant d'étudier une cuillerée à soupe d'eau et de gravier que d'explorer l'Équateur », dit-il.

Conseiller scientifique au Biodôme de Montréal, Serge Parent a choisi de faire son doctorat sur la méiofaune marine du Saint-Laurent composée d'organismes de moins de 1 mm de longueur. Un vaste territoire à circonscrire : la dernière étude d'importance à ce sujet a été réalisée avant la Seconde Guerre mondiale. De plus, à peine une demi-douzaine de chercheurs canadiens s'intéressent aux copépodes, nématodes, vers plats et autres minuscules habitants de nos fonds marins.

Bref, la route est libre ! D'ailleurs, le biologiste a récemment identifié une nouvelle espèce d'acariens. Apparentés aux araignées, les acariens entrent dans la catégorie des poids lourds de la méiofaune et sont de redouta-

bles prédateurs. L'acarien découvert par Serge Parent fait partie du genre *Copidognathus* et, en attendant son homologation officielle (*Copidognathus biodomi* ou *C. mont-reali*), il s'est rapidement mérité le surnom de « lion des mers » tant il est vorace !

Curieusement, c'est dans le bassin du Saint-Laurent au Biodôme qu'on l'a identifié pour la première fois. Puisque l'eau, le gravier et les sédiments étaient tous stériles lorsqu'on a créé le bassin, Serge Parent estime qu'il a probablement été transporté là avec les anémones ou les our-

Madeleine Chagnon/Biodôme de Montréal



René Limoges/Biodôme de Montréal

En haut, une des nouvelles espèces de collemboles (petits insectes du sol) identifiées par une chercheuse du Biodôme, Madeleine Chagnon. À gauche, le « lion des mers », un acarien format géant découvert au Biodôme (on songe à le nommer *Copidognathus biodomi*).

sins de mer que les plongeurs ont ramenés du fleuve. Ce n'est pas le petit fauve qui va s'en plaindre : relativement rare dans la nature, il a profité des conditions idéales que lui offre le bassin pour prendre de l'ex-

pansion. « Aujourd'hui, on en retrouve plus d'une centaine dans une demi-tasse de gravier », a constaté le chercheur.

La méiofaune marine ne semble pas menacée comme peuvent l'être les animaux de plus grande taille qui habitent l'estuaire du fleuve. Les espèces sont résistantes, la nourriture est abondante et les prédateurs sont rares. Si bien que la diversité de ce très ancien groupe s'est maintenue sans mal. Et quelle diversité !

Dans une cuillerée à soupe de bouillon de mer, on peut trouver jusqu'à 10 espèces, toutes plus exotiques les unes que les autres. Par exemple, ces copépodes semblables à des crevettes qui transportent leurs œufs sous leur queue comme des homards. Et ces polypes à tentacules qui se reproduisent en « bourgeonnant » des méduses porteuses de leurs gamètes...

Ce copépode marin ressemble à s'y méprendre à une méduse. Il mesure pourtant 2 mm de longueur.

« C'est aussi fascinant d'étudier une cuillerée à soupe d'eau et de gravier que d'explorer l'Équateur. »

Quel est le rôle de la méiofaune ? Certains croient qu'elle sert à accélérer la décomposition de déchets. Les expériences que Serge Parent a réalisées lui laissent croire que de gros « brouteurs de bactéries » comme les copépodes joueraient plutôt le rôle de filtre

biologique. Mais ce n'est encore là qu'une hypothèse, insiste le biologiste, à qui la perspective de jouer les défi-richeurs ne déplaît pas du tout. « L'univers des organismes de petite taille est aussi fascinant et aussi peu exploré que celui des grands espaces. » ●

Il vous manque un Québec Science?

Décembre-janvier 1996

Astrologie : perdue dans l'espace
La sécurité aérienne
Les animaux qui se congèlent
Le berceau des comètes

Novembre 1995

Expédition en Antarctique
L'auto électrique d'Hydro-Québec
Dossier réforme de la santé

Octobre 1995

Dossier sang contaminé
Radarsat, l'œil canadien
Microsoft fait des jaloux
Vint Cerf, le pape de l'Internet

Septembre 1995

La menace des nouveaux virus
Le supercannabis clandestin
Entrevue avec Gilles de Gennes

Juillet-août 1995

Les grandes énigmes
Les ponts à haubans
Ulysse et le Soleil

Juin 1995

Le guide des vacances
Avant le Big Bang
La menace Irving Whale

Mai 1995

Le palmarès des rivières
Dossier vaccins
La science au Saguenay-Lac-Saint-Jean

Avril 1995

Les origines de l'homme
Entrevue avec S. Jay Gould
Innovations technologiques

Mars 1995

Dossier pratique Internet
Russes et Américains dans l'espace
Le sucre non coupable

Février 1995

Les 10 découvertes
Le retour de la fusion froide
Les aurores boréales

Décembre-janvier 1995

Effets spéciaux au cinéma
Sida : ceux qui survivent
Les carrières en sciences

Novembre 1994

Dossier cancer
Le match Montréal-Toronto
Le loup, meilleur ami de l'homme

Octobre 1994

L'autoroute électronique
Comment les bébés apprennent à parler
Vie de singes à Bornéo
Entrevue avec Tobie Nathan

Septembre 1994

Hépatite B : l'offensive
Le saumon atlantique
L'agent NO démasqué

Juillet-août 1994

Les chasseurs de gènes
L'oe des neiges
La Lune, il y a 25 ans
Musique et santé

Juin 1994

Le guide des vacances
Les nouveaux dinosaures
La génétique à la ferme
Comète contre Jupiter

Mai 1994

Dossier environnement
Les monstres homéotiques
Entrevue avec I. Prigogine
La biographie de Fernand Seguin

Avril 1994

La privatisation de la recherche
Les nouveaux médicaments
Téléphones illimités

Mars 1994

Les comportements des primates
Dossier énergie
Thermalisme et thalassothérapie

Février 1994

Les 10 découvertes
L'Univers est une mousse
Candida albicans

Décembre-janvier 1994

La masse manquante de l'Univers
Femmes et technologies : le malaise
Espèces menacées, mauvaises stratégies



Complétez votre collection. Retrouvez le dossier ou l'article qui vous intéresse.

Plusieurs numéros de Québec Science sont encore disponibles, certains en nombre très limité. Commandes honorées jusqu'à épuisement.

Québec Science

Numéros demandés :

Remplissez ce coupon et retournez-le avec votre paiement à :
Québec Science, CP 250, Sillery (Québec) G1T 2R1

Je commande _____ numéros à 5,70 \$
(poste, manutention et taxes incluses) TPS : 0,35\$ TVQ : 0,35\$

Total: _____

Nom _____

Adresse _____ n° _____ rue _____ app. _____

_____ ville _____ province _____

_____ code postal _____ téléphone _____

Je paye par ☐ chèque ☐ Visa ☐ MasterCard
(à l'ordre de Québec Science)

N° de carte _____ Date d'expiration _____ / _____

Signature _____

Offre valide au Canada, jusqu'au 30 juillet 1997, selon la disponibilité. Étranger : tarifs sur demande.
TPS : R 1335 97427 TVQ : 1013609086

Prototypage

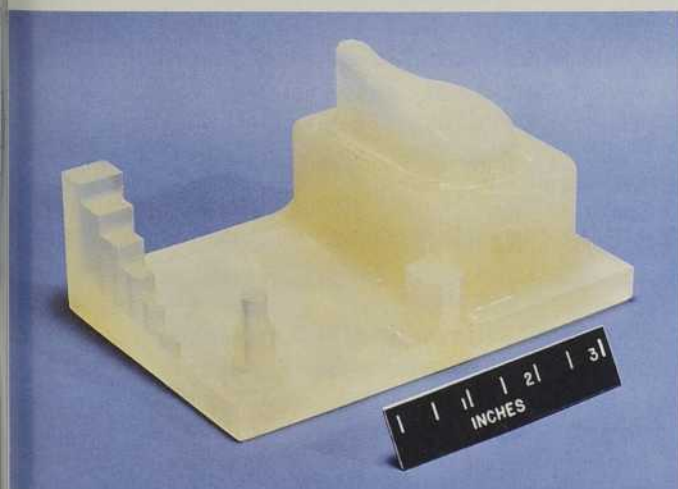
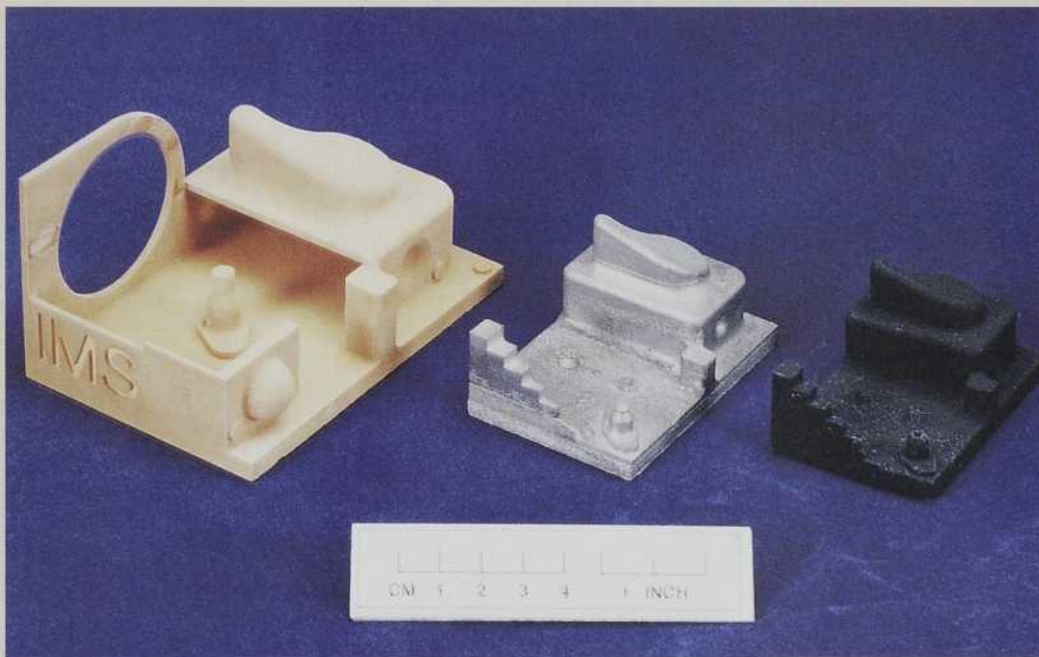
En deux temps, trois mouvements

L'École Polytechnique de Montréal devrait bientôt ouvrir son Centre de développement rapide. Une bonne nouvelle pour les étudiants, mais aussi pour l'industrie.

par Stéphan Dussault

Fini le bricolage : avec les nouveaux systèmes d'usinage, il est maintenant possible de réduire considérablement le temps de conception des pièces. Par exemple, chez Bombardier, à Valcourt, certaines pièces sont aujourd'hui conçues en deux jours alors qu'auparavant cela exigeait un mois de travail !

C'est la compagnie américaine 3D Systems qui a ouvert la voie en 1989 en mettant au point un procédé innovateur de lithographie en trois dimensions. Avec ce système de « prototypage rapide », on crée d'abord une image numérisée de la pièce à produire,



puis on la découpe en tranches horizontales de quelques microns. Cette information est ensuite transmise à un système laser qui « sculpte » littéralement le prototype à par-

tir de plastique liquide qu'il durcit, couche par couche.

Ce procédé permet de concevoir des prototypes aux formes très complexes. En France, par exemple, on a

À gauche, prototype en plastique durci, sculpté au laser. En haut, un autre procédé de prototypage au laser découpe une à une des feuilles de papier préencollées. Elles sont ensuite assemblées pour former le prototype (pièce de gauche). Le prototypage rapide permet également d'obtenir des pièces de métal, qui peuvent être soumises à des tests de résistance.

réussi à créer un modèle réduit d'abbaye et à reproduire tous les détails de son architecture. Imaginez s'il avait fallu réaliser tout cela à la main...

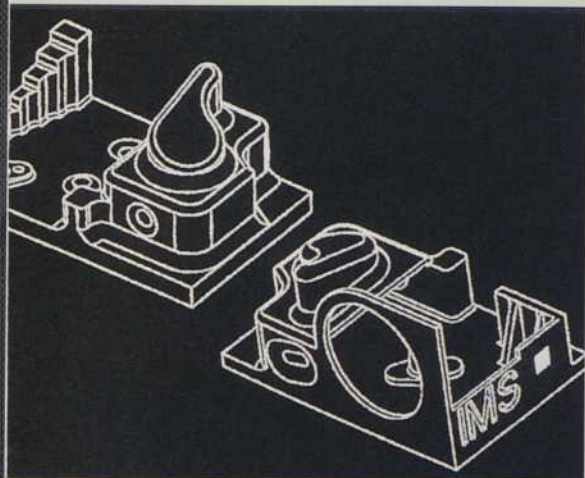
« La beauté de ce système, c'est qu'il permet d'ajouter de la matière pour fabriquer une

pièce au lieu d'en enlever, comme on le fait avec les techniques habituelles de fraisage », explique Charles Mony, ingénieur mécanique et coordonnateur du futur Centre de développement rapide de l'École Polytechnique.

Le Centre sera équipé de plusieurs modèles de prototypes rapides et permettra aux petites entreprises québécoises de profiter de cette technologie relativement coûteuse — de 180 000 à 800 000 dollars pour chaque prototypeur. Déjà, quelques géants québécois ont doté leurs usines de systèmes semblables. « L'an dernier, nous

Suite à la page 8

avons fabriqué plus de 150 pièces de cette façon », dit Steven Milz, vice-président Ingénierie à l'usine Bombardier de Valcourt, où sont fabriquées les motoneiges et les motomarines.



C'est une image numérisée comme celle-ci qui fournira les instructions au système laser concernant la pièce à reproduire.

En plus de l'architecture (modèles réduits d'immeubles) et de l'usinage industriel, la médecine pourrait également profiter de ce procédé. « Pourquoi ne pas fabriquer les prothèses à l'aide de cette technique ? » demande Charles Mony.

Le prototypage rapide permet également d'obtenir de véritables pièces, qui peuvent ensuite être soumises à des tests de résistance. Par exemple, on a pu fabriquer une tubulure d'échappement d'automobile à partir d'un modèle de plastique réalisé par prototypage rapide. Résultat : trois semaines de boulot au lieu de trois mois, explique Clément Fortin, ingénieur mécanique et professeur à l'École Polytechnique de Montréal.

Pour concevoir des prototypes, trois autres procédés sont actuellement offerts sur le marché. Le plus précis et le plus coûteux exige l'utilisation d'un laser qui agglomère des poudres métalliques. Pour le deuxième, c'est une buse qui dépose de très fines lames de fil fondu pour créer la pièce. Le dernier et le plus simple est constitué d'un laser qui découpe une à une des feuilles de papier préencollées qui sont ensuite assemblées pour former le prototype.

Les défis de Polytechnique : réussir à créer des prototypes à partir d'autres matériaux que le bois, le plastique et les poudres métalliques — impossible jusqu'à maintenant de se servir de matériaux composites — et former les futurs utilisateurs de ces petits bijoux. ●

Dans la langue de Descartes

Le français a-t-il sa place en sciences ? Oui, répond l'Acfas qui en fait le leitmotiv de son prochain congrès.

Toutes les lois 101 du monde n'y feront rien : au royaume de la science, l'anglais est la principale langue utilisée. Sauf que la science n'est pas unilingue pour autant. L'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (Acfas) en fait la démonstration chaque printemps en organisant le plus grand rassemblement de chercheurs francophones du monde. Cette année, le congrès se tiendra à Trois-Rivières du 12 au 16 mai et attirera 3 500 participants. Au programme : plus d'un millier de communications et 70 colloques.

On parlera donc de physique des particules, de biologie moléculaire, de nouveaux matériaux, d'éducation, de géographie, de sociologie, de psychologie dans la langue de Descartes, de Lavoisier et de Piaget. Et cela, l'Association a voulu cette année le souligner avec son thème « La science parle français ».

« On veut lancer un débat sur la place réservée à la langue française en sciences car, pour le moment, on hésite à en parler à cause de la connotation politique du sujet », dit André Thibault, président du comité organisateur de l'événement et, jusqu'à récemment, vice-recteur à l'enseignement et à la recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières. « Il faut distinguer communication scientifique diffusée à des chercheurs et transmission du savoir au grand public. Dans ce dernier cas, l'utilisation de l'anglais n'est pas pertinente. »

R.L.

Quelques colloques à surveiller

En santé

- L'orientation de la recherche en chiropratique au Québec (lundi 12 mai)
- Précarisation du travail et santé : des effets inquiétants (jeudi 15 mai)

En sciences physiques

- L'hydrogène, l'énergie de demain (mardi 13 mai)
- Les polymères : structure, propriétés et mise en œuvre (lundi 12 mai et mardi 13 mai)
- L'avenir de l'industrie papetière québécoise (mercredi 14 mai)

En sciences humaines

- La jeunesse au carrefour : quelles perspectives pour l'avenir ? (lundi 12 mai et mardi 13 mai)
- Le patrimoine : Pourquoi ? Pour qui ? Comment ? (mercredi 14 mai et jeudi 15 mai)
- L'Atlas du Québec (mercredi 14 mai et jeudi 15 mai)

En éducation

- Exploration d'Internet et formation des professionnels de l'enseignement (vendredi 16 mai)

Encore Hubble

Âge de l'Univers : la fin du débat ?

Une équipe de chercheurs européens affirme avoir enfin mesuré correctement la fameuse constante de Hubble. Si c'est le cas, cela signifie que nous aurions percé le mystère de l'instant entre tous les instants, celui du Big Bang. L'astrophysicien Benoit Villeneuve explique.

par Benoit Villeneuve¹

A quelle vitesse grossit l'Univers ? Mieux connue sous le nom de constante de Hubble, la valeur qui permet de calculer la vitesse d'expansion de l'Univers est l'objet d'un débat qui dure depuis 70 ans dans la communauté scientifique. Pourquoi pareil engouement ? De cette constante dépend notre capacité à remonter dans le temps jusqu'aux origines de l'Univers. De nouveaux résultats scientifiques obtenus par une équipe européenne et publiés dans la revue spécialisée *Astronomy and Astrophysics* permettent maintenant d'entrevoir la fin de la polémique sur l'évolution et l'âge de l'Univers. Il semble qu'on aurait — finalement ! — déterminé la valeur de cette constante.

Pour apprécier toute la saveur de cette découverte, offrons-nous le luxe d'un petit retour sur l'histoire de cette célèbre constante. Peu de temps après avoir mis en évidence que plusieurs nébuleuses étaient des galaxies à part entière contenant des milliards d'étoiles, Edwin Hubble fit une découverte stupéfiante à leur propos : toutes les galaxies s'éloignent de nous ! De plus, elles le font d'autant plus vite qu'elles sont éloignées de notre propre galaxie. Publiée en 1929, cette découverte porte aujourd'hui le nom de loi de Hubble qui s'exprime par



Le cœur de la galaxie d'Andromède, située à 2 millions d'années-lumière. C'est en observant des Céphéides dans cette galaxie qu'Edwin Hubble a entrepris de déterminer l'échelle des distances de l'Univers.

l'équation $v = H \times d$, associant la vitesse d'éloignement (v) à la distance (d) par l'intermédiaire de la célèbre constante de Hubble (H).

Cette constatation aussi spectaculaire que déroutante ne venait en fait que confirmer un résultat de la théorie de la relativité générale d'Einstein, à savoir que l'Univers est en expansion ! En effet, dès 1916, Albert Einstein s'était aperçu que la simple présence de matière au sein de l'Univers produisait un effet global de gonflement ou de rétrécissement uniforme de la totalité de l'espace. Complètement stupéfait par cette découverte, Einstein modifia alors à tort ses équations afin de faire disparaître ce

curieux effet. Treize ans plus tard, la découverte de Hubble révélant que notre Univers est dans une phase d'expansion le força à se raviser et il admit que ces modifications constituaient probablement la plus grande erreur de sa carrière.

Pour comprendre comment l'expansion peut se manifester concrètement, il faut utiliser la célèbre analogie du pain aux raisins. Les raisins jouent ici le rôle des galaxies qui sont séparées entre elles par l'espace, représenté par la pâte à pain. Lors de la cuisson, la pâte qui se gonfle entraîne les raisins avec elle de sorte qu'un raisin donné verra tous les autres s'é-

loigner de lui. De plus, si on observe un raisin situé deux fois plus loin de nous qu'un autre, l'effet cumulatif d'une cuisson uniforme se traduira par l'impression qu'il s'éloigne de nous deux fois plus rapidement qu'un raisin situé deux fois plus près de nous. Or, c'est exactement ce qu'a découvert Hubble dont la constante H constitue une mesure directe du taux de gonflement de l'espace.

En plus de pouvoir prédire la loi découverte par Hubble, la relativité nous indique que la simple présence de matière est à l'origine du phénomène d'expansion. Cela se traduit par l'existence d'une relation mathématique directe entre H et la densité de la matière

contenue dans l'Univers. Puisque la densité est une mesure de la concentration de la matière et que l'expansion cause une inéluctable dilution de cette dernière, le taux de gonflement de l'espace est forcément condamné à chuter avec le temps. Inversement, on peut

lement dans le but de percer le mystère de l'instant entre tous les instants, celui qui marque le début de notre Univers, que les astronomes s'acharnent depuis près de 70 ans à déterminer le plus exactement possible la valeur de la constante de Hubble.

**Dans le passé,
l'Univers était
la proie d'une
expansion
incroyablement
rapide puisqu'il
était plus
concentré.**



La galaxie spirale M81, située à 10 millions d'années-lumière de nous. Photographiée en lumière ultraviolette dont l'intensité est représentée ici en fausses couleurs.

dire que, dans le passé, l'Univers était la proie d'une expansion incroyablement rapide puisqu'il était plus concentré. Ainsi, la valeur de H ne nous indique pas seulement à quel rythme notre Univers s'étend, mais aussi depuis combien de temps il le fait. En effet, dans un Univers en expansion, plus le processus est engagé depuis longtemps, plus la valeur de H se doit d'être petite. C'est fina-

Pour y arriver, il suffit en principe d'obtenir pour un certain nombre de galaxies les valeurs de la vitesse d'éloignement et de la distance. Mais les premiers résultats furent très décevants. Hubble trouva une valeur moyenne de H de 500 km/s de vitesse d'éloignement pour chaque mégaparsec de distance (un mégaparsec équivaut à un million de parsecs,

chacun correspondant à 3,26 années-lumière). Plus simplement, on peut dire que cette valeur correspond à un gonflement de 500 milliardièmes de mètre par année pour chaque kilomètre d'espace. Cette valeur de H est trop élevée puisque l'âge de l'Univers serait alors de 1,5 milliard d'années. Or, on savait déjà à cette époque que certaines roches terrestres étaient vieilles

de quelques milliards d'années. La Terre plus vieille que l'Univers ! Il n'en fallait pas plus pour que l'explication relativiste perde sa crédibilité.

Il ne faut pas juger trop sévèrement cette première tentative. S'il était facile pour Hubble de déterminer les vitesses d'éloignement des galaxies à l'aide de l'analyse spectrale, il en allait tout autrement des distances. Situées entre quelques millions et quelques milliards d'années-lumière de nous, les galaxies qui nous entourent se trouvent bien au-delà des limites de notre pauvre imagination. Une seule année-lumière correspond à la distance parcourue par la lumière en une année. Lorsqu'on sait que cette dernière franchit 300 000 km par seconde et qu'il s'écoule plus de 30 millions de secondes en une seule année, on commence à peine à saisir l'étendue de la difficulté.

Pour évaluer les distances, Hubble a utilisé la relation entre la luminosité et la période de variabilité des étoiles dites Céphéides. Ces étoiles ont ceci de particulier qu'elles émettent une quantité variable de lumière selon un cycle répétitif s'échelonnant sur un intervalle allant de 2 à 100 jours. On venait de découvrir à cette époque que plus le cycle d'une de ces étoiles est long, plus sa brillance réelle est grande. En mesurant sa brillance apparente qui est affaiblie par la

FORUM

sur l'avenir de l'éducation de langue française

La force des liens

favorisera-t-elle l'éducation
de langue française ?

Défis, espoirs...



APPEL DE MÉMOIRES

Pour obtenir des renseignements
supplémentaires, ou pour obtenir un
Cahier d'appel de mémoires :

1947-1997



Association canadienne
d'éducation de langue française

268, rue Marie-de-l'Incarnation
Québec (Québec) G1N 3G4
Téléphone : (418) 681-4661
Télécopieur : (418) 681-3389

Courrier électronique : informat@acelf.ca
Visitez le site Internet : <http://www.acelf.ca/for>

distance qui nous en sépare, on peut, si on a mesuré la durée du cycle de variabilité, déterminer précisément la distance qui produit l'écart entre les brillances réelle et apparente. On a toutefois découvert vers la fin des années 50 qu'il existe deux types de Céphéides obéissant à des relations différentes. Malheureusement pour Hubble, il avait utilisé la mauvaise relation, car, sans le savoir, il observait l'autre type de Céphéides ! Avec les corrections appropriées, le résultat de Hubble correspond à un âge tout à fait concevable qui se situe autour de 10 milliards d'années.

Au cours des années 60 et 70, une incroyable série de mesures des distances, utilisant une foule d'indicateurs différents, ont permis de fixer la valeur de H entre 50 et 100 milliardièmes de mètre de gonflement par année pour chaque kilomètre d'espace. Loin de s'entendre, la communauté scientifique s'est trouvée divisée entre deux écoles de pensée.

Dirigés par l'astronome Sandage, les tenants du $H = 50$ pouvaient compter sur des observations portant sur une centaine de galaxies dont les distances avaient été déterminées principalement à l'aide des Céphéides. Mené par de Vaucouleurs, un des pionniers de l'astronomie extragalactique, le camp du $H = 100$ disposait d'un échantillon de près de 300 galaxies dont les distances avaient été déterminées avec la plus vaste panoplie possible d'indicateurs.

Bien que tous admettaient que les Céphéides constituaient probablement les meilleurs indicateurs de distance, le camp du 100 avait une longueur d'avance. D'après ses partisans, l'utilisation d'un large éventail de méthodes restait la garantie pour obtenir une meilleure valeur moyenne

Les deux photos du bas montrent la variation de l'éclat d'une étoile Céphéide à 5 jours d'intervalle. Ces photos proviennent du télescope *Hubble* alors qu'il était pointé sur une fraction de la galaxie spirale IC 4182 située à 16 millions d'années-lumière.

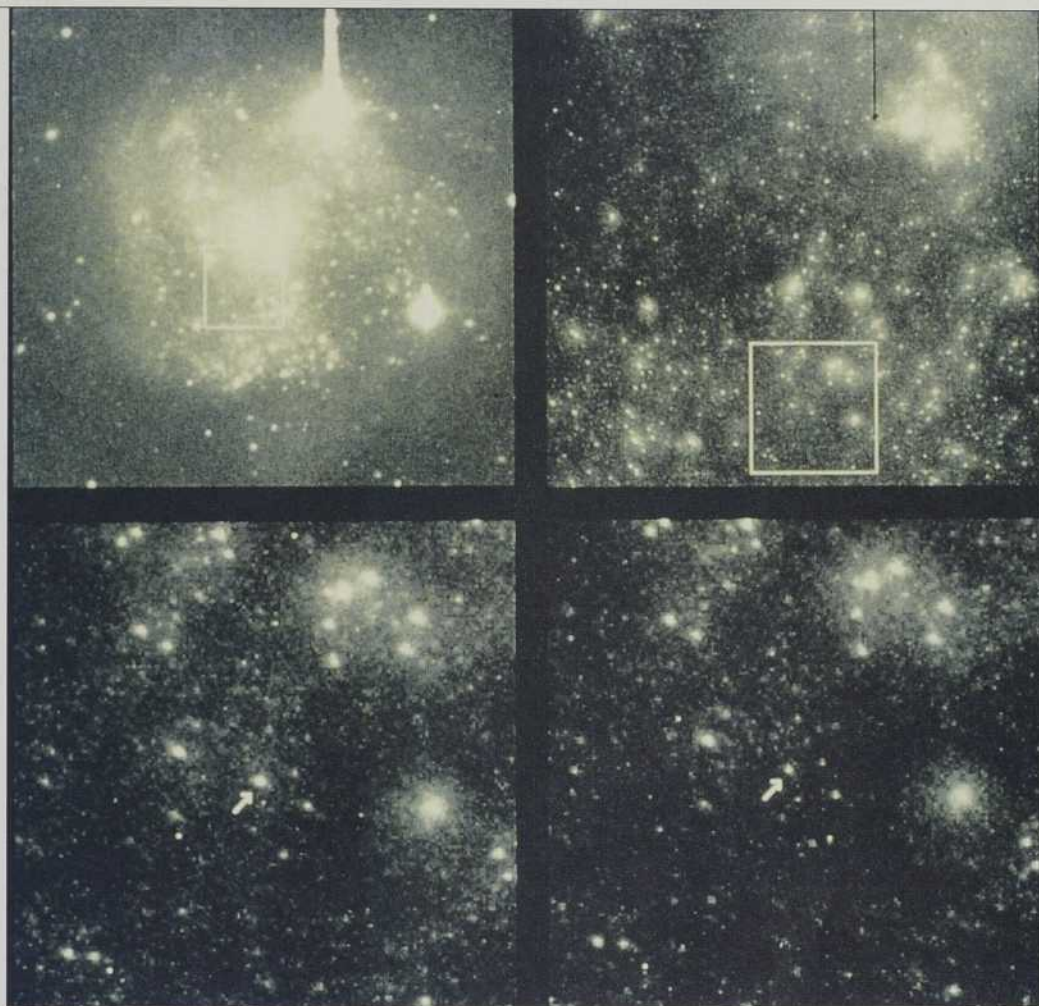
de H simplement parce que les inévitables incertitudes sur les distances avaient toutes les chances de s'annuler mutuellement. L'erreur qu'avait faite Hubble en se fiant à un seul type d'indicateurs hantait encore bien des astronomes. Même les récents résultats obtenus par le télescope spatial *Hubble* n'ont pu, avec une valeur autour de 65, véritablement trancher la question.

L'équipe européenne nous apporte toutefois une lueur d'espoir. D'après Jean-Philippe Beaulieu et ses collaborateurs, il semblerait qu'il soit possible de mettre fin à cette querelle en se servant des Céphéides !

Ce groupe de chercheurs nous propose une sorte de retour de l'histoire en mettant en évidence l'existence d'une foule de catégories de Céphéides. La grande distinction des années 50 n'aurait permis que de différencier les extrêmes d'un continuum de propriétés décrites par autant de relations différentes entre la brillance réelle et la durée du cycle. Pour bien comprendre cette découverte, il faut savoir que c'est le contenu en éléments chimiques lourds, comme les métaux, qui distingue les deux grands types de Céphéides. La variabilité de la brillance de ces étoiles est causée par la difficulté qu'a la lumière à traverser les couches externes de l'étoile. Puisque les métaux affectent le passage de la lumière au travers de la matière, les moindres différences de composition chimique entre deux Céphéides modifient leur comportement global de même

que la relation permettant d'obtenir leur distance. Ce sont ces nuances dont tiennent compte Beaulieu et son équipe. Lorsqu'on traite à nouveau les vieilles données portant sur les Céphéides en tenant compte de ces raffinements, il apparaît que les anciennes mesures tendant à donner de faibles valeurs à H remontent alors que les autres redescendent. Le point de convergence se situe autour de $H = 70$. Une valeur qui, au dire de Beaulieu, correspond à celle obtenue tout à fait par hasard par le télescope *Hubble*. Il semble que cette fois-là, les astronomes, sans doute inspirés par Hubble lui-même, ont renversé le destin en pointant le grand télescope vers la bonne sorte de Céphéides ! ●

¹ Benoît Villeneuve est astrophysicien. Il enseigne au Collège André-Grasset, à Montréal.



Sauvez mon ange

La restauration de la chapelle Bonsecours à Montréal a révélé de nouveaux trésors.

par Normand Grondin

Après avoir passé un siècle entre ciel et terre, les deux anges géants de la chapelle Notre-Dame-de-Bonsecours, œuvres du sculpteur Philippe Laperle, sont redescendus avec les mortels... pour se refaire une beauté ! Victimes du temps, du climat et des colonies de pigeons montréalais, les sculptures, qui mesurent près de quatre mètres de haut et pèsent plus de 600 kilos chacune, avaient besoin d'un sérieux coup de balai. C'est Jérôme René Morissette, restaurateur au Centre de conservation du Québec qui le donnera.

Il effectuera d'abord une radiographie de chaque pièce, réalisée à partir d'un noyau de bois recouvert de feuilles de cuivre. La radiographie permettra de déterminer l'étendue des dégâts causés par les infiltrations d'eau et de repérer les zones où il faudra injecter



ter des matières consolidantes à base de résines acryliques et d'époxydes.

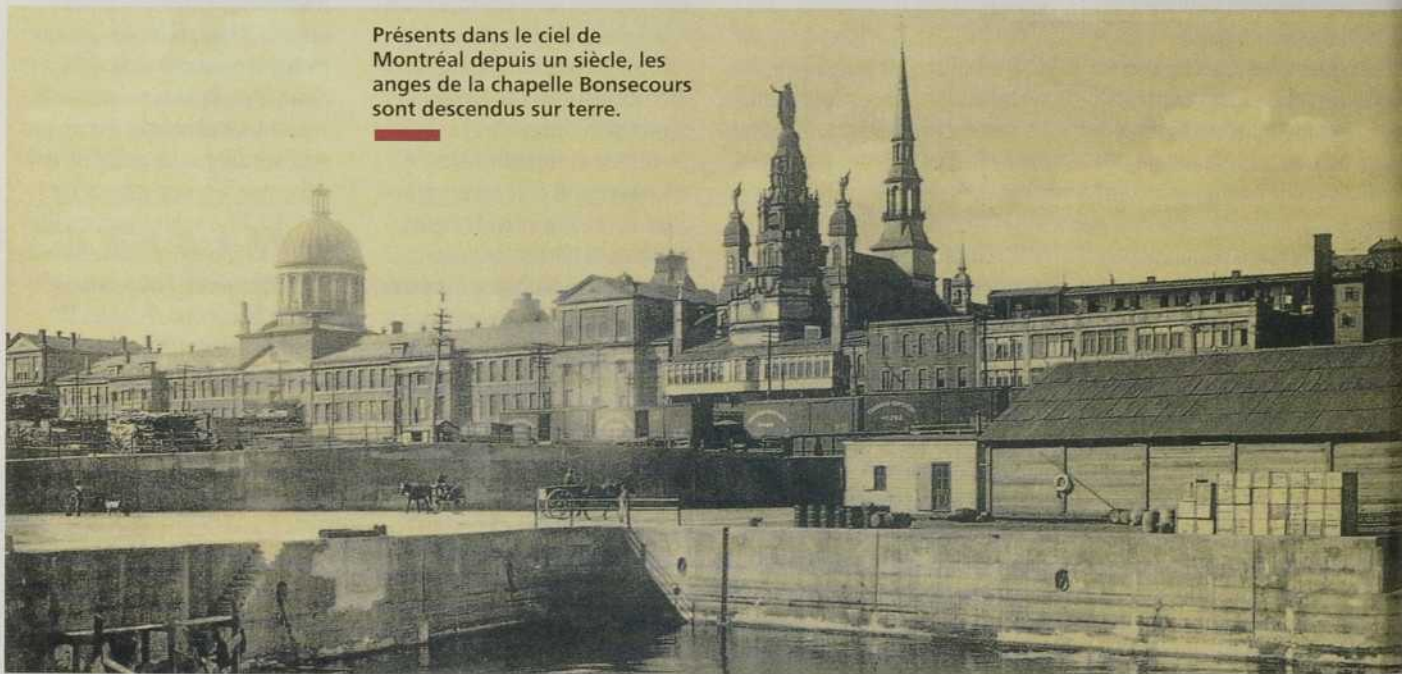
Les soudures seront ensuite examinées, une à une, et refaites là où c'est nécessaire. Puis le métal sera stabilisé à l'aide d'un inhibiteur de corrosion — le benzotriazole (BTA) — qui agira à la façon d'un imperméable chimique contre les sulfures et les chlorures, les deux grands ennemis du cuivre. Finalement, en septembre prochain, les sculptures, probablement recouvertes d'une bonne couche de cire protectrice, retourneront sur le toit de la chapelle pour un autre siècle. « Le défi consistera à les ancrer en tenant compte des dizaines de kilos de matières consolidantes qu'on aura ajoutés et des vents parfois puissants que la structure devra encaisser », dit le restaurateur.

Parallèlement, le Centre complétera la restauration

d'une autre pièce, mise à jour le printemps dernier lors d'une fouille archéologique dans le sous-sol de la chapelle. Il s'agit de la tête d'une statue réalisée vers le milieu du XVIII^e siècle.

Enfouie durant une longue période de temps, la pièce en cuivre repoussé sera d'abord nettoyée à l'aide d'un abrasif. Les restaurateurs ont le choix entre de nombreux produits, de la poudre de microbilles de verre (25 microns) au jet de sable. Dans ce cas-ci, on utilisera un abrasif végétal, de la coquille de noix, pour dégager la tête et préserver la patine du temps, c'est-à-dire la mince couche de cuprite qui s'est formée sur le métal au fil des ans. L'application d'une solution de BTA permettra de stabiliser la surface. On devrait pouvoir admirer cette tête plus de deux fois centenaire au futur musée de la chapelle dès cet automne.

Présents dans le ciel de Montréal depuis un siècle, les anges de la chapelle Bonsecours sont descendus sur terre.



Sous la toile du plafond : une magnifique fresque !

Une œuvre peut parfois en cacher une autre. Il y a deux ans, on a découvert cette fresque de 27 tableaux représentant la vie de la Vierge, dissimulée sous un épais canevas peint couvrant le plafond de la chapelle Notre-Dame-de-Bonsecours, dans le Vieux-Montréal.

La fresque est l'œuvre d'Édouard Meloche (1855-1914), un peintre et architecte bien coté qui a orné plus d'une quarantaine d'églises ici et aux États-Unis. Meloche doit soupirer d'aise : sa fresque, terminée en 1891, a été recouverte à peine 17 ans plus tard, alors qu'il était toujours vivant. Quel affront ! Mais à quelque chose malheur est bon : pendant toutes ces années, le canevas a protégé le travail de l'artiste contre les outrages du temps. « C'est certainement moins dommageable qu'une couche de peinture à l'huile ! », philosophe Patrick Legros, le restaurateur chargé de rajeunir la fresque.



Après avoir détaché la toile du plafond, l'équipe a entrepris de nettoyer les résidus de colle séchée, faite d'un mélange de farine, de mélasse et d'os ou de peau de cheval bouillis. Le restaurateur a d'abord songé à utiliser des enzymes, mais devant les difficultés rencontrées, il s'est rabattu sur une bonne vieille technique : de l'eau tiède, une brosse souple et des trésors de patience ! Par la suite, l'œuvre sera retouchée et les surfaces endommagées seront consolidées à l'aide d'un polymère acrylique. Les travaux devraient être terminés à la fin de l'été.

Autre objet de curiosité : le bâtiment a deux toits superposés et on peut voir, à partir d'une petite ouverture taillée dans le premier, que le second abrite plusieurs pièces de bois ouvrées et peintes d'un or brillant. ●



On a nettoyé la fresque à la brosse souple et à l'eau tiède. Une œuvre de patience.



65^e Congrès de l'Acfas

La science parle français

Du 12 au 16 mai 1997

Université du Québec à Trois-Rivières



Le congrès de l'Acfas : moment privilégié de rencontre de la communauté scientifique

Au programme :

2000 communications, 40 disciplines, 80 colloques

Champs couverts :

- Sciences biologiques
- Sciences humaines
- Sciences sociales
- Sciences de la santé
- Sciences physiques
- Génie

Bienvenue à Trois-Rivières

Renseignements : Secrétariat de l'Acfas

Téléphone : (514) 849-0045 • Télécopieur : (514) 849-5558

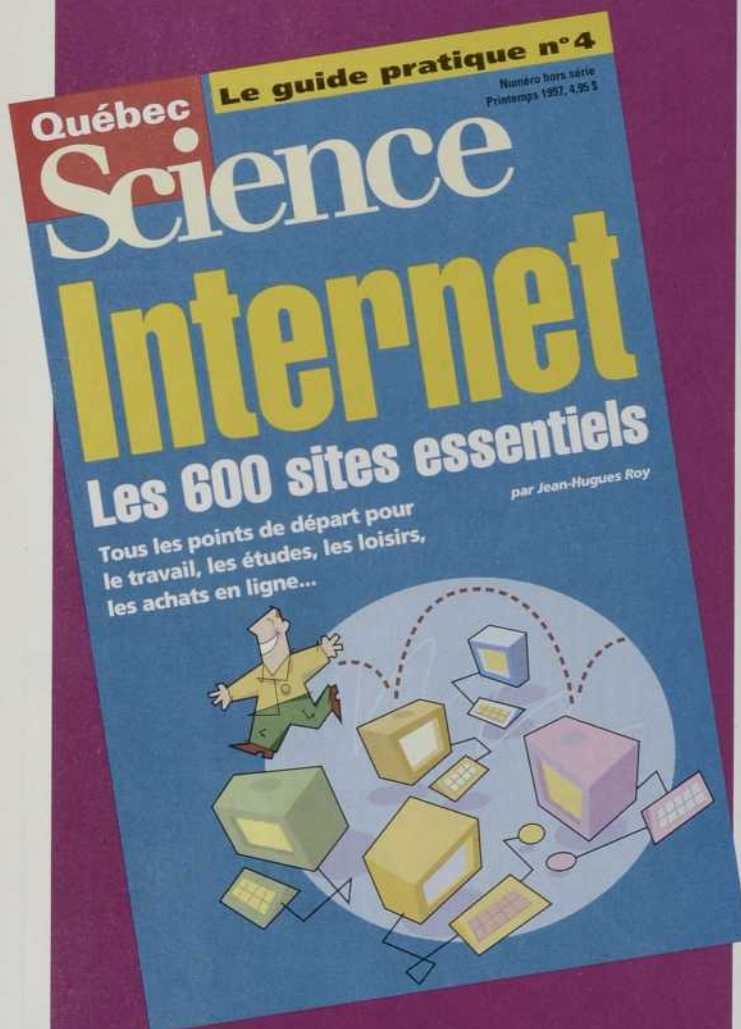
Courrier électronique : congres@acfas.ca

Vous pouvez vous inscrire directement sur le site internet de l'Acfas

<http://www.acfas.ca>

Nouveau !

Le guide pratique n° 4



Un guide indispensable pour trouver l'information que vous cherchez, quel que soit le domaine.

PLUS

- des entrevues
- des statistiques
- des trucs et astuces
- un index complet

par Jean-Hugues Roy

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

Des observatoires offrent aux internautes la possibilité d'explorer les profondeurs de l'Univers.

En 1991, avant même l'avènement du Web, de petits malins de l'université de Cambridge avaient installé une caméra devant la cafetière de la salle commune afin que tous les employés de l'édifice puissent savoir s'il y avait du café frais avant de s'y rendre. Dans un grand élan de générosité, ils branchèrent ensuite la caméra sur le Net, faisant ainsi de leur cafetière une célébrité internationale (1).

Avec l'arrivée du Web, le phénomène s'est amplifié. Ces

petites caméras — appelées « Live Cam », « WebCam » ou, en bon français, « caméras à diffusion en temps réel » — sont maintenant omniprésentes. En plus de montrer cafetières et distributrices de boissons gazeuses (un autre classique), elles permettent au voyeur impénitent qui sommeille en chacun de nous de s'incruster l'œil dans les endroits les plus insolites — un lave-auto, par exemple — ou les plus banals — un bête arrêt d'autobus à Los Angeles ou un tronçon d'autoroute dans une banlieue perdue... Le « Tour du monde en 80 clics de souris » (2) offre un intéressant échantillonnage des sites qui présentent des images en direct.

Mais pourquoi se limiter à notre petit globe poussiéreux lorsqu'on peut observer tous

CyberRessources

- (1) **The Trojan Room Coffee Machine**
<http://www.cl.cam.ac.uk/coffee/coffee.html>
- (2) **Around the World in 80 Clicks**
<http://www.asb.com/usr/swfuchs/ateydays/80clicks.html>
- (3) **University of California - Remote Access Astronomy Project**
<http://deepspace.physics.ucsb.edu>
- (4) **University of Bradford - Bradford Robotic Telescope**
<http://www.telescope.org/rti/>
- (5) **University of Iowa - Automated Telescope Facility**
<http://inferno.physics.uiowa.edu/>
- (6) **NASA**
<http://www.nasa.gov/>
- (7) **Astronomy and Astrophysics & AstroWeb (CERN)**
<http://www.w3.org/pub/DataSources/bySubject/astro/astro.html>
- (8) **Space Telescope Institute**
<http://opposite.stsci.edu/pubinfo/>

Stars system



les recoins de l'Univers ? Certains observatoires d'astronomie (3, 4, 5) offrent en effet la possibilité d'utiliser des télescopes robotisés à distance pour explorer la voûte céleste. Le mode d'emploi de ces « roboscopes » est fort simple : il suffit de s'inscrire, de remplir un formulaire où l'on indique sa planète, étoile, galaxie ou nébuleuse préférée et de soumettre sa requête. Avant le coucher du soleil, un ordinateur compile les requêtes et établit une liste d'attente. Lorsque notre tour est arrivé, le roboscope nous fait parvenir une confirmation par courrier

électronique. Il suffit alors d'aller récupérer les résultats. Toute la procédure se fait automatiquement, sans aucune intervention humaine. Si l'idée de tripatouiller virtuellement un télescope de plusieurs millions de dollars peut paraître angoissante, il ne faut pas s'inquiéter, on ne peut rien briser ! C'est du moins ce qu'affirment les administrateurs des roboscopes.

Le service est offert gratuitement, bien que les astronomes amateurs doivent partager le temps d'observation avec les chercheurs qui ont, bien sûr, la priorité. Cela demande parfois

de la patience. Le télescope de Bradford, par exemple, se trouve en Grande-Bretagne, où le temps moyen d'observation est d'à peine 60 à 90 minutes par nuit !

Les astronomes amateurs sauteront sûrement sur cette occasion d'avoir accès à un équipement aussi sophistiqué. Cependant, il faut rappeler que les résultats sont rarement spectaculaires. Il est d'ailleurs conseillé d'observer des galaxies plutôt que des étoiles et des planètes, qui apparaissent invariablement comme de petits points

blancs sur fond noir...

Pour s'en mettre plein la vue, il est préférable de consulter le site de la NASA (6) et celui de l'AstroWeb du CERN (7). On y trouve une impressionnante collection d'images et de séquences vidéo. À partir de la NASA, on peut faire un saut au Space Telescope Science Institute (8), où l'on conserve les superbes images provenant du télescope spatial *Hubble*.

Sortez votre atlas astronomique, choisissez une destination et, grâce à Internet, allez explorer les profondeurs de l'Univers. Dépaysement garanti. ●



Martin, 12 ans
internaute

Richard, 43 ans
père de famille,
enseignant

« Moi, j'ai eu l'Internet
et mon père
un mois gratuit
avec la trousse
d'Internet Microtec. »

« Ici, il y a toujours quelqu'un qui veut s'amuser sur Internet. L'accès illimité à coût fixe chez Internet Microtec me permet de planifier mon budget sans casse-tête. »

-Richard

**Téléphonez dès maintenant pour obtenir
votre trousse d'accès incluant un mois gratuit !
Profitez de notre plan accès illimité pour seulement 26,95 \$ par mois !**

UTILISEZ L'UN DE CES 2 MODES DE BRANCHEMENT !

PAR LA TROUSSE D'INTERNET MICROTEC : Téléphonnez-nous afin de recevoir rapidement votre trousse d'accès au monde d'Internet, au montant de 26,95 \$, vous donnant : un mois gratuit, un guide d'installation et plusieurs logiciels dont les navigateurs web Microsoft Internet Explorer et Tango, ainsi que les logiciels PointCast et SécurNat.

PAR MODEM : 24 heures sur 24, 7 jours sur 7.
• Montréal : (514) 861-3535 • Québec : (418) 691-0500
« Appuyez deux fois sur la touche RETOUR au moment de la connexion et suivre les instructions. »



Une technologie humanisée™

Accès illimité **26,95 \$** par mois

MTL : (514) 388-1144
QUÉ : (418) 683-2523
www.microtec.net



Nouvelles brèves

Biochimie

Un grand bol de smog

Grand responsable du smog, promoteur de l'effet de serre et destructeur modéré de la couche d'ozone, l'oxyde d'azote (NO) peut aussi être utile à l'occasion. Ce gaz moyennement toxique, dont la vie dans l'organisme ne dure toutefois que quelques secondes, joue en effet un rôle important dans la transmission de l'influx nerveux, dans le fonctionnement du système immunitaire et dans la régulation de la tension artérielle. Cette coquine molécule est aussi essentielle dans le processus fort



complexe de l'érection masculine, si bien que la revue *Science* lui a décerné en 1992 le titre de « molécule de l'année ».

Ce n'est pas tout. La biochimiste Doris Koesling, de l'université libre de Berlin, vient de découvrir que l'oxyde d'azote, en concentration comparable à celle que l'on retrouve en bordure d'une autoroute, multiplie par six l'efficacité de la guanylylcyclase, une enzyme importante dans le fonctionnement des poumons. Ainsi, certains chercheurs préconisent maintenant l'inhalation de NO pour combattre l'hypertension pulmonaire et les troubles respiratoires aigus !

Pedro Rodrigue

Psychologie

La goutte de trop

Depuis maintenant une quarantaine d'années, les psy reconnaissent les effets du stress sur la santé mentale. Certains sont bienfaisants, mais la plupart, hélas, nous rongent à petit feu. Si le stress a été l'objet de nombreuses études, il demeure encore mal compris. En effet, les études ont presque toujours été limitées aux événements stressants majeurs : deuil, divorce, perte d'emploi, etc. En somme, on s'est intéressé aux grandes clagues que la vie nous assène de temps à autre et on a négligé les irritants quotidiens qui font peu

à peu augmenter notre tension artérielle.

La psychologue Blair Wheaton, de l'université de Toronto, a résolu de combler ce vide. Elle a dressé un inventaire des facteurs de stress qui minent lentement la santé de la

population, en tenant compte du rôle social et des conditions de vie des victimes. Qu'est-ce qui l'a mise sur cette piste ? Les principes... du génie mécanique ! En anglais, « stress » signifie contrainte, et les ingénieurs savent qu'il existe deux sortes de contraintes. Les premières excèdent les limites d'élasticité des matériaux et les brisent à court terme. Les secondes sont causées par la répétition de sollicitations minimes qui finissent, à l'usure, par faire effondrer le bâtiment. Curieuse coïncidence, en mécanique comme en psychologie, ce stress à long terme se nomme... fatigue.

P.R.

Psychologie

La double vie des ados

Les adolescents sont particulièrement doués pour s'adapter à la garde partagée et à la vie dans deux foyers différents. « Les questions d'organisation matérielle d'un tel mode de vie ne semblent pas leur poser de problèmes et les quelques difficultés inhérentes sont, de l'avis même de ces jeunes, largement compensées par le fait qu'ils peuvent voir régulièrement leurs deux parents. » Telles sont les conclusions encourageantes d'*Adolescents After Divorce*, récemment paru aux Presses de l'Université Wake Forest.

Les auteurs, la psychologue Christy Buchanan et ses collègues Eleanor E. Macoby et Sanford M. Dornbusch, deux chercheurs de l'Université Stanford, ont étudié 365 familles ayant divorcé environ 4 ans plus tôt afin de découvrir quels facteurs permettraient de prévoir que l'adaptation des enfants, après le divorce, sera réussie ou difficile.

Au total, les chercheurs ont donc interviewé plus de 500 enfants âgés de 10 à 18 ans. Ceux-ci vivaient dans l'un des trois modèles les plus répandus : garde de la mère, garde du père ou garde partagée. Pour établir leur degré d'adaptation, les chercheurs ont examiné la présence ou non de symptômes de dépression, celle de comportements délinquants et l'attitude à l'école. Mais ils ont surtout étudié les caractéristiques des familles après le divorce : les relations des adolescents avec chaque parent, leurs expériences dans chacun de leurs deux foyers.

Christy Buchanan estime que, indépendamment du type d'arrangement, l'étude fournit aux parents de nombreux moyens d'aider leurs enfants à traverser la douloureuse expérience du divorce. Ainsi, faut-il éviter à tout prix d'utiliser les enfants comme messagers, ne pas leur demander de renseignements au sujet de l'autre parent et ne pas dénigrer celui-ci en présence des enfants. Les adolescents qui disent se sentir souvent pris entre deux feux sont plus dépressifs et plus sujets aux comportements délinquants.

Claude Marcl

Le chiffre du mois

54%

des articles parus au Québec dans les revues scientifiques spécialisées sont signés par des chercheurs de l'extérieur de la province. Cette constatation a été faite par le sociologue Benoît Godin, de l'Institut national de la recherche scientifique, qui a analysé le contenu de 55 revues spécialisées publiées entre 1990 et 1995. Le lieu de travail des auteurs ? 46 % vivent au Québec; 22 % en France; 13 % ailleurs au Canada; 5 % aux États-Unis; 3 % en Belgique. Enfin, près de 11 % des articles proviennent du reste du monde.

R.L.

Supersmall *is beautiful*

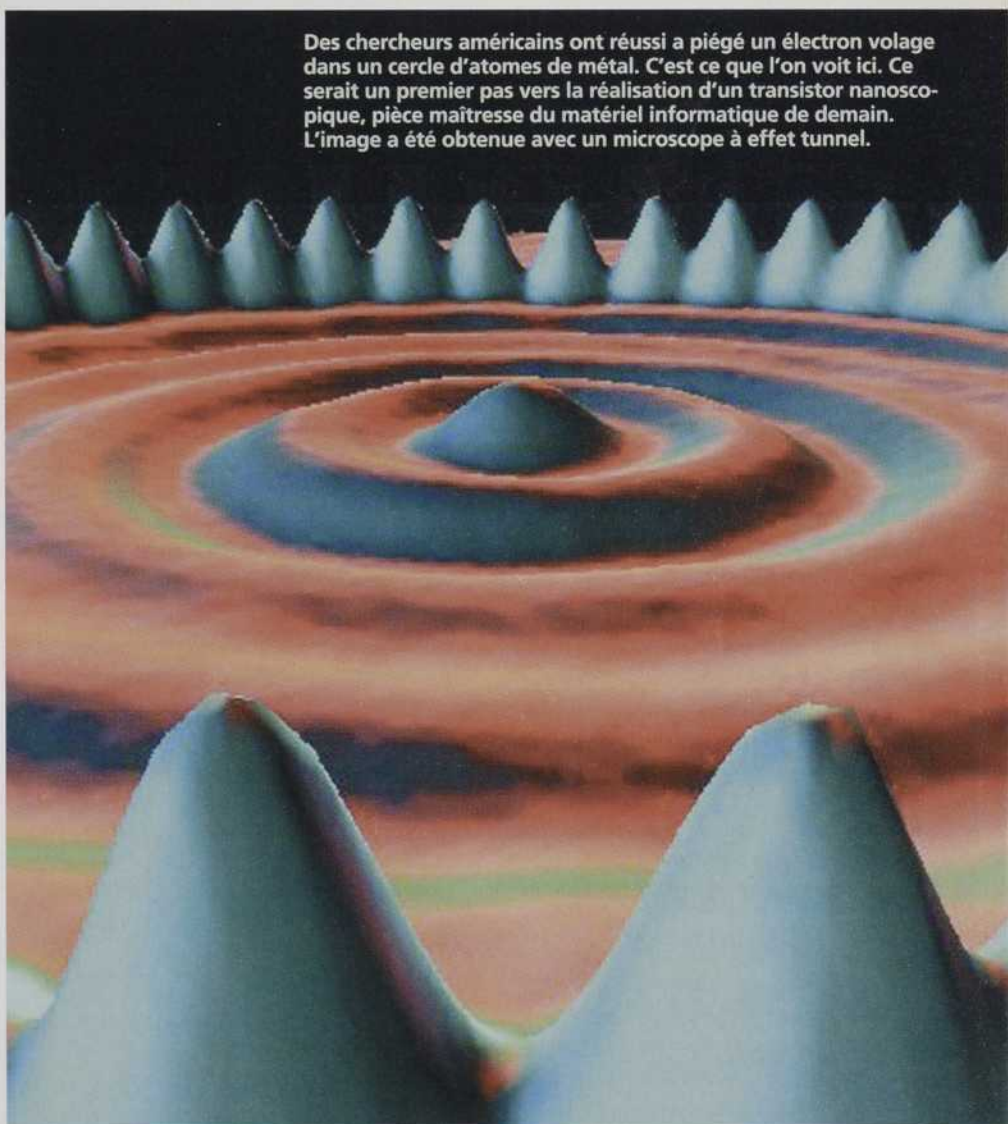
L'univers des nanotechnologies sera celui des robots microscopiques et des objets assemblés molécule par molécule par des machines invisibles à l'œil nu. Le monde de l'infiniment petit et de l'immensément performant.

par Laurent Fontaine

Dans *Le jour des fourmis*, un thriller scientifique signé Bernard Werber, le commissaire Méliès finit par découvrir qui a tué les inventeurs d'un insecticide révolutionnaire : des fourmis ! Et pas n'importe lesquelles : elles ont des antennes de métal, deux minuscules caméras grand-angle au niveau des yeux, des mandibules inoxydables tranchantes comme des rasoirs, des pattes articulées et commandées par un microprocesseur logé dans la tête. Elles portent également, dans l'abdomen, une capsule pressurisée remplie d'acide. Les fourmis automates attaquent par centaines, s'introduisant dans les orifices du corps de leur victime figée par la peur, puis injectent leur acide formique. Brrrr...

Même s'ils ne sont pas aussi cauchemardesques que les bestioles imaginées par l'écrivain, des robots-insectes ont réellement été fabriqués par des chercheurs japonais. Ces microrobots sont gardés dans les laboratoires de l'université Todai, à Tokyo, depuis 1995. Ce sont probablement les plus petits automates connus : des micro-machines de 1,5 mm de long et de 0,7 mm de large, munies de six pattes antennes dont deux sont mobiles et d'un corps en polysilicone, qui ne se déplacent qu'à l'intérieur d'un champ électromagnétique. Ces fourmis ne sont pas les seules petites bêtes dans

Des chercheurs américains ont réussi à piéger un électron volage dans un cercle d'atomes de métal. C'est ce que l'on voit ici. Ce serait un premier pas vers la réalisation d'un transistor nanoscopique, pièce maîtresse du matériel informatique de demain. L'image a été obtenue avec un microscope à effet tunnel.



IBM

leur genre. Les chercheurs japonais se spécialisent dans la construction de cafards, araignées et papillons, mais aussi dans l'étude du comportement des insectes artificiels. Le comportement ? Oui, car aussi incroyable que cela puisse paraître, les fournis robots apprennent à marcher *naturellement* en file indienne ou à adopter une réaction commune et ordonnée dans une situation de chaos.

Plusieurs équipes à travers le monde tentent de modéliser leur « intelligence » à l'aide d'algorithmes. Pour quelles raisons ? Parce que d'ici moins de 50 ans des robots plus petits encore, autonomes et assignés à des tâches précises, vont envahir notre univers. Moins gros que des virus, certains pourront éventuellement se déplacer dans le corps humain pour détruire un cancer.

Qui rêve à cela ? Les nanotechnologistes (*nanoists* en anglais). Que signifie « nano » ? Prenez un millimètre (10^{-3} m), divisez-le par mille : voilà un micron (10^{-6} m). Divisez le micron par mille : voilà un nanomètre (10^{-9} m). Lilliputien ! La nanotechnologie se définit donc comme l'ensemble des théories, des techniques et des mécanismes qui visent à manipuler ou à fabriquer des objets de taille comparable à celle des composants élémentaires de la matière — les atomes et les molécules. Les nanotechnologistes parlent d'ingénierie moléculaire.

Dans les années 60, les nanotechnologistes ont peut-être trop souvent regardé le film *Fantastic Voyage*, qui racontait les aventures de l'équipage d'un microvaisseau perdu dans le corps humain. À moins que ce ne soit le contraire. Les cinéastes américains ont peut-être lu les articles de Richard Feynman, Prix Nobel de physique en 1965. « Pourquoi ne pourrions-nous pas transcrire les 24 volumes de l'encyclopédie Britannica sur la tête d'une épingle ? » demandait le physicien à la fin des années 50, dans un discours prononcé à l'Institut de technologie de Californie. Impensable ? Aujourd'hui, on fait pourtant beaucoup plus, et mieux. « Les principes de la physique, pour autant que nous puissions en juger, ne s'opposent pas à la possibilité de manipuler des choses atome par atome », ajoutait-il.

C'est Eric Drexler qui, au début des années 90, a le premier donné suite aux intuitions de Richard Feynman. Ce Californien de 41 ans, ancien professeur du Massachusetts Institute of Technology et de l'université de Stanford, est le gourou des

nanotechnologistes. Il a posé les bases de la nanotechnologie moderne dans deux ouvrages — *Unbounding the Future: The Nanotechnology Revolution* et *Nano-systems: Molecular Machinery, Manufacturing and Computation*. Aujourd'hui directeur d'un centre d'éducation, le Foresight Institute, Drexler est si convaincu que des nanorobots pourront un jour réparer les tissus humains qu'il a demandé la cryogénisation... Tout comme son ami Ralph Merkle, du Centre de recherche de Xerox, à Palo Alto, dans la Silicon Valley, la Mecque des nanotechnologistes !

Leur credo est simple : si on peut bouger la matière atome par atome, on doit pouvoir construire des nanorobots moins gros qu'un virus et dotés de bras mécaniques nanoscopiques. Ces « assembleurs », comme on les nomme, pourraient à leur

Les principes de la physique, pour autant que nous puissions en juger, ne s'opposent pas à la possibilité de manipuler des choses atome par atome.

tour construire d'autres nanorobots, ou des ensembles de plus grande taille, en empilant atomes et molécules comme dans un jeu de Lego, grâce à un programme de construction pouvant donner des instructions à des millions, voire à des milliards de nanorobots en même temps !

Ces machines, assure Eric Drexler, auraient des avantages majeurs. Primo, leur coût de fabrication tomberait presque à zéro une fois franchie leur mise au point. Mais, pour permettre de réels développement industriels, les assembleurs doivent être en mesure de se répliquer. Impossible, dites-vous ? Les pommes de terre le font bien, répondent les nanotechnologistes. En combinant les éléments qui les composent, les tubercules se reproduisent elles-mêmes !

Secundo, si les assembleurs pouvaient manipuler les atomes un par un, il serait possible d'éliminer toute impureté de la matière et de créer des produits plus résis-

tants avec moins d'atomes, donc moins lourds et moins volumineux. Après tout, la structure atomique du diamant ressemble beaucoup à celle du carbone. Avec quelques retouches, les possibilités de fabriquer des matériaux aussi résistants que le diamant et très légers sont infinies ! Le coût par kilo de ces produits serait à peine plus élevé que celui des pommes de terre (encore elles !). Ainsi, un Boeing 747 coûterait le prix actuel d'une voiture.

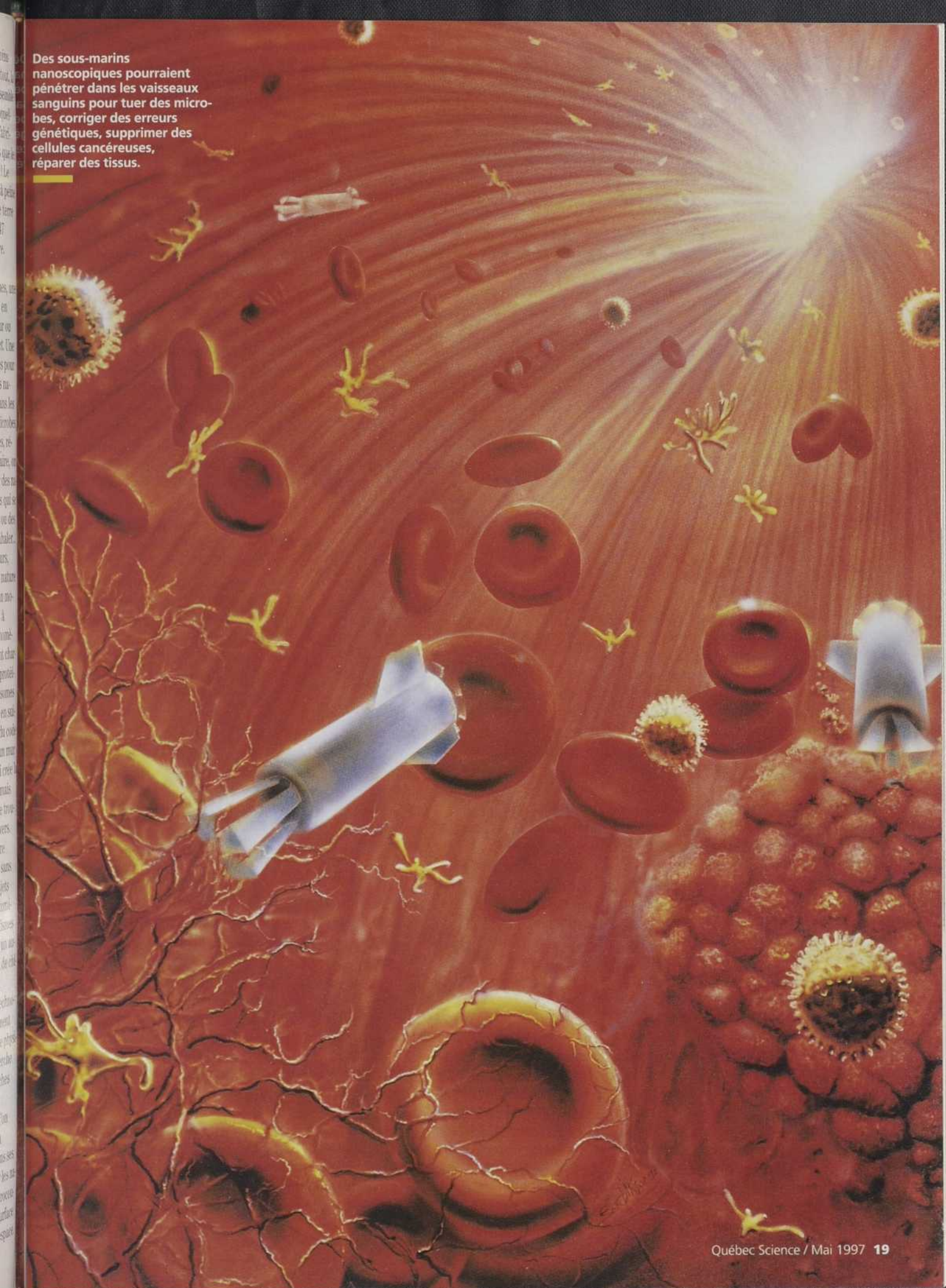
Avec quelques paquets d'atomes, une machine pourrait construire en quelques heures un téléviseur ou un lecteur de disque compact. Une autre pourrait combiner des cellules pour fabriquer un steak. Des sous-marins nanoscopiques pourraient pénétrer dans les vaisseaux sanguins pour tuer des microbes, corriger des erreurs génétiques, réparer des tissus. Du côté militaire, on pourrait évidemment inventer des nanocellules causant des cancers qui se répandraient très rapidement ou des nanomissiles qu'on pourrait inhaler...

Pour imaginer ses assembleurs, Drexler a observé comment la nature construit les objets vivants. Son modèle : les ribosomes. Mesurant à peine quelques milliers de nanomètres cubes, ces mini-usines sont chargées de synthétiser toutes les protéines. Infiniment petits, les ribosomes fabriquent plus grands qu'eux en suivant un « programme », celui du code génétique. Il y a évidemment un mur entre la chimie organique (qui crée la vie) et la chimie inorganique, mais

les nanotechnologistes ont espoir de trouver la passerelle entre ces deux univers. « Imaginez ce que pourrait être notre monde si nous pouvions construire, sans eau et sans cellules vivantes, des objets possédant un degré de perfection atomique aussi grand que celui des organismes vivants ! » écrit Richard E. Smalley, un autre nanotechnologiste et Prix Nobel de chimie en 1996.

« Le modèle théorique des nanotechnologistes n'est pas fou », dit prudemment Michel Meunier, professeur de génie physique et directeur du groupe de recherche en physique et technologie des couches minces à l'École Polytechnique de Montréal, un des rares endroits où l'on s'intéresse aux nanotechnologies au Québec. Des recherches menées dans ses laboratoires ont conduit à recouvrir les navettes spatiales américaines de microcouches de diamant pour rendre leur surface plus résistante aux agressions de l'espace.

Des sous-marins
nanoscopiques pourraient
pénétrer dans les vaisseaux
sanguins pour tuer des micro-
bes, corriger des erreurs
génétiques, supprimer des
cellules cancéreuses,
réparer des tissus.



Nano Valley, California

C'est dans la Silicon Valley, en Californie, qu'on trouve la plus forte concentration de spécialistes des nanotechnologies. Pourquoi la Californie ? Même si on estime, avec optimisme, que les nanotechnologies pourront un jour révolutionner les secteurs de la médecine, de l'aéronautique et même de l'environnement, cette voie s'annonce au mieux difficile, au pire impossible. En fait, seuls les fabricants d'ordinateurs ont un intérêt immédiat à investir massivement dans la recherche puisque dans 10 ou 20 ans, on aura atteint les limites physiques de la miniaturisation des puces de silicium. Or, d'ici là, les nanotechnologies pourraient avoir atteint l'âge mur. Et sauver les meubles de l'industrie des circuits intégrés.

Comment peut-on s'acharner à atteindre à un but aussi hypothétique ? Pour Al Globus, directeur d'une petite équipe de nanotechnologistes au Centre de recherche NASA-Ames, la réponse est simple : les retombées potentielles sont grandes. Très grandes. Avec un collègue, Al Globus a mis au point NanoDesign, un logiciel de conception moléculaire assistée par ordinateur qui ressemble à ceux utilisés par l'industrie pharmaceutique pour concevoir de nouveaux médicaments. Ce logiciel permet de simuler des structures de complexité variée, à partir de briques de base ressemblant à des tubes. Ces « nanotubes », aussi appelés fullérènes, ont d'ailleurs valu au chimiste Richard Smalley de l'université Rice, au Texas, de devenir, en 1996, le premier Nobel à arborer l'étiquette de nanotechnologiste.

Parmi les molécules « construites » par l'équipe de Globus, certaines devraient même servir à court terme. Par exemple, si on pouvait joindre plusieurs fullérènes bout à bout, on obtiendrait des câbles très fins et très résistants. Mais encore faut-il savoir si ces nanotubes peuvent être fusionnés et, si c'est le cas, de quelle façon.

Chez NASA-Ames, de même qu'à l'Institut de manufacture moléculaire et au Centre de recherche de Xerox, à Palo Alto, on conçoit aussi l'équivalent de pièces de robot classiques : transmissions, pompes, bras et mains robotisés. Classiques, à un détail près : chacune de ces pièces contient à peine quelques dizaines ou quelques milliers d'atomes. Le problème, c'est qu'on ne sait pas encore

comment synthétiser ces molécules, ni comment les faire fonctionner !

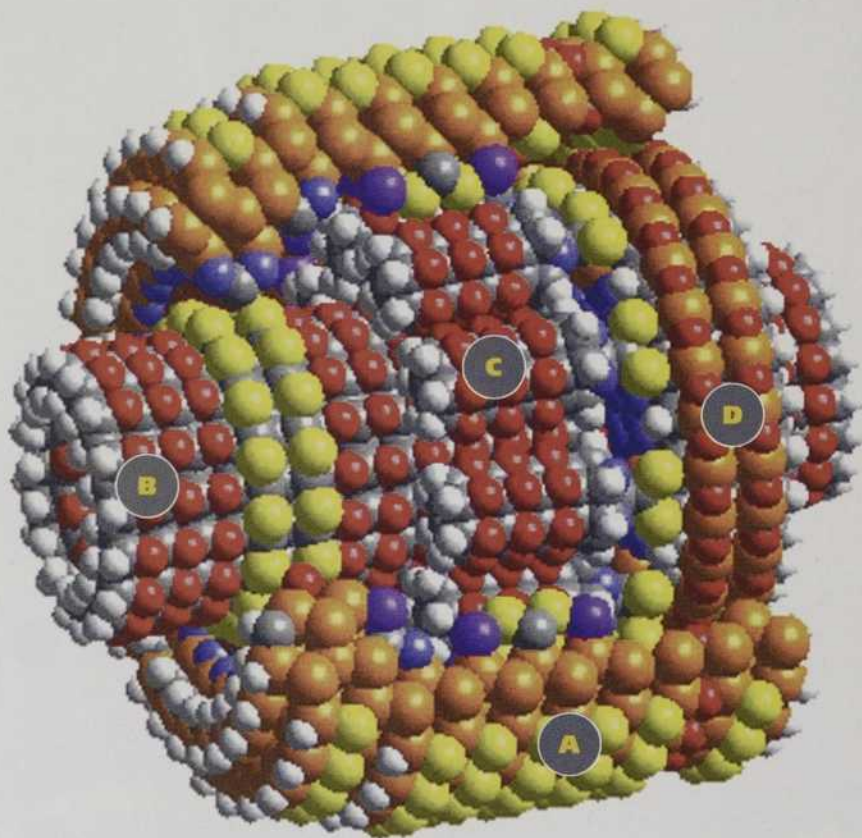
C'est là qu'intervient un deuxième logiciel, qui permet de simuler le fonctionnement de ces molécules. Celui-ci permet d'appliquer une certaine force de rotation à l'axe de la molécule et d'observer ainsi le comportement de chacun des atomes. Lorsque l'axe tourne trop vite, la vitesse peut sauter ou, pire, une pièce peut casser. Les scientifiques doivent alors retourner à leur logiciel de conception.

La réponse finale ne viendra que lorsqu'on pourra vraiment synthétiser ces molécules et les faire fonctionner. Comme le dit Ralph Merkle, nanotechnologiste au Centre de recherche de Xerox : « Pour

fabriquer des machines moléculaires, il faut arriver à déterminer à quoi elles vont ressembler, et développer nos capacités à construire des objets à l'échelle moléculaire. » Et puis, il faut aussi des outils efficaces. Mais à quoi ressemblent donc les nanotournevis et les nanopinces ?

Justement, la réalité expérimentale est en train de rattraper les simulations par ordinateur. Ainsi, des chimistes travaillent sur l'auto-assemblage de molécules, ce qui intéresse beaucoup les nanotechnologistes qui s'inspirent déjà de la nature. En effet, l'auto-assemblage est une pratique courante dans les cellules vivantes depuis des millions d'années.

Anne Ruimy (Stanford, Californie)



Une transmission moléculaire simulée à l'ordinateur par des chercheurs de l'Institut de manufacture moléculaire et du Centre de recherche de Xerox, à Palo Alto, en Californie.

La pièce est composée de nanotubes, qui sont eux-mêmes constitués d'un petit nombre d'atomes. C'est l'équivalent d'une transmission classique, dite « transmission planétaire ». La caisse est maintenue immobile (A). Lorsque l'axe central ou « soleil » tourne (B), il entraîne neuf « planètes » qui tournent sur elles-mêmes (C), entraînant finalement la roue extérieure (D).

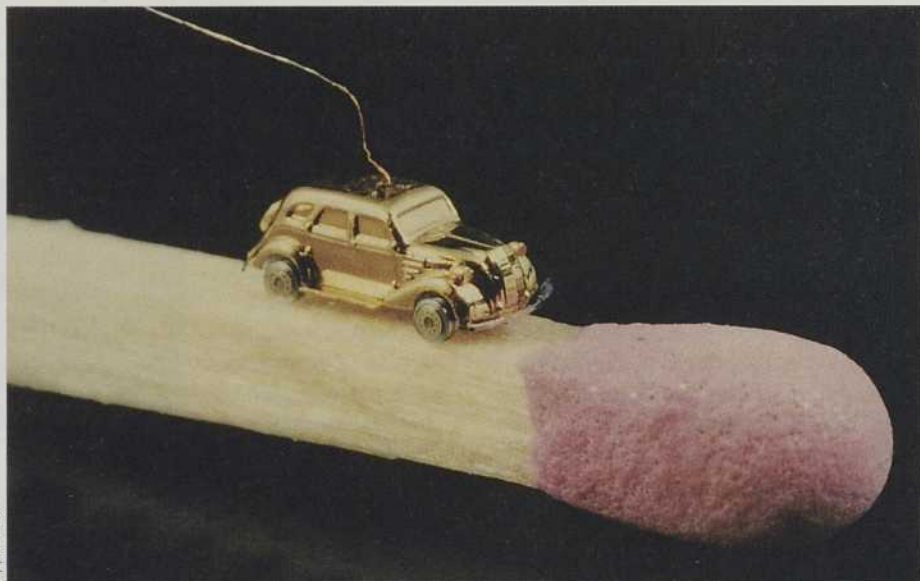
Pas fous les nanotechnologistes, mais les obstacles à surmonter avant de réussir à créer, à si petite échelle, une structure stable en trois dimensions sont énormes. Le problème majeur, c'est celui du contrôle de la position : il faut être capable d'assembler des atomes avec une précision... nanoscopique. Ainsi, un cheveu tombant sur un nanorobot aurait à peu près le même effet qu'un éléphant écrasant votre pied ! Il faut donc travailler dans le vide parfait. Encore là, la moindre vibration empêche de manipuler les atomes et provoque des réactions chimiques indésirables. De plus, lier des atomes entre eux n'est pas une mince affaire. Sans compter les nombreux autres problèmes : quelle énergie va alimenter ces nanorobots ? Comment la programmation et le stockage des données se feront-ils ? Et comment fonctionneront les articulations entre les différents éléments du robot ?

Les informaticiens ont été les premiers à prendre le prophète californien au sérieux. Déjà, au cours des années 60, leur industrie a sauté dans la vague de la miniaturisation. Ils n'avaient guère le choix : les premiers transistors, conçus en 1948, mesuraient encore plusieurs centimètres carrés, et le premier ordinateur d'IBM était aussi gros qu'un autobus ! Pour commercialiser l'informatique, il fallait en réduire les composants.

C'est ce que l'industrie a fait en combinant un matériau — le silicium, un semi-conducteur malléable et résistant — et une technique — la lithographie. Le procédé s'inspire d'une recette de pizza : sur une pâte de fond, le silicium, on ajoute des couches d'ingrédients afin de superposer et d'incorporer des circuits et des transistors. Pour « cuire » cet assemblage par couches successives et aux endroits désignés, les ingénieurs appliquent ou retirent des résines et les font réagir en filtrant la lumière à travers des masques (procédé de lithographie).

Au fil des années, les techniques sont devenues de plus en plus sophistiquées. Par exemple, dans un ordinateur Pentium, on stocke maintenant 5,5 millions de transistors sur une surface de 306 mm² ! « En 25 ans, la puissance des microprocesseurs a été multipliée par 25 000 », rappelle Michel Meunier. Et, d'ici 15 ans, avec 10 fois plus de transistors sur quelques millimètres carrés, un ordinateur aura à lui seul la puissance de tous les ordinateurs qu'on trouve aujourd'hui dans la Silicon Valley, assurent les experts !

« Ce n'est plus le besoin de miniaturisa-



Nippondenso

Microvoiture pour nanochercheurs ?

En 1995, la firme japonaise Nippondenso a construit la plus petite voiture du monde : une Toyota Sedan, modèle 1936, réduite au millième (4,78 mm de long, 1,7 mm de large, 1,7 mm de haut), soit la taille d'un grain de riz. La voiture est faite de 24 pièces microfabriquées selon les techniques de photolithographie. Elle comprend un volant, des roues de 500 microns de diamètre, des axes, des phares avant et arrière et même une plaque d'immatriculation.

Le plus impressionnant ? Elle roule ! Sa vitesse de croisière est de 6 millimètres à la seconde, soit 21,6 mètres à l'heure. Le premier modèle se déplaçait dans un champ électromagnétique, mais les chercheurs voulaient faire mieux. Ils ont donc construit un moteur magnétique de 0,67 mm fonctionnant avec 3 volts d'énergie. En 1996, l'équipe de Nippondenso a remis ça afin d'éliminer le fil qui fournissait l'énergie au premier modèle. Un premier pas vers les assembleurs des nanotechnologistes ?

tion, mais la course à la puissance qui force l'industrie informatique à faire encore plus petit », explique le Québécois Richard Martel, chercheur au département de science physique au Watson Research Center, dans l'État de New York. Le calcul est simple : plus les composants sont petits, plus on peut stocker de transistors sur une même surface. Et comme le temps nécessaire pour qu'un électron traverse le système diminue, la vitesse de travail augmente. En 1978, la taille des transistors était de 4 microns. Dans un ordinateur Pentium, elle est de 0,35 micron. À la fin de cette année, le quart de micron deviendra la norme de l'industrie.

Mais la course à la puissance se butera bientôt à un problème de « taille » : à 0,1 micron, ou 100 nanomètres, la technologie actuelle atteint sa limite, car la fréquence des photons de lumière devient trop grande pour graver des canaux si fins dans le silicium. De plus, à ces dimensions, des effets quantiques commencent à apparaître. « Celui qui n'est pas choqué par la théorie quantique n'a pas compris ce qu'elle est », disait le physicien Niels Bohr, pour résumer à quel point, à l'échelle de

l'infiniment petit, les règles de la physique changent de manière surprenante. Par exemple, dans l'univers quantique, la même particule de matière peut se trouver à deux endroits différents à la fois. Un électron peut traverser des murs sans qu'on sache trop comment. Il peut aussi se retrouver dans des états de matière différents qui rendent quasi impossible la logique binaire qui régit les microprocesseurs.

« À de si petites dimensions, le nombre d'électrons dans les circuits est si peu élevé que l'ajout ou le retrait d'un seul d'entre eux devient critique », explique Richard Martel. Loin de s'offusquer des comportements bizarres des électrons, les physiciens essaient plutôt de s'en servir pour concevoir la future génération d'ordinateurs. À l'Université de Sherbrooke, par exemple, les professeurs Jean Beerens et Jacques Beauvais travaillent avec un microscope à faisceau d'électrons pour graver des lignes de 20 à 100 nanomètres dans le silicium. Plus petite que celle des photons, l'onde des électrons permet une résolution plus fine.

« Si on peut comprendre le comportement des électrons dans des circuits fins, on pourra créer des ordinateurs qui font travailler les transistors en parallèle, selon

les différents états de la matière », dit Jean Beerens. Dans des circuits réduits à quelques nanomètres, explique le physicien, les fils sont si petits qu'il n'y a plus qu'un électron qui passe à la fois. C'est très intéressant, car il faut beaucoup moins d'énergie pour faire circuler l'information. D'autres avenues sont explorées comme celle des îlots quantiques : si un seul électron pouvait être confiné dans un espace (îlot) et être expédié avec une quantité d'énergie donnée, il serait possible de construire des transistors fonctionnant avec... un seul électron.

Au lieu de graver le silicium, d'autres scientifiques cherchent à y poser des circuits nanoscopiques, atome par atome. Les premiers outils existent : en 1986, deux Suisses, Gerd Binnig et Heinrich Rohrer, ont reçu le prix Nobel de physique pour leur invention, le microscope à effet tunnel (STM), qui permet de voir et de manipuler les atomes un par un. Une pointe extrêmement fine et conductrice est placée près de

nyne IBM avec 35 atomes de xénon ou pour bâtir un cercle d'atomes de métal sur une surface et y emprisonner un électron volage, premier pas vers un transistor nanoscopique. Les premiers travaux ont été faits à des températures très basses (-270°C), mais l'an dernier les chercheurs de Zurich ont manipulé des molécules organiques de 1,5 nanomètre à la température de la pièce. En novembre

dernier, ils créaient aussi la première machine moléculaire : un boulier chinois de moins d'un nanomètre, fait d'une dizaine de rangs de molécules de carbone 60 déposées sur une surface de cuivre.

Un autre outil intéresse les chercheurs d'IBM : le microscope à force atomique (AFM), qui mesure les atomes en calculant la pression entre la pointe et la surface. Au contact de l'air ambiant, une goutte d'eau

Les percées actuelles en informatique apportent donc de l'eau au moulin des nanotechnologistes. Même s'il ne s'agit encore que de circuits intégrés, les IBM, Hewlett Packard, Texas Instruments et

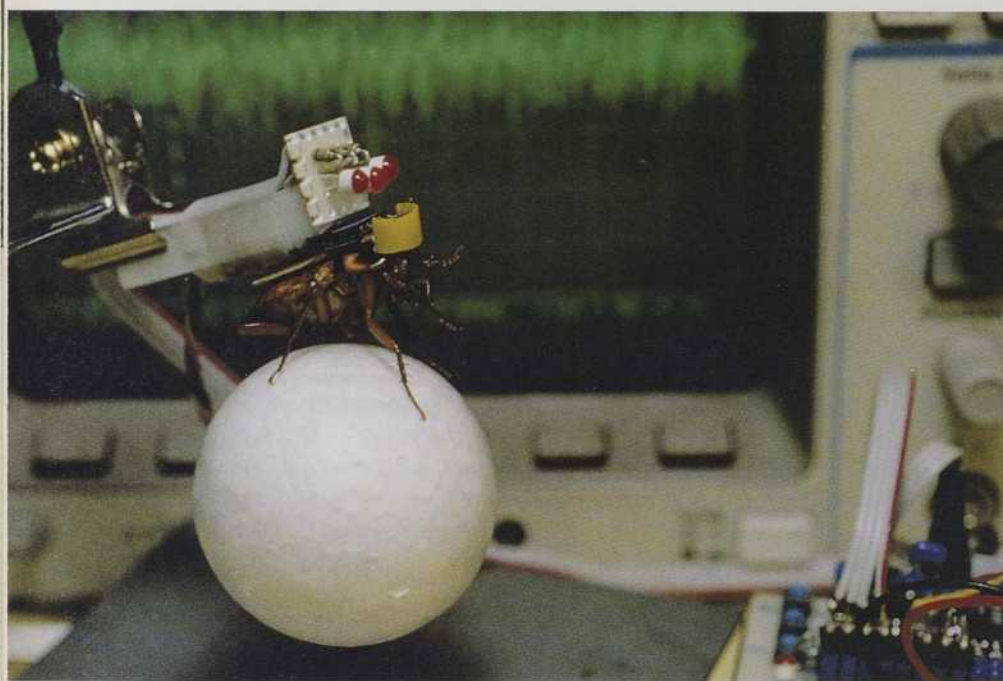
autres Motorola cherchent bel et bien à assembler des molécules une à une.

Mais la conquête de l'infiniment petit déborde maintenant

de l'informatique. En combinant des micromoteurs avec des éléments optiques, mécaniques et informatiques, les fabricants de machines ouvrent la porte à une révolution technologique aussi importante que celle de la microélectronique : les MEMS ou microsystèmes électromécaniques. « On cherche à adapter la taille et le processus de fabrication des machines actuelles à ceux des circuits intégrés », dit l'ingénieur Michel Meunier.

À l'École Polytechnique de Montréal, par exemple, le Laboratoire d'intégration des senseurs et des actuateurs (autrement dit les capteurs et les moteurs) de John Curry a obtenu un prix l'année dernière pour l'invention d'un microadministrateur pharmaceutique. Le principe : une seringue intelligente, couplée à une puce, distille des substances dans des alvéoles. Le « décapsuleur » du système est un actuateur de 10 microns ! Le système permet d'administrer des prescriptions « millimétrées » à des moments précis. John Curry travaille aussi à d'autres projets, comme des commutateurs de quelques centaines de microns qui servent de relais dans des relais. Sauf que ses moyens sont limités. « Au Canada, dit-il, l'État fournit 200 000 dollars de subventions pour aider le marché des MEMS contre 200 millions aux États-Unis et 500 millions au Japon. »

Alors que les nanotechnologistes souhaitent trouver des éléments de base pouvant être empilés pour fabriquer des nanobots, les spécialistes de la micromanufacture cherchent plutôt à miniaturiser ce qui existe déjà. « Tout le monde est fasciné par l'infiniment petit, dit John Curry. Mais il y a une foule d'applications de quelques millimètres qui sont très utiles. Le vrai marché est là. » En fait, selon System Planning Corporation, les MEMS représenteront un marché mondial de 14 milliards de dollars US en l'an 2000 contre 600 millions en 1993.



Hosaka Natsuo/Gamma/Ponopresse Internationale

la surface à explorer. Par un effet tunnel, les électrons passent entre la pointe et la surface. Un lecteur piézoélectrique, un instrument de mesure, évalue la moindre variation avec une précision de 0,1 angström (1 cent millième de micron) : plus petit qu'un atome ! Le système est relié à un ordinateur qui reconstitue les informations et donne une image de la surface.

Si le STM peut détecter les atomes, il peut aussi les déplacer. Plusieurs équipes de chercheurs d'IBM à Zurich, à Almaden en Californie, et au Watson Research Center, dans l'État de New York, ont ainsi manipulé des atomes pour écrire l'acro-

Un robot-cafarde. Les chercheurs lui ont arraché les antennes et les ailes pour les remplacer par un microprocesseur et des électrodes grâce auxquels ils télécommandent les mouvements de l'insecte. Le cobaye nouveau genre sert à la recherche en micro-mécanique.

minuscule se pose sur la pointe de l'AFM. En induisant un courant, les chercheurs du Watson Research Center créent une oxydation dans la mini-bulle d'eau : ils peuvent ainsi dessiner des points d'oxyde de 10 à 20 nanomètres sur le silicium ou une surface métallique. L'équivalent d'un circuit électronique ?

Les microcapteurs ont été les premières micromachines à se tailler une place sur le marché. Produits en chaîne comme les puces informatiques, leur coût à l'unité pourrait être ramené à une dizaine de dollars, alors que celui de leur équivalent grand format est de quelques centaines de dollars, voire plus. À lui seul, ce marché générera

par exemple, a mis au point un capteur de pression d'air : placé dans une nouvelle génération de pneus, il détectera les fuites et enclenchera un système pour éviter le dégonflement. D'autres microcapteurs placés dans le siège mesureront la position du corps du conducteur et déclencheront une alarme ou stopperont le véhicule si le chauffeur s'affale sur le volant, endormi.

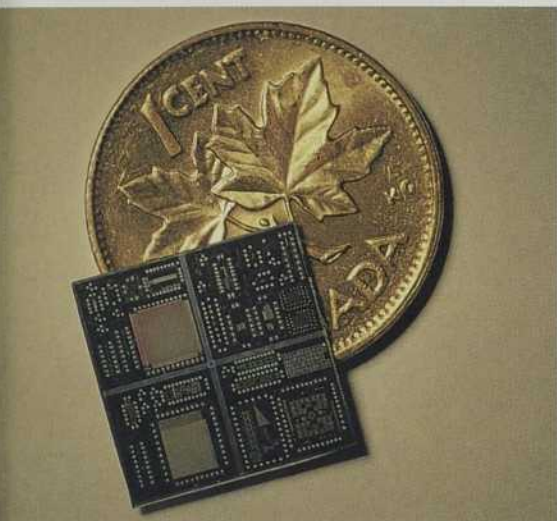
Le deuxième grand domaine d'applications des microcapteurs est celui de la santé. On installe déjà dans des cathéters de 0,5 millimètre de diamètre une fibre optique munie d'une lentille pour examiner des organes ou attaquer une tumeur. Bientôt, cette fibre sera couverte de microcapteurs qui permettront de mesurer la pression sanguine, l'acidité, le taux de glucose, etc. Lucas Novasensor a mis sur le

marché un capteur de pression sanguine de 700 microns, dont le diaphragme — une membrane de silicone — mesure 10 microns. L'Institut Fraser de Vancouver, sans doute le plus important centre d'étude sur les micromachines au Canada, a mis au point une série d'applications biomédicales, notamment un capteur pour mesurer les variations de masse de moins de 0,5 nanogramme dans les cellules vivantes. MicroParts, en Allemagne, a conçu un inhalateur qui diffuse des gouttelettes de produits antiasthmatiques de 5 microns.

Outre les microcapteurs, les MEMS comprennent les microactuateurs — les moteurs et les pompes —, dont les applications sont cependant moins évidentes à court terme. Les moteurs et les pompes de quelques centaines de microns existent déjà, mais encore faut-il les intégrer à des systèmes intelligents ! En aéronautique, par exemple, des microactuateurs pour-

raient permettre de modifier le profil global des ailes d'avions à l'aide de microcapteurs pouvant déceler les moindres vibrations. Grâce à ce système, les constructeurs parviendraient à concevoir une seule grande aile, plus légère, à laquelle on fixerait une cabine pour 800 passagers.

C'est dans le domaine optique que les microactuateurs sont le plus répandus. Texas Instruments a mis au point le Digital Light Processor (DLP), un système qui améliore considérablement la définition des écrans de télévisions, d'ordinateurs, etc. Le DLP rassemble 500 000 micromiroirs en aluminium de 16 microns carrés sur une surface de 1 cm par 1,5 cm ! Construit par photolithographie, il permet à chaque miroir de bouger individuellement, le tout étant coordonné par un système électrostatique. Affichage numérique à haute résolution pour vidéo, photocopieuse, balayage optique, les applications sont nombreuses ! Il reste à inventer la loupe pour retrouver les miroirs égarés... ●



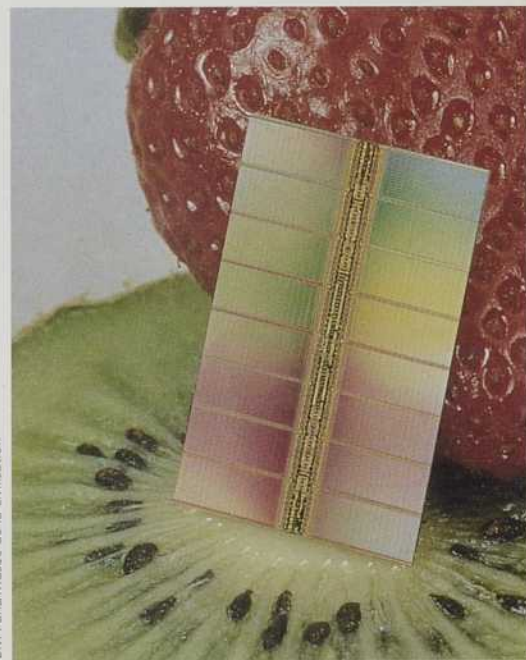
Nortel/Société canadienne de microélectronique/Musée de la civilisation

Les microprocesseurs sont de plus en plus petits et on n'aurait encore rien vu.

plus de 3,6 milliards de dollars en l'an 2000.

Les conducteurs de voitures munies d'un sac gonflable ne savent probablement pas qu'un microcapteur sensible à l'accélération orchestre déjà ce système. Quand la voiture roule, une petite poutre mobile posée sur deux lames se met à vibrer. La vibration mécanique est transformée en un message électrique, transmis à une puce qui calcule la valeur de la décélération et déclenche l'ouverture du sac. Tout ce système mesure... 3 mm² !

Nos voitures sont déjà truffées de ces microproduits. Bientôt, c'est toute une armada de capteurs invisibles qui mesureront pression, vitesse, température, accélération, pollution, etc. La société californienne Lucas Instrument,



IBM/Paris/Musée de la civilisation

En passant par la peau

L'ingénieur chimiste Robert Langler, du MIT, a présenté en février dernier son *Sonicator*, un pulsar à ultrasons pouvant élargir les pores de la peau. Après 14 ans de recherches dans ce domaine, Robert Langler a trouvé la façon de faire pénétrer une substance liquide par la peau sans devoir l'inciser. De la taille d'un bandage ou d'une montre et couplé à un système intelligent, l'appareil pourrait injecter des médicaments dans le corps des patients qui oublient de prendre leurs pilules ou qui ont du mal à les digérer. Les diabétiques qui se piquent à l'insuline pourraient aussi être intéressés par cette technologie. Évidemment, les futuristes y voient une manière d'introduire les nanorobots médicaux dans le corps humain... Source : Nanothinc, 3 février 1997

Pour en savoir plus

Le Musée de la civilisation de Québec propose une exposition intitulée **Zoom sur les miniatures**. Il est évidemment question de microprocesseurs et de microrobots : n'oubliez pas votre loupe ! Plusieurs sites Web présentent les plus récentes découvertes des nanotechnologies.

Nanothinc (www.nanothinc.com)

Foresight Institute (www.foresigt.com)

Nanolink (sunsite.nus.org/MEMEX/nanolink.html)

Simon Fraser University

(fas.sfu.edulensc/research/groups/)

Institute for Microfabrication Research
(micromachininglmmr.html)

Le Musée futuriste de la nanotechnologie du magazine Wired (www.hotwired.com/wired/scenarios/museum.html)

Polytechnique, LISA (lisa.polymtl.ca)

Des embryons pour la recherche

En attendant qu'Ottawa se branche sur la question des technologies de reproduction, la recherche sur des embryons humains est toujours permise — et pratiquée — au Québec.

par Mathieu-Robert Sauvé

Actuellement, au moins un laboratoire à Montréal utilise des embryons humains provenant de couples québécois à des fins de recherche, et une autre clinique est prête à le faire. Combien d'embryons ? Dans quel but exactement ? Les couples donateurs ont-ils vraiment consenti à cet usage ? Impossible de répondre avec précision à ces questions tant les milieux concernés sont discrets — on pourrait ajouter mal à l'aise — lorsqu'on aborde ce sujet.

Alors que l'Allemagne, l'Autriche, la Suisse et la Norvège interdisent ces pratiques ou les réglementent sévèrement, les chercheurs canadiens manipulent les embryons humains avec une certaine liberté. Même le projet de loi fédérale sur les techniques de reproduction humaine (C-47) ne dissipe pas les imprécisions puisqu'il autorise la recherche dans un article pour l'interdire dans un autre !

Les recherches dont on parle ici ne concernent ni le clonage ni des expériences à la Frankenstein. Elles ont pour but d'améliorer le taux de succès des nouvelles technologies de reproduction (NTR). On aimerait, par exemple, parvenir à diminuer la fréquence des avortements spontanés et à augmenter la durée de conservation *in vitro* des ovules fécondés. Or, pour mener de telles recherches, les modèles animaux ne sont d'aucun secours. On doit absolument utiliser des embryons humains ou y renoncer.

Deux cliniques au Québec possèdent la « matière première » nécessaire aux chercheurs : l'Institut de médecine de reproduction de Montréal (IMRM) et le Centre de reproduction de McGill, situé à l'hôpital Royal Victoria. Spécialisées dans la fécondation *in vitro*, ces deux cliniques de fertilité possèdent l'équipement nécessaire pour la cryoconservation des embryons « surnuméraires » (non implantés), des embryons que les clients peuvent céder à la science.

Un chercheur nous a confirmé que le Centre de reproduction de McGill procède déjà à certaines expériences sur les embryons : « Je ne peux pas vous dire combien on en a utilisé aujourd'hui, mais cela se fait. » Questionné à ce propos, le Centre refuse de révéler le nombre d'embryons congelés ou destinés aux chercheurs. Par contre, le directeur, Sing Lin Tan, affirme que « des embryons pour la recherche, il n'y en a jamais assez ». Avant son arrivée à Montréal, ce gynécologue originaire de Singapour travaillait à Londres avec nul autre que l'inventeur de la fécondation *in vitro*, Robert Edwards.

Le docteur Tan précise que les enjeux clés dans le domaine des nouvelles technologies de reproduction sont le diagnostic génétique préimplantatoire, la maturation des ovocytes *in vitro* et l'amélioration des taux de succès de l'implantation dans l'utérus (voir encadré). Trois secteurs qui ne peuvent progresser sans l'utilisation d'em-



Jean Soudard



Diagnostic génétique préimplantatoire

Il n'y a guère plus de 20 cliniques à travers le monde qui offrent le diagnostic génétique préimplantatoire. Le Centre de reproduction de McGill pourra le réaliser dès le printemps 1997, une première au Canada. Cette technique permet d'implanter dans l'utérus uniquement les embryons dépourvus d'une anomalie génétique donnée. Pour les porteurs sains de maladies héréditaires, cela peut éviter un avortement.

Mais cette technique, qui consiste à voler une cellule au zygote alors qu'il n'en compte qu'une dizaine afin de localiser une anomalie génétique, permet également d'identifier des caractéristiques non médicales comme le sexe de l'enfant ou des troubles bénins. Cela pose évidemment un problème d'éthique fort différent et ramène à la surface la crainte de l'eugénisme, c'est-à-dire d'une sélection génétique des individus.

Dans l'immédiat, les cliniciens ne s'entendent pas sur l'attitude à adopter lorsque les parents exigent des enfants « non porteurs ». On peut, en effet, posséder le gène de la fibrose kystique, mais vivre une vie parfaitement normale.

La maturation des ovocytes *in vitro*

La médication qui provoque la stimulation des ovaires est extrêmement coûteuse et cause des effets secondaires encore peu connus. Actuellement, pour chaque ovule qui parvient à maturité, une douzaine meurent dans l'ovaire. Si les chercheurs parvenaient à amener ces ovules à maturation hors du corps, ils disposeraient d'un nombre suffisant d'ovules pour la fécondation *in vitro*.

L'amélioration des taux de succès de l'implantation dans l'utérus

Pour une raison inconnue, les embryons à un stade très précoce (zygotes) ne se fixent pas tous sur la paroi utérine. La grossesse se transforme alors en avortement spontané. Les recherches visent donc à déterminer quel échange survient entre l'embryon et l'utérus. Si on isolait la protéine qui permet la nidation (fixation de l'œuf fécondé), une source d'infertilité serait mieux comprise. On expliquerait peut-être ainsi les grossesses extra-utérines, un problème important en gynécologie.

byrons. « Nous sommes actifs dans les trois », reconnaît le médecin.

À l'IMRM, la banque d'azote liquide comptait, l'hiver dernier, quelque 700 embryons congelés. Aucun d'entre eux n'est utilisé pour la recherche, affirme le docteur Pierre Miron, fondateur de l'Institut. Mais la situation pourrait changer sous peu. Il rappelle d'ailleurs que « sans les recherches sur l'embryon, la fécondation *in vitro* n'aurait jamais pu être mise au point dans les années 70 ». Une technique qui a fait bien des petits : plus de 400 Québécois conçus en éprouvette ont vu le jour depuis la fondation de l'Institut.

La recherche sur des embryons suscite la controverse. Ce qui semble souhaitable aux uns apparaît inacceptable aux autres. Par exemple, en Allemagne, où les débats ont été particulièrement houleux, les chercheurs risquent la prison ! Ici, les opinions sont partagées. La sociologue Louise Vandellac, de l'UQAM, n'hésite pas à dire que les chercheurs sont en train de transformer ces « éventuels rejets » en de « nouveaux rats de laboratoire ». À l'opposé, le bioéthicien David Roy croit qu'il « serait immoral de ne pas poursuivre les recherches sur les techniques de reproduction tant que nous continuerons à utiliser ces techniques ».

Dans l'ensemble, la plupart des chercheurs consultés n'y voient pas de problèmes, bien que plusieurs d'entre eux préféreraient choisir d'autres voies, sachant que ce genre de recherche a mauvaise presse. Ou encore, on dit préférer s'en tenir aux recherches plus classiques sur les embryons de souris et les trompes utérines de lapines...

Mais d'abord, qu'entend-on par embryon ? Et pourquoi en accumule-t-on des centaines dans des banques d'azote liquide ?

On sait que la vie humaine commence à s'individualiser deux semaines après la conception. « On appelle "ligne primitive" la bande longitudinale de cellules qui se forme à partir des cellules préembryonnaires, de 13 à 16 jours après la fécondation, écrivent les auteurs de *La Bioéthique, ses fondements, ses controverses* (Éditions ERPI). À ce stade, la division gémellaire est encore possible. La formation complète de la ligne primitive marque l'émergence de l'embryon individuel. »

Cette « ligne primitive » est considérée comme la première trace du système nerveux central ou, plus exactement, de la capacité sensitive. C'est pourquoi on s'accorde pour dire qu'aucune recherche

Deux cliniques de FIV au Québec

Après moins d'un an d'activité, le Centre de reproduction de McGill prétend obtenir un taux de succès de 43 % pour ses traitements de fécondation *in vitro*. En comparaison, l'Institut de médecine de reproduction de Montréal (IMRM) dit détenir « l'un des taux de succès les plus élevés au monde » avec... 28 % !

La différence entre les deux organismes ne s'arrête pas là. L'IMRM est privé et compte des partenaires comme la Caisse de dépôt et placement du Québec, la famille Péladeau et les pharmacies Jean Coutu. Le Centre de reproduction de McGill profite de son affiliation universitaire et de son intégration physique dans un hôpital du réseau de la santé. Ce dernier pratique également une politique de prix plus agressive : une fécondation *in vitro* coûte 500 \$ de moins qu'à l'IMRM (3 450 \$ contre 3 950 \$). Il offre aussi un forfait « trois cycles » qui augmente les chances de succès. L'IMRM annonce qu'il imitera bientôt ce forfait.

Décidément, les 10 000 à 12 000 couples infertiles du Québec ont l'embarras du choix. En fait, une petite guerre médico-commerciale s'est engagée autour des personnes infertiles prêtes à déboursier de jolies sommes pour contrer leur problème (ces actes ne sont pas couverts par l'assurance-maladie).

Mais ce n'est pas parce qu'on paie de sa poche qu'il n'y a pas d'éthique, assure Pierre Miron. Il n'y a ici ni sexage, ni diagnostic préimplantatoire, ni mères porteuses. Et un comité d'éthique, nouvellement présidé par la juriste Sonia LeBras, doit se pencher sur plusieurs questions épineuses. Par exemple, faut-il permettre à des lesbiennes de profiter des services du Centre ? En d'autres termes, la fécondation *in vitro*, est-ce un « droit » ou un traitement médical ?

Le médecin rappelle également que les expériences les plus malheureuses en clinique de fertilité, au cours des dernières années, se sont déroulées dans des centres universitaires, et non dans des centres privés. En outre, la seule expérience connue de clonage d'une cellule embryonnaire humaine (qui avait été approuvée par un comité d'éthique) a été effectuée sur des embryons non viables par Jerry Hall et Robert Stillman, à l'université George Washington, en 1993. De même, le trafic d'ovules d'une clinique de Californie, révélé en 1995, avait eu lieu en milieu universitaire.

ne doit se faire sur des sujets de plus de 14 jours.

Précisons qu'il s'agit là d'une règle non écrite. Si elle est généralement admise, certains s'y opposent fortement. Les Français, notamment, estiment que la barre devrait être abaissée à sept jours, soit au début de la nidation. L'argument : si l'embryon a la faculté de se loger, on doit le laisser tranquille.

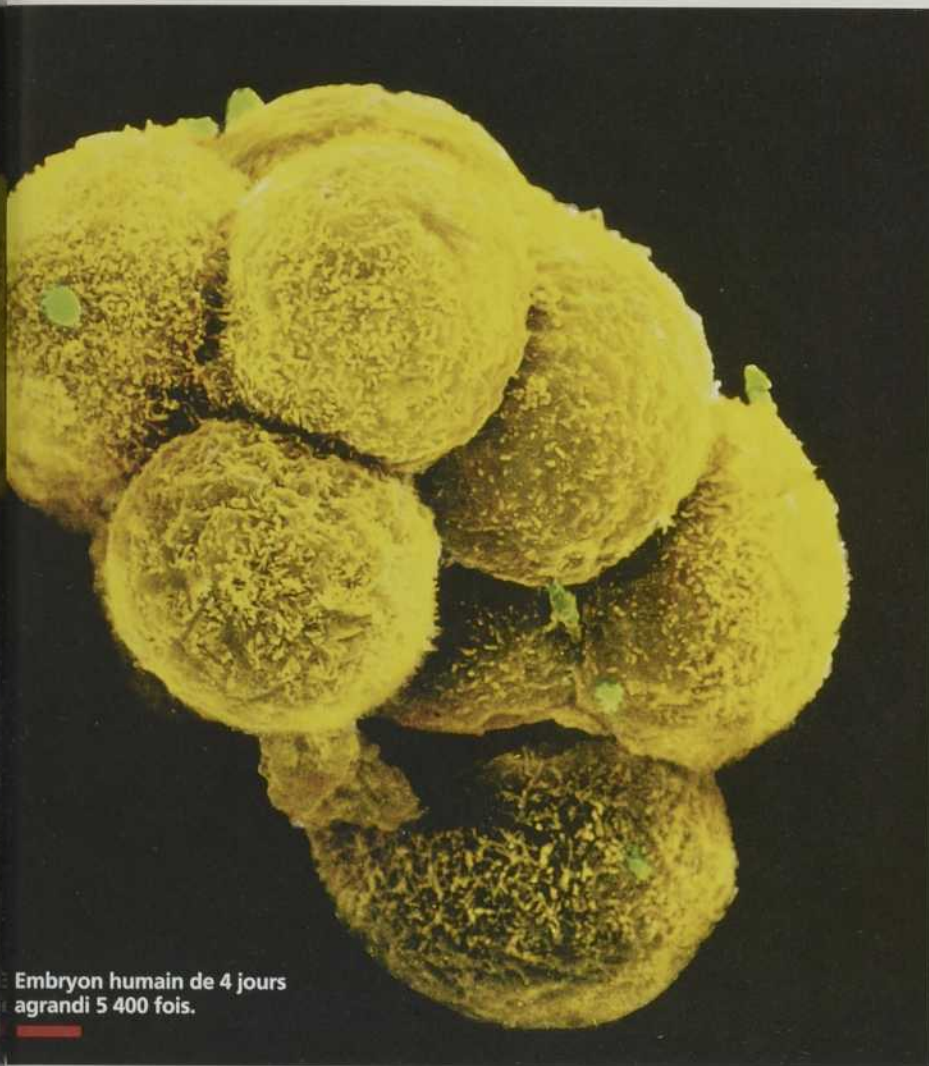
Si on congèle tant d'embryons, c'est en raison des techniques employées pour la fécondation *in vitro*. En effet, lors d'un traitement, la patiente reçoit de la gonadotrophine, un médicament qui provoque une telle stimulation des ovaires qu'au lieu de produire 1 ovule par cycle, elle en produit de 5 à 15. Par la suite, explique le biochimiste Guy Beauregard, qui a consacré sa thèse de doctorat à la recherche sur l'embryon humain, on profite de cette abondance d'ovules pour implanter plusieurs embryons chez la patiente afin d'augmenter les chances de succès de l'intervention... et les risques de grossesse multiple (une sur quatre).

Selon Guy Beauregard, le recours à la stimulation ovarienne serait une erreur.

Cette technique, qui viserait « avant tout à gonfler les taux de succès des cliniques de fertilité », causerait plusieurs problèmes chez les femmes. « Si les médecins s'en tenaient au cycle naturel (un ovule par mois), ils ne créeraient pas tant d'embryons surnuméraires et éviteraient plusieurs inconvénients », dit-il.

Selon trois études rapportées dans l'*American Journal of Epidemiology*, en 1992, le risque de développer un cancer des ovaires serait trois fois plus élevé chez les femmes à qui on a prescrit des médicaments provoquant la stimulation ovarienne (clomifène, bromocriptine et gonadotrophine). Les risques accrus de grossesse ectopique, les avortements spontanés et la malformation des ovocytes sont d'autres effets secondaires qui ont été observés.

Avec ou sans stimulation ovarienne, il n'en reste pas moins que des projets de recherche sur l'embryon humain peuvent démarquer n'importe quand sans que les organismes publics ne soient mis au courant, ni



Embryon humain de 4 jours
agrandi 5 400 fois.

P.M. Motta et J. Van Blerkom/Science photo library/Photophoto

à Québec ni à Ottawa. En fait, cette décision relève d'une poignée de personnes qui font partie des comités d'éthique de la recherche des deux cliniques mentionnées précédemment.

À l'IMRM, après une longue période de flottement, ce comité est en « restructuration ». On vient d'y nommer une présidente qui en choisira bientôt les membres (l'Institut est en activité depuis cinq ans !). À l'hôpital Royal Victoria, malgré nos demandes répétées, nous n'avons pas pu obtenir la liste des gens qui siègent au comité. Le président, le docteur Antoine Lotfi, n'a pas jugé bon de retourner nos appels. On sait cependant que la quasi-totalité des membres travaillent à l'hôpital ou à McGill, ce qui contrevient aux directives du *Guide éthique de la recherche avec des sujets humains*, publié par les trois principaux organismes qui accordent des subventions au pays (CRM, CRSNG et CRSH), qui recommande une meilleure représentation du grand public.

Les chercheurs n'ont même pas de compte à rendre aux donneurs. En effet, le formulaire de consentement pour la congé-

lation d'embryons prévoit le don à la recherche. Quelles recherches au juste ? On ne le précise nulle part.

Selon le directeur du Centre, Sing Lin Tan, les couples ne veulent pas nécessairement être mis au courant du détail des recherches, car ils font confiance au comité d'éthique de l'hôpital. Or, c'est donner beaucoup d'importance à un groupe de personnes presque informel, peu transparent, dont la composition est établie par chaque établissement. De plus, selon un comité d'experts qui s'est penché sur la question en 1995 pour le compte du ministère de la Santé et des Services sociaux, la composition des comités d'éthique de la recherche pose souvent problème au Québec.

Le docteur David Roy, doyen de nos bioéthiciens, admet qu'il est « éthiquement douteux » de ne pas définir les buts d'une recherche lorsqu'on sollicite un consentement. « Cela revient à donner un chèque en blanc aux chercheurs. » Mais il refuse de se prononcer sur les procédures d'un organisme en activité.

Après avoir englouti 29,5 millions de dol-

lars dans le cadre d'une commission royale et d'un sous-comité de recherche sur l'embryon, le gouvernement canadien n'a toujours pas légiféré ni même adopté une politique claire en matière de recherche sur l'embryon. Le Canada est l'un des rares pays occidentaux, avec la Belgique, dans cette situation.

Pourtant, la Commission Baird a absolument tout dit sur le sujet. Malheureusement, c'est la montagne qui a accouché d'une souris puisque le projet de loi qui a suivi (C-47) contient de nombreuses ambiguïtés. Ainsi, l'article 4 stipule que « nul ne peut sciemment produire la fécondation d'un ovule à l'extérieur du corps humain aux fins de recherche » alors qu'à l'article 7 la barrière est levée lorsqu'on obtient le consentement des donneurs : « Il est interdit d'utiliser un zygote ou un embryon aux fins de recherche (...) sans avoir obtenu, pour l'utilisation visée, le consentement des donneurs de l'ovule et du sperme. »

Ce n'est qu'un exemple parmi tant d'autres. D'ailleurs, ce projet de loi fait littéralement l'unanimité... contre lui ! « On dirait qu'il a été rédigé par des gens qui ne comprennent rien aux NTR », dit David Roy.

Depuis Louise Brown, qui n'a pas encore 20 ans, des milliers de personnes ont été conçues *in vitro*. On a mis au point de nouvelles techniques — le GIFT (*Gamete Intrafallopian Transfert*), le TOAST (*Transcervical Ovocyte and Sperm Transfert*), le ZIFT, le PROST et bien d'autres — et on s'intéresse de plus en plus à l'infertilité masculine. Ce mouvement vers l'avant ne cessera pas, dit le docteur Pierre Miron, en soulignant que l'infertilité est une maladie reconnue par l'Organisation mondiale de la santé et qu'elle touche 1 couple sur 12. Le directeur de l'IMRM reçoit comme un affront personnel les critiques formulées à l'endroit des nouvelles technologies de la reproduction, qui viennent soulager une partie du drame des personnes confrontées à l'infertilité.

Mais il admet du même souffle qu'un halo de mystère entoure les recherches dans ce domaine. Lors de la crise médiatique qui a entouré l'annonce du clonage d'une brebis adulte en Écosse, en février dernier, il a reçu un appel inquiet de la dernière personne qu'il aurait pu imaginer : sa mère. « Elle m'a demandé si je faisais du clonage dans ma clinique. J'ai compris que si ma propre mère s'inquiétait, c'était peut-être normal que le public s'inquiète aussi... » ●

La vraie nature des nouvelles drogues

Comme la cocaïne à une autre époque, les drogues de synthèse sont perçues par ceux qui en consomment comme des produits relativement inoffensifs. Erreur : ce n'est pas parce que le loup est déguisé en mouton qu'il ne mord pas !

par Anne-Marie Simard



1 h 10 du matin, par une froide nuit d'octobre. Alex, Guy, Frank et Gilles se dirigent fébrilement vers le stade Olympique où a lieu le party annuel « Black and Blue », un méga-happening gai.

Avant d'entrer, chacun avale son Ecstasy, la fameuse « pilule de l'amour » qui donne envie de serrer tout le monde dans ses bras et de danser toute la nuit.

Une heure plus tard, le party bat son plein. Grâce au rythme frénétique de la musique techno, près de 10 000 personnes sont presque en transe. Ceux qui ont pris de l'Ecstasy, la drogue qui déshydrate (on dit aussi du « X »), ont tous une bouteille d'eau à la main. « C'est-à-dire près de 9 000 personnes sur 10 000 », ironise Alex, que ses copains ont surnommé Chemical Brother en raison de son goût marqué pour les drogues de synthèse.

Un commerce planétaire

D'où viennent les drogues de synthèse qui inondent les soirées *rave* ? Au Québec, l'Ecstasy est surtout importé des États-Unis et d'Europe, mais il est aussi fabriqué ici, dans des labos clandestins.

De nombreuses recettes d'Ecstasy, de GHB, de Special-K et de Meth voyagent également sur Internet.

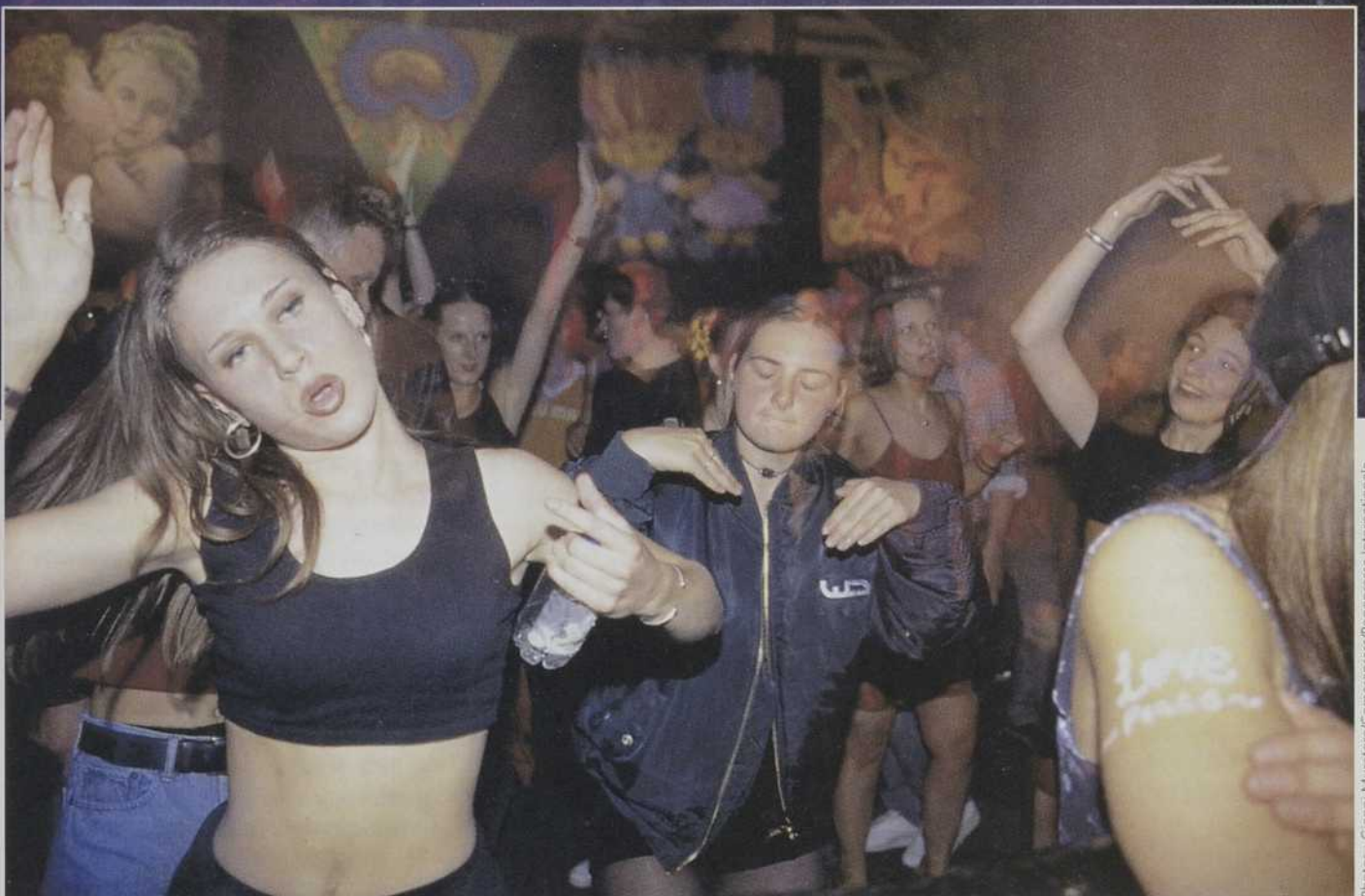
« Il faut une longue expérience et un bon équipement », dit Bruce Lodge, chef du laboratoire du Service de l'analyse des drogues de Santé Canada. « Mais je dois reconnaître que certains chimistes clandestins sont extrêmement doués. »

En mars dernier, la loi en vigueur ne prévoyait qu'une amende symbolique ou quelques jours de prison pour ceux qui font la contrebande des produits de base (ou précurseurs) entrant dans la fabrication de ces drogues. Mais la nouvelle loi C-8, qui devrait bientôt entrer en vigueur, si ce n'est déjà fait, sera plus sévère. Par contre, des produits comme le GHB, encore peu connus, ne figurent pas sur la liste.

Les chimistes clandestins ont toujours une longueur d'avance...



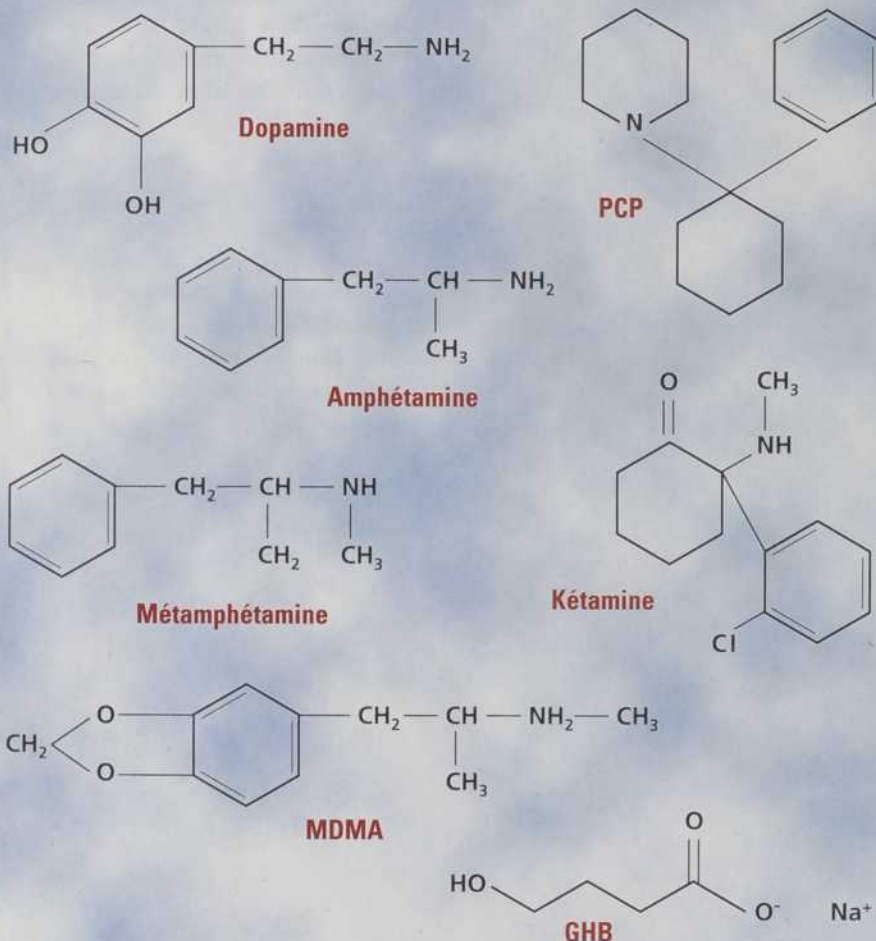
Images d'un rave. Une occasion que saisissent les amateurs de nouvelles drogues. On y boit plus d'eau que d'alcool, car elle facilite l'absorption d'Ecstasy, une drogue qui gagne en popularité.



Photos : Gianni Muratore/Camerapress/Ponopresse Internationale

Les molécules du bonheur

La dopamine est présente dans notre cerveau. Ce neurotransmetteur active les centres du plaisir, de la récompense. Notez sa ressemblance avec les molécules d'amphétamine et de méthamphétamine. Le MDMA, ou Ecstasy, est aussi une méthamphétamine. Pas étonnant que ces drogues de synthèse activent aussi les sites cérébraux du bien-être ! Le PCP, lui, compte trois bagues de carbone. Lorsqu'il est inhalé, cet anesthésiant à bétail produit un effet de dissociation — comme si la conscience se séparait du corps. La kétamine, « clé » d'une forme similaire, ouvre les mêmes serrures. Si l'Ecstasy est une drogue sensuelle, le GHB est sexuel. Le « Liquid Ecstasy » procure détente musculaire et désinhibition : l'effet amplifié de l'alcool.



Guide de la rue

Nom	Dose courante	Prix	Effets	Durée	Élément actif
Ecstasy	2 mg par kilo de poids corporel	environ 40 \$ la pilule ou capsule de gélatine	euphorisant et stimulant	6 h	MDMA, un type d'amphétamines
Special-K	une « sniffe » par narine	40 \$ à 50 \$ le flacon	hallucinogène, anesthésiant, dissociatif	de 2 à 10 h	kétamine
GHB	0,75 à 1,5 g	20 \$ le flacon	euphorisant et stimulant	de 1 à 3 h	gamma-hydrobutyrate
Speed	un comprimé	20 \$ à 25 \$ la pilule	stimulant	de 8 à 24 h	méthamphétamines

Bricolées par des chimistes clandestins, les designers drugs comme l'Ecstasy sont des substances pharmaceutiques dont la structure moléculaire a été modifiée. Ces excitants sont faciles à fabriquer, bon marché et, dans bien des cas, ils n'ont pas encore attiré l'attention de la police. La manne pour les revendeurs ! D'ailleurs, selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), on aurait maintenant affaire à une « véritable épidémie ».

Torse nu, ruisselant de sueur, Alex est heureux comme un roi. « La première fois que j'ai pris du X, j'ai eu une révélation sur le plaisir physique que la musique peut te donner. » Responsable de cet « éclair spirituel » : le MDMA, une molécule de type méthamphétamine. Une vingtaine de minutes après son ingestion, il circule déjà dans le sang. Soluble dans les graisses, le MDMA traverse sans problème la barrière formée par les capillaires cérébraux puisque la membrane des cellules de leur paroi est de nature lipidique.

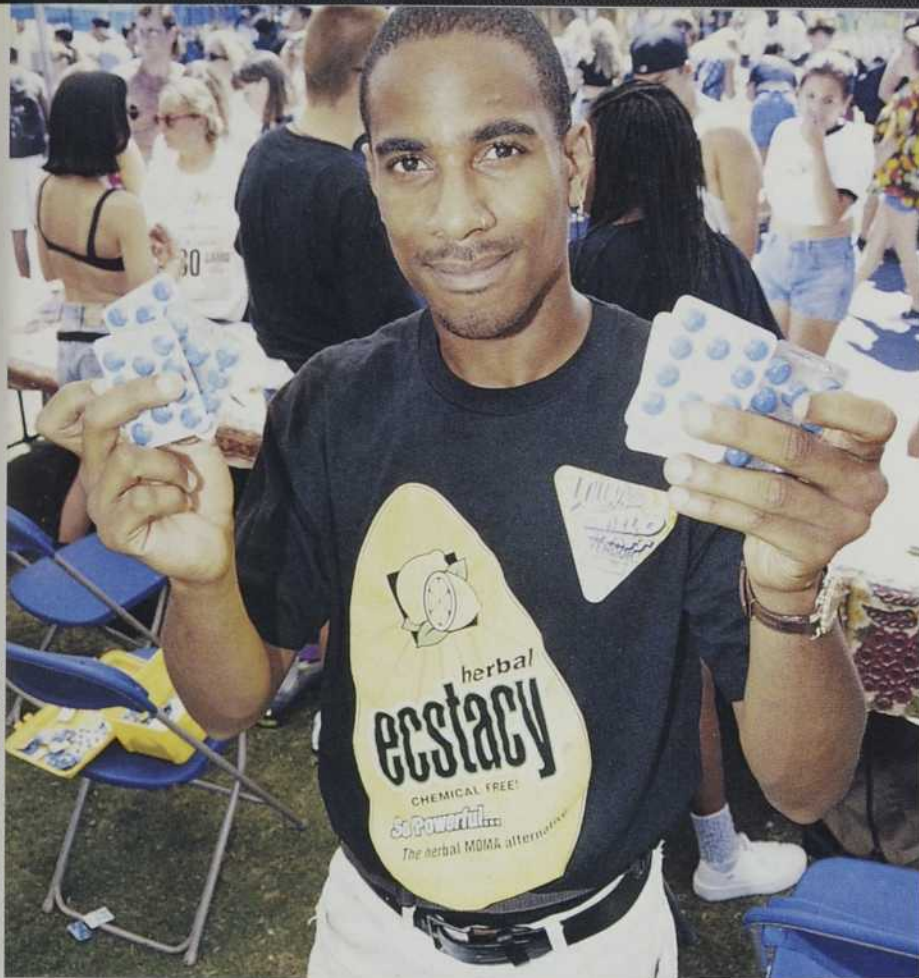
2 h 40 Dans le cerveau d'Alex, la fête commence. Au point de contact de deux neurones (ou synapse), le neurone libère des neurotransmetteurs qui sont captés par les récepteurs de son voisin (voir illustration en page 32). Par sa structure, le MDMA ressemble à s'y méprendre à la dopamine et à la noradrénaline, deux neurotransmetteurs naturels. Les neurones seront confondus.

Parmi ses nombreuses fonctions, la dopamine contrôle les centres du plaisir. La noradrénaline, quant à elle, agit sur les cycles d'éveil et de sommeil ainsi que sur le système nerveux autonome central (cœur, poumons, estomac, intestins).

L'action du MDMA est triple. D'abord, il force les neurones à libérer massivement leurs neurotransmetteurs, qui vont se fixer sur les récepteurs des neurones voisins. Puis, sous sa fausse identité de dopamine ou de noradrénaline, il se fixe aux récepteurs et les active, décuplant l'effet des neurotransmetteurs. Finalement, le MDMA prolonge leur effet — habituellement de quelques secondes — à plusieurs heures !

Le MDMA stimule également la production de sérotonine (le neurotransmetteur du Prozac), qui agit sur l'humeur, les émotions et les fonctions sexuelles. Résultat : l'effet « speed » de la noradrénaline est jumelé à celui, « planant », de la sérotonine et de la dopamine. Alex peut bien avoir le sourire fendu jusqu'aux oreilles !

L'envers de la médaille : en surdose, l'Ecstasy peut provoquer de l'hypertension, un spasme des muscles de la mâchoire et



Une drogue appelée Herbal Ecstasy est en vente libre aux États-Unis. Supercherie ou danger ?

une transpiration abondante. La « molécule d'amour » peut-elle être fatale ? Selon Michèle Beaudoin, du module de prévention de la toxicomanie du Service de police de la Communauté urbaine de Montréal, l'Ecstasy aurait causé trois morts depuis son arrivée à Montréal, il y a bientôt 10 ans. L'une par arrêt cardiaque, les deux autres par explosion de la vessie (!) à la suite d'une surconsommation d'eau.

La dose mortelle se situe entre 20 et 100 mg par kilo, alors que la dose courante est de 2 mg par kilo. Cependant, dans *Ecstasy : synthèse documentaire et pistes de prévention*, Robert Peterson, de la Régie régionale de la santé et des services sociaux de Lanaudière, estime que le vrai danger consiste à consommer du MDMA avec d'autres drogues et de l'alcool.

De plus, il ne faut pas être dupe de la véritable composition chimique des comprimés joliment baptisés « Snow Ball », « Strawberry », « Half Moon » ou « Playboy ». Dans les *raves* d'Amsterdam, ces nuits de danse et de délire, un spectrogramme permet aux noctambules de tester leur pilule... et de constater qu'elle contient parfois très peu de MDMA. On y a

Nom de code : EA-1475

La « molécule d'amour » est synthétisée en 1912 en Allemagne par la Merck Pharmaceutical Company et devait, à l'origine, agir comme coupe-faim. Le MDMA ne sera finalement jamais mis en marché à cause de ses effets... étranges. Au cours des années 50, dans le cadre d'une recherche sur les drogues pouvant être utilisées comme sérum de vérité, l'armée américaine s'y intéresse. Son nom de code : le EA-1475.

Puis, elle débarque dans la rue. Le premier échantillon de MDMA (méthylène-dioxyméthamphétamine) sera intercepté dans les rues de Chicago en 1972. Une revue *underground* la baptise Ecstasy. De 1977 à 1985, c'est l'âge d'or du X.

Puisqu'il modifie les états de conscience sur les plans émotionnel et sensoriel, les psychiatres américains l'utilisent pour certaines thérapies, et sa production monte en flèche. En 1985, la Drug Enforcement Administration sonne la fin de la récréation. Depuis, l'Ecstasy est produit dans des laboratoires clandestins et contient de moins en moins de MDMA.

trouvé du PCP ou phencyclidine, un tranquillisant pour le bétail, du LSD, du *speed*, de la caféine, des antidépresseurs, des hormones, de l'héroïne et même de la strychnine, un poison violent...

4 h 08 Alex s'ennuie un peu : ses amis ont disparu dans la foule et ces gens qu'il trouvait si beaux tout à l'heure ont le teint livide et les yeux exorbités. C'est l'heure d'avaler le comprimé de *speed* qu'il a gardé dans sa poche. Très populaire dans les années 60, le *speed* est une méthamphétamine. Rapidement, la drogue procure l'effet désiré : pas un *high* extatique, plutôt un simple regain d'énergie.

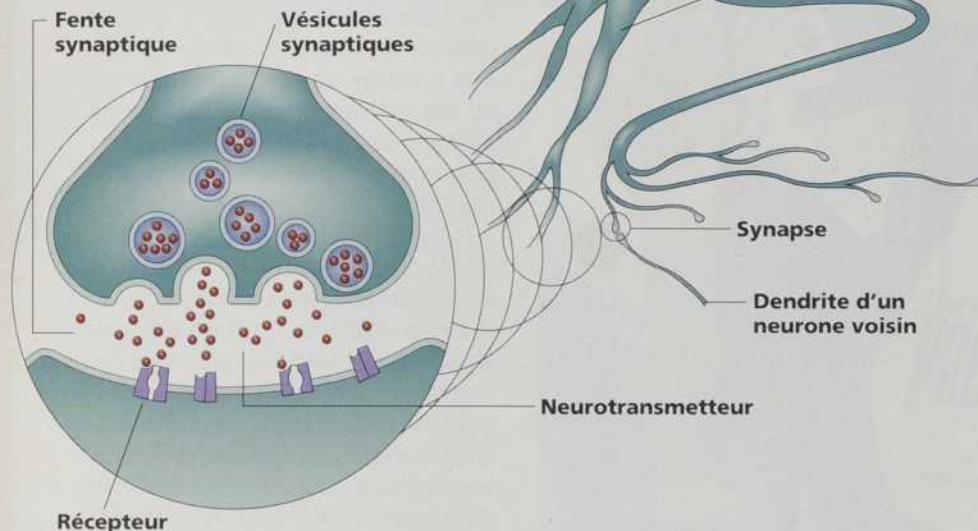
De la même famille chimique que le MDMA, le *speed* trompe les mêmes récepteurs neuronaux. Mais, en raison d'une structure différente, il agit davantage sur la dopamine et peut donc provoquer l'accoutumance plus rapidement (comme l'héroïne, la nicotine, la cocaïne, l'alcool et les amphétamines). Des abus répétés sur une longue période entraîneraient de l'anxiété, de la paranoïa, des hallucinations auditives, des tics faciaux, des désordres affectifs. Le Crystal Meth, un sel de méthamphétamine — donc un *speed* — qui se renifle, est particulièrement dangereux. Actuellement disponible à Toronto, il n'est pas encore arrivé à Montréal.

5 h Frank, Guy et Gilles refont surface. Ils viennent d'avaler leur deuxième Ecstasy. Alex fait de même. Pour tenir le coup plus longtemps sur la piste de danse, ils inhaleront du Special-K (sic), de la kétamine, une poudre blanche vendue dans de petites bouteilles munies d'un bouchon qui s'enfonce dans la narine. Drogue de rue aux États-Unis depuis les années 70, cet anesthésiant (nom commercial : Kelatar) est utilisé lors d'interventions chirurgicales dans les hôpitaux et les cliniques vétérinaires. Alex en explique l'usage, simple comme... abc : « Tu prends ton K quand le X commence à descendre. » Les compagnies pharmaceutiques qui le produisent n'avaient certainement pas prévu cet usage !

Chimiquement, la kétamine est proche du PCP et ses effets sont similaires. C'est un puissant hallucinogène qui provoque une curieuse réaction de dissociation. Chemical Brother se rappelle d'un soir où il a un peu forcé la dose : « En fermant les yeux, je voyais des figures géométriques très précises. Je me sentais à côté de mon corps. »

Selon un chercheur allemand, Karl Jansen, cet état rappellerait les conditions

La synapse est le dispositif de communication des neurones. Le neurone émetteur stocke une substance chimique, le neurotransmetteur, dans ses vésicules synaptiques : le moment venu, il la libère dans la fente synaptique en direction du neurone cible, qui normalement la capte par ses récepteurs.



cérébrales de ceux qui frôlent la mort (*near-death experience*). La kétamine aurait le même effet que la substance naturelle produite lorsque les fonctions vitales tombent à plat, provoquant l'étrange impression que l'esprit quitte le corps.

Une surdose de kétamine provoque ce qu'Alex appelle un *k-hole*, une « sorte de coma... ». D'après la littérature médicale, un usage répété et abusif de la kétamine peut provoquer l'amnésie, une détérioration des fonctions motrices et, ultimement, un arrêt respiratoire fatal.

7h23 Nos fêtards ont des ailes aux pieds. Et un cocktail explosif dans la tête. Heureusement, ce soir, il n'y a pas de GHB (ou gamma-hydroxybutyrate), cette nouvelle substance à laquelle Alex a goûté en septembre, dans un bar de Toronto. Puisque son effet ne dure que deux heures, le Liquid Ecstasy est réservé aux soirées moins longues. Ses adeptes mélangent le contenu de la petite bouteille transparente avec de l'eau et du jus. « C'est plus physique, moins émotionnel que le X », explique Alex. Si l'Ecstasy est sensuel, on dit le GHB carrément sexuel. Alex, par contre, n'a pas expérimenté cette hausse de libido.

Contrairement aux autres drogues, le GHB est endogène, c'est-à-dire qu'il est présent à l'état naturel dans le corps. Il fait partie du métabolisme des acides gras,

Une restructuration trompeuse

Les amphétamines ont une forme simple : six carbones formant un hexagone, autour duquel s'allongent des bras. Une structure baptisée phényl-éthyl-amine. Phényl pour l'hexagone, éthyl pour les carbones et amine pour l'azote des bras. La clé de leur efficacité réside dans leur ressemblance chimique avec certains neurotransmetteurs, comme la dopamine (voir illustration en page 30).

Mais de petits changements de structure font toute la différence. « En touchant à un seul atome, la molécule cesse d'agir sur un site et en active un autre », explique Bruce Lodge, chef du Service de l'analyse des drogues de Santé Canada.

L'Ecstasy, ou MDMA, fait partie de la famille des méthamphétamines. On peut les fabriquer à partir d'éphédrine — utilisée par l'industrie pharmaceutique dans les sirops contre la toux —, une substance chimiquement similaire aux amphétamines.

Complètement différente, la kétamine, formée de deux hexagones, ressemble plutôt au PCP (phencyclidine) qui a trois hexagones. Elle fait partie de la famille des barbituriques, ce qui l'apparente aux benzodiazépines, comme le Valium.

et on le retrouve dans toutes les cellules du corps. Synthétisé par le médecin français Henri Laborit dans les années 60, il était utilisé pour contrer l'insomnie et comme anesthésiant. Le GHB est aussi un traitement efficace pour contrer les symptômes de manque des alcooliques. En stimulant la production de l'hormone de croissance, le GHB fait également fondre les graisses et gonfler les muscles. Avant que la vente n'en soit interdite aux États-Unis, les culturistes en raffolaient.

Le GHB agit sur les récepteurs de dopamine, surtout ceux de l'hypothalamus. Cette région du cerveau contrôle l'hypophyse, une glande endocrine. « Puisque l'hypophyse contrôle à son tour la production d'œstrogène et d'androgène, il est possible que le GHB soit un excitant sexuel », affirme Tom Reader, neurochimiste au département de physiologie de l'Université de Montréal. Il agirait surtout en éliminant les inhibitions. Un effet proportionnel à la dose ingérée...

Le GHB ralentit aussi le système nerveux central, tout comme l'alcool; il est donc préférable de ne pas les consommer ensemble. D'ailleurs, les symptômes d'un excès de GHB ressemblent à ceux d'une solide cuite : étourdissements, nausées, mouvements désordonnés, somnolence... À très fortes doses, le GHB peut déprimer dangereusement les systèmes cardiaque et respiratoire.

10h15 Parlant de déprimés, nos amis ne se sentent plus d'attaque. Au dodo !

14h Alex ouvre l'œil. Ce n'est pas la forme. Il fait gris et demain, c'est lundi. Les substances ne font visiblement plus effet. Stimulés presque à 100 % pendant plusieurs heures, ses neurones font maintenant la grève. Les récepteurs de dopamine, de sérotonine et de tous les neurotransmetteurs artificiellement activés sont désensibilisés. Leur niveau d'activité a chuté très bas sous la normale.

À la longue, Alex et ses copains risquent-ils de devenir accros ? Le neurochimiste Tom Reader est catégorique : « Toutes les substances qui agissent sur la dopamine peuvent entraîner une dépendance. » Donc un peu pour l'Ecstasy et le GHB, beaucoup pour la kétamine, énormément pour le speed...

15h Pas rose tout ça : Alex soupire puis retourne se coucher. Il n'a envie de rien. Sauf de dormir... jusqu'au prochain party. ●



Le béluga
(Les populations du fleuve Saint-Laurent, de la baie d'Ungava, et du sud-est de l'île de Baffin/baie Cumberland)
EN DANGER DE DISPARITION.
La surexploitation de l'espèce a causé son déclin rapide jusqu'à ce que l'interdiction de la chasse soit mise en vigueur en 1979. Dans le fleuve Saint-Laurent, la pollution et le trafic marin retardent le rétablissement.



L'alque marbrée
MENACÉE. L'exploitation forestière a détruit des aires de nidification, et la population est aussi menacée par les filets de pêche et les déversements de pétrole.

Le caribou de Peary
EN DANGER DE DISPARITION.
La population diminue en raison de la famine, de la chasse et des loups.

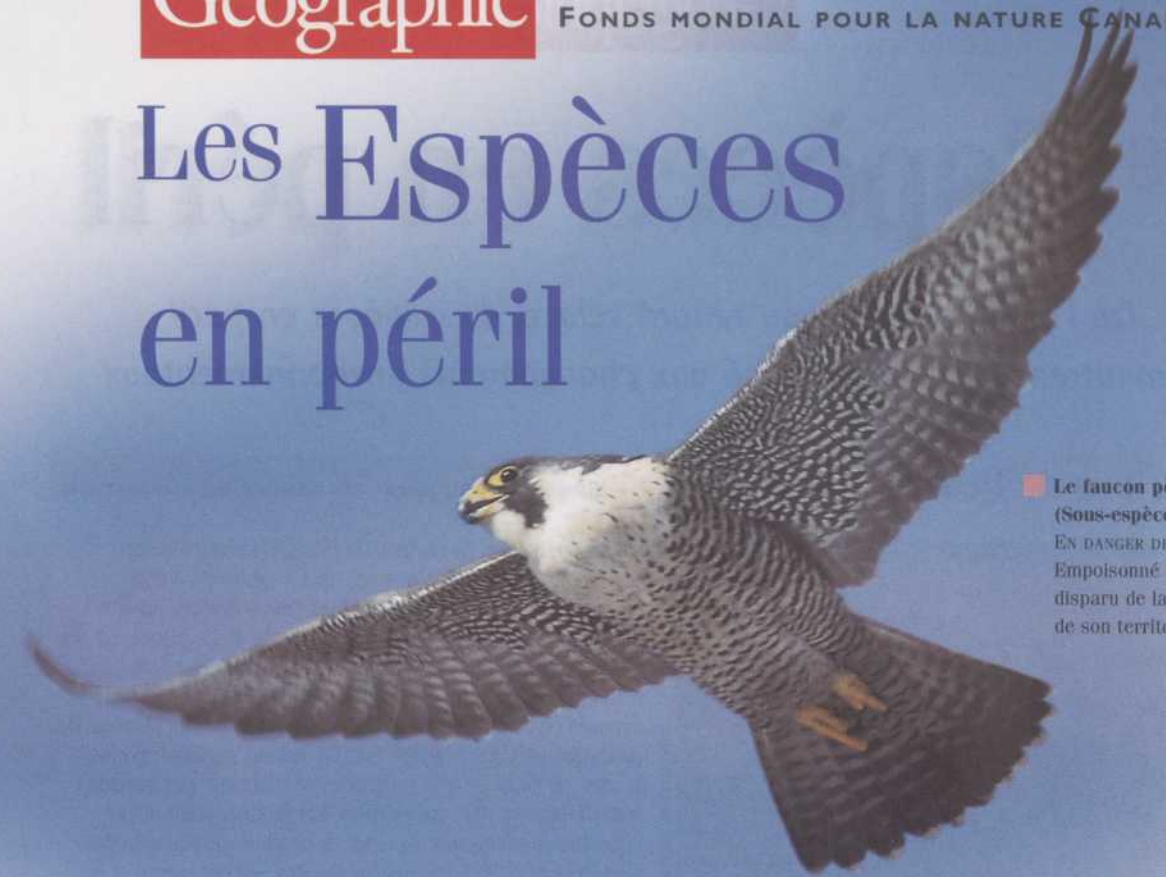


La martre
(Population de Terre-Neuve)
EN DANGER DE DISPARITION.
Sa population diminue à cause du surpiégeage, des maladies et des prédateurs, et son habitat se perd au profit de l'exploitation forestière.

CANADIAN
Geographic

SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE
FONDS MONDIAL POUR LA NATURE CANADA

Les Espèces en péril



Le faucon pèlerin
(Sous-espèce *anatum*)
EN DANGER DE DISPARITION.
Empoisonné par le DDT et disparu de la grande partie de son territoire traditionnel.

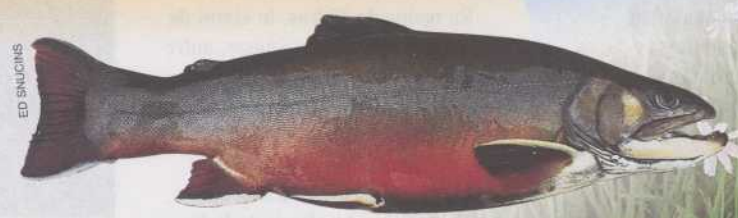
C'EST EN DEUX GRANDES PÉRIODES d'extinction d'espèces ont marqué l'histoire géologique depuis 600 millions d'années. Par le passé, les disparitions massives ont probablement été causées par des phénomènes globaux comme des bombardements de météorites, des glaciations et le réchauffement planétaire. La liste d'espèces disparues en Amérique du Nord depuis l'arrivée des Européens, toutefois, démontre que l'activité humaine constitue maintenant la principale menace pour les plantes et les animaux. Les humains laissent des traces indélébiles sur la

terre : l'exploitation intensive des terres décime les populations animales et végétales, l'activité industrielle détruit des habitats, l'extraction des ressources et l'étalement urbain se font aux dépens d'écosystèmes uniques, et les activités de plein air peuvent perturber une flore fragile et une faune sans défense. La liste officielle d'espèces en péril au Canada comptait 276 animaux, plantes et lichens en 1996. La présentation sur 10 de ces espèces démontre la variété des menaces qui pèsent sur les plantes et les animaux dans divers écosystèmes canadiens.



La rainette grillon
EN DANGER DE DISPARITION.
Probablement disparue de l'île Pelée et de la pointe Pelée, les derniers endroits au Canada où elle avait été observée.

Le corépopsis rose
EN DANGER DE DISPARITION.
Son habitat près des lacs est menacé, entre autres, par les épiques et les barrages.



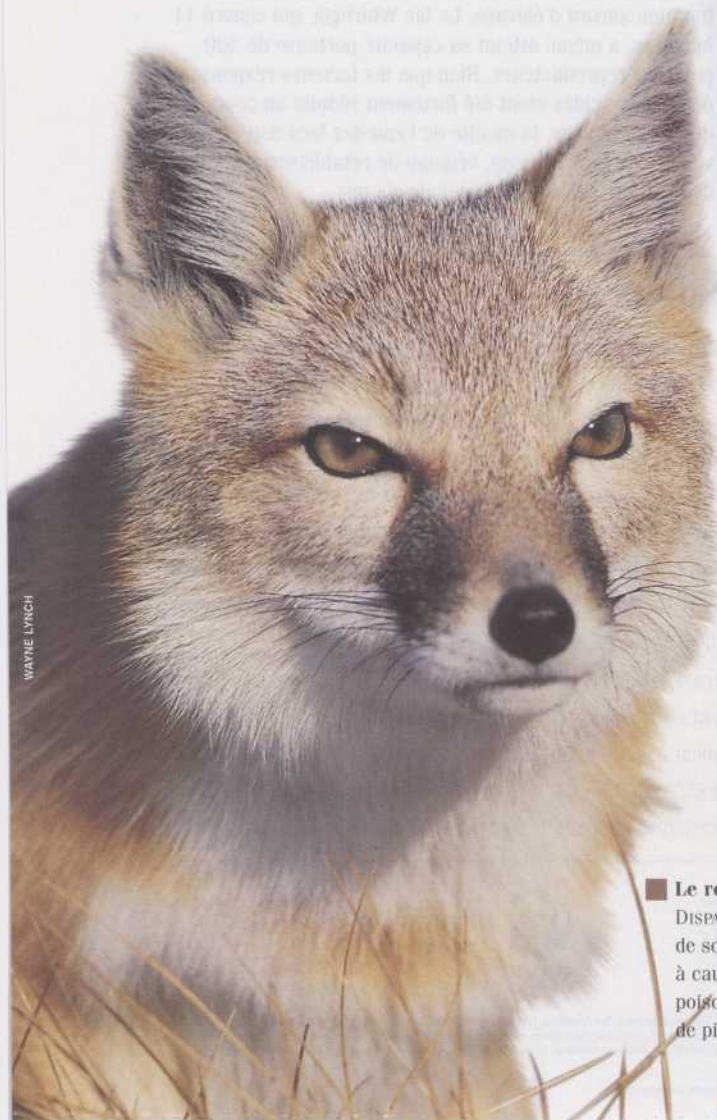
L'omble de fontaine aurora
EN DANGER DE DISPARITION. Menacée par l'acidification des lacs.

Le pluvier siffleur
EN DANGER DE DISPARITION.
Les véhicules tout terrain, les activités de plein air et les fluctuations dans les niveaux d'eau ont endommagé son habitat et perturbé sa nidification.



Le renard véloce
DISPARU AU CANADA. Disparu de son territoire traditionnel à cause de campagnes d'empoisonnement, de chasse et de piégeage visant le coyote.

DÉTACHEZ SUIVANT LE POINTILLE



Abonnez-vous
dès maintenant !



Canadian Geographic, un des
magazines de langue anglaise
les plus lus au pays.

Le seul magazine national qui se consacre
au Canada — le pays, ses habitants, sa faune,
ses succès. Avec des articles primés et de
superbes photos, vous y retrouverez la beauté,
la grandeur et la splendeur de notre pays.

Abonnez-vous dès maintenant,
par téléphone : 1-800-267-0824 ou par
courriel électronique : circ@cangeo.ca
1 an — seulement 24,95 \$
(T.P.S. incluse) 26,82 \$ pour les abonnés
du N.-B., de la N.-É. et de T.-N.

Voir ou verso pour la liste de services
offerts aux membres.

Pour connaître davantage le magazine
Canadian Geographic, visitez son site Web au
<http://www.cangeo.ca>

la fierté d'appuyer un organisme entièrement
canadien qui s'applique, depuis 65 ans, à mieux
faire connaître le Canada aux Canadiens et au
monde entier.

la chance de participer au concours annuel
de photographie de Canadian Geographic et ainsi
de remporter de nombreux prix, y compris la
publication de vos photos dans le magazine;

la certitude d'appuyer une grande variété de
projets de recherche et d'expéditions
scientifiques;

un avis et, le cas échéant, des rabais pour les
conférences présentées par la Société au Québec;
le pays, y inclus plusieurs en français au Québec;

la satisfaction de savoir que vous contribuez
à la promotion de l'enseignement de la géo-
graphie dans les écoles du pays;

des rabais sur tous les produits en vente dans
les boutiques;

En plus de recevoir six numéros de
Canadian Geographic, vous bénéficiez des
avantages suivants :



En vous abonnant à
Canadian Geographic,
vous devenez membre de
la Société géographique
royale du Canada.

THE ROYAL CANADIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY
LA SOCIÉTÉ GÉOGRAPHIQUE ROYALE DU CANADA

Les Espèces en péril

De l'alque marbrée au renard véloce, dix espèces en péril démontrent leur vulnérabilité aux changements environnementaux

Le caribou de Peary



JIM MANCINI/ARND BRONKHORST PHOTO

LE CARIBOU DE PEARY, qui habite les îles de la Reine-Élisabeth, est le seul membre de la famille des cervidés capable de survivre dans l'Extrême-Arctique canadien. Il se distingue des autres caribous nordiques par sa petite taille, son court museau, ses larges sabots et son pelage hivernal blanc.

Le faucon pèlerin

LE RÉTABLISSEMENT DU FAUCON PÉLERIN au Canada avançait d'un grand pas en 1996, alors qu'on relâcha le dernier de ces oiseaux nés en captivité. Dès 1960, il était devenu évident que le DDT les empoisonnait. Bien que l'usage de cet insecticide fut banni au Canada en 1972, il en demeurait des traces dans l'environnement, ce qui entraîna le déclin de la population de faucons pèlerins dans les prairies et dans l'est du Canada. En 1988, il n'en restait que 12 couples. C'est alors que les équipes de rétablissement ont élaboré des programmes d'élevage et de remise en liberté de ce prédateur.

Depuis, plus de 1 550 jeunes faucons ont été réintroduits dans leur territoire traditionnel, soit des régions isolées où d'abruptes falaises leur permettent de nicher et de chasser, au vol, des oiseaux. Les biologistes ont aussi introduit le faucon pèlerin dans des villes où les grattes-ciel servent de falaises et les pigeons, de repas. Environ 400 couples nichent dans la forêt boréale occidentale et 70 couples vivent dans le sud du Canada.

Rangifer tarandus pearyi EN DANGER DE DISPARITION

La population du caribou de Peary est abruptement passée de 25 000 membres en 1961 à moins de 3 000 aujourd'hui. Les troupes passent l'été à brouter du carex, du gazon sec, d'autres herbes et du saule de l'Arctique sur les pentes et les plaines qui longent les rivières. Au cours d'hivers implacables, ce caribou doit trouver des sommets exposés où le vent balaie la neige qui recouvre les plantes. De petits groupes d'une même famille doivent parfois traverser la mer sur la glace à la recherche de fourrage. Ces caribous sont de plus en plus vulnérables à la famine, étant donné l'abondance croissante de neige et de pluie verglaçante des dernières décennies. Sur certaines îles, les chasseurs et les loups contribuent au déclin de cette population. Les communautés inuits qui depuis des générations dépendent de la chasse à ce robuste animal ongulé ont toutefois volontairement diminué leurs prises. Pour rétablir l'espèce, on compte aussi sur la création d'un parc national dans l'île Bathurst qui protégerait des zones de vêlage. De plus, un programme d'élevage pourrait être implanté.

Falco peregrinus anatum EN DANGER DE DISPARITION



DAVID WAGGETT/ARND BRONKHORST PHOTO

Le béluga



JEFF FORT/ARND BRONKHORST PHOTO

LE BÉLUGA DU SAINT-LAURENT a été chassé pour son huile et sa peau, a servi de cible lors d'exercices de bombardement et a vécu dans des eaux polluées par des décharges industrielles. Cette population de baleines blanches la plus méridionale au monde compte aujourd'hui environ 705 membres.

Bien qu'on ait mis fin à la chasse à ce béluga en 1979, sa

Delphinapterus leucas EN DANGER DE DISPARITION*

position au sommet de la chaîne alimentaire le rend vulnérable à un mélange toxique de contaminants industriels et agricoles. Des autopsies pratiquées sur des bélugas ont révélé la présence de tumeurs et d'autres maladies communes chez les humains. Malgré son habitat pollué et une variation génétique limitée, les bélugas du Saint-Laurent semblent vivre le temps de vies normales — 23 ans en moyenne. Les efforts de conservation sont concentrés sur la réduction du volume de polluants déversés dans le Saint-Laurent, la création d'une zone de protection contre le trafic marin continu et la prévention de fuites toxiques ou de toute autre catastrophe écologique sur cette voie maritime fort achalandée.

Même si les bélugas du Saint-Laurent atteignent le taux maximal de reproduction de quatre pour cent, leur population n'atteindrait pas le seuil d'autosuffisance de 1 000 adultes avant au moins 20 ans. Ailleurs au pays, la population de la baie Cumberland, aux abords de la côte est de l'île de Baffin, est en danger. Il y a longtemps qu'on annonce que la surchasse de ces bélugas entraînera leur disparition, mais la population de 450 baleines demeure stable depuis 10 ans. Dans la baie d'Ungava, sur la côte nord du Québec, la population se trouve au seuil critique de 20 à 40 membres.

* Les populations du fleuve Saint-Laurent, de la baie d'Ungava et du sud-est de l'île de Baffin / baie Cumberland

Le pluvier siffleur

NOMMÉ EN L'HONNEUR de son chant mélodieux, le pluvier siffleur fréquente toutes les provinces à l'est des Rocheuses. Bien que son territoire soit vaste, il ne se reproduit que dans des régions aquatiques — sur des plages de l'Atlantique et sur des bancs de sable riverains et des côtes graveleuses aux abords de lacs d'eau douce et salée dans l'Ouest. Il se nourrit de vers, d'insectes, de larves, de crustacés et de mollusques.

Sur la côte atlantique, les vacanciers et les amateurs de véhicules tous terrains — par ailleurs illégaux — qui déferlent sur les plages détruisent sans le savoir plusieurs nids de pluvier, des oeufs et des oisillons, et endommagent des habitats. Des traces de pneu, parallèles aux côtes, créent des gouffres qui emprisonnent et désorientent les oisillons à la recherche de



STEPHEN KALAMANN/ARND BRONKHORST PHOTO

nourriture, alors que des déchets attirent des prédateurs affamés comme les rats laveurs, les chiens, les chats, les mouettes et les corneilles. Et dans les prairies, des projets d'aménagement des eaux pourraient perturber le niveau d'eau dans l'environnement vierge de cet oiseau.

D'ici 15 ans, les équipes de rétablissement aimeraient voir la population de pluviers siffleurs atteindre 670 adultes dans les maritimes et 2 300 dans les prairies. En 1995, Parcs Canada protégeait 360 hectares d'une zone de reproduction dans les dunes de sable Greenwich sur l'île-du-Prince-Édouard, alors qu'aux îles-de-la-Madeleine, des agents de conservation de l'environnement appliquent à la lettre le règlement sur les véhicules tous terrains, afin de protéger 52 couples de cet oiseau.

Le renard véloce



WYNNE JONES

LE RENARD VÉLOCE a été empoisonné, chassé et piégé jusqu'à ce qu'il disparaisse de son territoire traditionnel dans les prairies de graminées mixtes de l'Ouest canadien en 1938. Aujourd'hui, il est au centre d'une des grands réussites

Vulpes velox DISPARU AU CANADA

dans le domaine de la faune au Canada.

La réintroduction du renard véloce a débuté dans les années 70 alors que Beryl et Myles Smeeton, de leur ranch dans les avant-monts de l'Alberta, ont importé deux couples de renards véloques du Colorado et consacré leurs économies à la création d'un site de reproduction, la Cochrane Wildlife Reserve.

En 1983, les premiers de 750 de ces gracieux canins de la taille d'un chat ont été libérés dans les prairies méridionales de la Saskatchewan et de l'Alberta. De ceux-ci, 719 sont nés en captivité, alors que les autres ont été relocalisés à partir du Wyoming et du Montana. Selon les enquêtes, la population de cette espèce serait présentement de 250 animaux, dont bon nombre seraient nés dans la nature, la troisième génération issue des premiers animaux remis en liberté. L'objectif, d'ici l'an 2000, est d'atteindre la population viable de 250 couples. Ce programme deviendrait alors mondialement reconnu comme un des seuls à avoir réintroduit avec succès un carnivore disparu d'un territoire.

L'alque marbrée

LA CLÉ DU SUCCÈS, pour l'alque marbrée, a été de vivre furtivement. Il a fallu près d'un siècle avant que les chercheurs découvrent, en 1993, un nid habité par cet oiseau marin qui s'abrite dans le dense couvert des forêts d'arbres matures de la Colombie-Britannique. L'exploitation forestière, toutefois, a mis fin à l'isolement de l'alque marbrée, et des agents de conservation de l'environnement ont dû entreprendre une lutte pour mettre fin à son déclin abrupt.

L'alque marbrée appartient à la famille des pingouins et se nourrit de petits poissons qui voyagent en bancs près des côtes. Elle niche exclusivement sur les larges branches moussues de conifères situés à moins de 30 kilomètres de l'océan. Elle pond un seul oeuf et évite ses prédateurs, entre autres, en changeant l'emplacement de son nid à tous les ans.

La dépendance de l'alque sur les forêts d'arbres matures situées en fonds de vallée fait en sorte que son nombre diminue au fur et à mesure que le meilleur couvert forestier disparaît. Les oeufs et les oisillons d'alque deviennent une proie de plus en plus facile pour les prédateurs comme les cor-

Brachyramphus marmoratus MENACÉE



ERIK SANI

beaux et les geais de Steller. Dans la baie Clayoquot, la population a diminué de 20 pour cent depuis 1982.

Un projet de loi obligerait les compagnies forestières à protéger de 10 à 12 pour cent de leurs concessions pour permettre à l'alque marbrée d'y nicher.

La martre

JADIS, LA VIE dans les forêts de Terre-Neuve, loin des humains, était simple pour la martre — jusqu'à ce que les bûcherons s'attaquent aux forêts d'arbres matures de l'ouest de l'île au début des années 60.

En moins de 10 ans, le statut de cette espèce régionale unique, autrefois abondante, est passé de « menacé » à « en danger de disparition ». Il n'en reste plus que 300. (Sa cousine, de la population du Labrador, se porte beaucoup mieux sur l'autre rive du détroit de Belle Isle.) Cette martre figure parmi 14 mammifères indigènes à l'île. À l'aide de ses prodigieuses capacités de grimpeuse, elle chasse les oiseaux et les petits rongeurs qui se cachent



JEFF FORT/ARND BRONKHORST PHOTO

Martes americana EN DANGER DE DISPARITION*

dans le dense couvert forestier. Depuis 1982, les chercheurs se sont concentrés sur l'écologie du groupe principal qui occupe 600 km² dans la région du Petit lac Grand. Ce secteur d'étude, où l'on prévoit créer une réserve, offre des données qui permettent d'étudier la qualité relative de l'environnement ainsi que la persévérance et la distribution de cette martre agile qui pèse environ un kilo. À l'aide de ces nouvelles données écologiques et d'un habitat mieux protégé, l'équipe de rétablissement espère que la population de cette martre atteindra 800 animaux d'ici l'an 2060.

* La population de Terre-Neuve

La rainette grillon

AVEC SON MUSEAU pointu, sa peau couverte de verrues et ses longues pattes de derrière qui se terminent par des orteils palmés, la rainette grillon est un étonnant porte-étendard pour les espèces en péril. Longue comme le pouce d'un enfant, elle fait partie, selon certains chercheurs, d'une faune amphibie unique qui aurait survécu près de 7 000 ans dans la région la plus au sud du Canada. Dans les années 70, elle n'habitait plus qu'une douzaine de sites isolés sur la pointe Pelée et l'île Pelée qui, avec leurs berges boueuses et leurs plantes submergées, représentent la partie la plus au nord de son territoire. C'est en 1987 que la rainette grillon de Blanchard y a été aperçue la dernière fois, et on croit qu'elle en est maintenant disparue.

Les transformations apportées par les humains à l'environnement de cette petite bête ont probablement causé sa disparition. Les scientifiques croient qu'avant d'être asséchés pour l'agriculture à la fin du siècle dernier, les marais intérieurs de l'île Pelée abritaient une forte population. L'écoulement de pesticides dans les années 50 a pu en affecter les oeufs, les têtards et les adultes, alors que l'utilisation de diesel pour éliminer les serpents d'eau, que l'on

Acris crepitans EN DANGER DE DISPARITION



S. AND J. COLLINS/PHOTO RESEARCHERS

considérait comme une peste, a pu empoisonner ces amphibiens dans une zone d'accouplement populaire.

La réintroduction de la rainette grillon dans la région sera le fruit d'un travail long et ardu. Il faudra auparavant que les chercheurs comprennent mieux l'écologie de cette grenouille et les causes exactes de sa disparition, ainsi que les techniques d'élevage et de remise en liberté.

Le coréopsis rose

LE CORÉOPSIS ROSE est une plante vivace dont la fleur, d'un rose et d'un jaune voyants, parseme le littoral des lacs dans le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse. Il fait partie d'un groupe de 67 espèces de fleurs qui poussent sur les plaines de la côte atlantique de l'Amérique du Nord. Au Canada, cette plante poussait dans six différents sites de la vallée de la rivière Tusket dans l'ouest de la Nouvelle-Écosse. Des développements résidentiels ont supplanté trois de ces endroits; les trois autres sont à leur tour menacés.

Le coréopsis rose est parfaitement adapté à son habitat inhospitalier. En évolution depuis la dernière période glaciaire, il constitue aujourd'hui une espèce robuste et résistante qui pullule là où peu de plantes survivent — dans un



DAVID STONE/ARND BRONKHORST PHOTO

sol graveleux et sablonneux périodiquement submergé. C'est son faible pour les littoraux des lacs, qu'il partage malheureusement avec les propriétaires de chalet et les amateurs de véhicules tous terrains, qui le rend vulnérable.

Le coréopsis rose n'est étudié que depuis peu de temps — il a été découvert au Canada en 1920 —, mais les écologistes y voient un exemple des effets de l'envahissement humain sur un écosystème. Des scientifiques et des bénévoles sensibilisent les

propriétaires de terres aux besoins de cette plante unique qui pousse, à une exception près, sur des terrains privés. Ils étudient aussi d'autres espèces de plantes qui offrent une ressemblance biologique au coréopsis rose afin de le protéger dans les régions plus isolées où il abonde toujours.

L'omble de fontaine aurora

Salvelinus fontinalis EN DANGER DE DISPARITION

L'OMBLE DE FONTAINE AURORA a bien failli être la première victime des pluies acides.

Cette éclatante truite n'a été trouvée que dans deux lacs isolés — le Whirligig et le Whitepine — dans la région de Temagami au nord de Sudbury. En 1961, elle en est disparue.

Ces deux lacs, étant donné leur altitude élevée et leur situation géologique délicate, témoignaient d'acidification causée par les pluies acides, ce qui empêchait les freins de survivre plus de quelques semaines. Heureusement, 3 644 oeufs, formant un stock géniteur, ont été conservés pendant près de 40 ans.

On a tenté d'introduire l'espèce dans d'autres lacs saïns.

mais ce fut sans succès. Il a donc fallu rétablir la santé des lacs d'origine. Avant de réintroduire 950 poissons dans le lac Whirligig en 1990, les chercheurs ont neutralisé les eaux avec 21 tonnes de chaux.

Aujourd'hui, les deux lacs font vivre des ombles de fontaine aurora d'élevage. Le lac Whirligig, qui couvre 11 hectares, a même atteint sa capacité porteuse de 500 poissons reproducteurs. Bien que les facteurs responsables des pluies acides aient été fortement réduits au cours des 10 dernières années, la qualité de l'eau des lacs doit être surveillée. Au lac Whirligig, l'équipe de rétablissement a rajouté de la chaux par deux fois depuis six ans.

Le langage du péril

Disparue : une espèce indigène qui n'existe plus.

Disparue au pays : une espèce qui n'existe plus à l'état sauvage au Canada, mais qu'on rencontre ailleurs.

En danger de disparition : une espèce qui risque la disparition imminente, du pays ou complète.

Menacée : une espèce susceptible de devenir en danger de disparition si les facteurs limitants ne sont pas contrôlés.

Vulnérable : une espèce qui demande une attention spéciale à cause de ses caractéristiques qui la rendent particulièrement sensible aux activités humaines et aux éléments naturels.

LE COMITÉ SUR LE STATUT DES ESPÈCES menacées de disparition au Canada (CSEMDC) a la responsabilité officielle d'attribuer un statut national aux espèces en danger et d'en maintenir une liste. Il est composé de représentants des gouvernements fédéral et provinciaux ainsi que du secteur privé. Depuis 1977, il compile et étudie la liste nationale d'espèces en péril. La plupart de ses efforts de rétablissement se font sous l'égide du programme Rétablissement des espèces canadiennes en péril (RESCAPÉ). En fonction de la liste du CSEMDC, RESCAPÉ

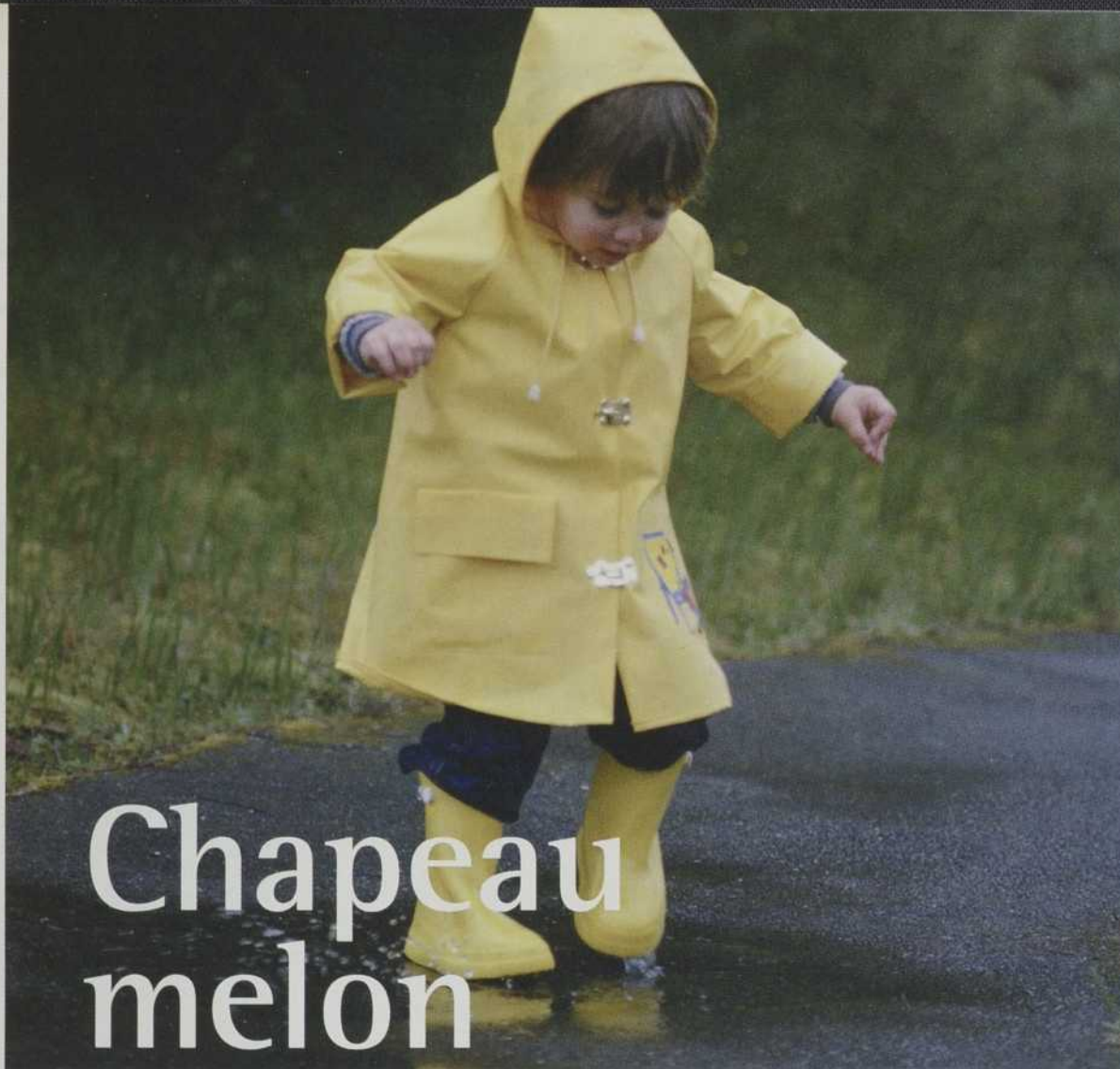
planifie et appuie les efforts de rétablissement de vertébrés terrestres en péril. Les efforts de rétablissement d'autres espèces, y compris les plantes et les animaux marins, sont menés par un regroupement de ministères de l'environnement et de la faune des provinces et des territoires, de divers ministères fédéraux et de bénévoles.

Visitez La Voie verte, le site Web d'Environnement Canada, pour obtenir plus de renseignements sur les espèces en péril : <http://www.ec.gc.ca>



Graphiste : Stephen Harris Rédactrice : Laurel Anz Cartographie : Siggy Fridriksson Conseillers scientifiques : Danie Arnaud, Theresa Anisimowicz, Ted Armstrong, Ursula Banasch, Pierre Beland, Sherman Bodles, Irene Bowman, Joe Brault, Alan Burger, Michael Cail, Chuck Desjardins, Judy Drigden, Judith Egler, Mark Elston, Mark Engstrom, Paul Gosselin, Michel Gosselin, Anne Guay, John Guay, Erich Haber, Robert Jones, Michael Kingsley, Michael O'Brien, Pierre Richert, Mike Schepers, Margaret Sheel, Cio Sheelton Collaborateurs : Rick Boychuk, Peg Dover, Steven Fox, Debbie Goff, Eric Harris, Daniel Leduc, Janice McLean, Catherine Merriman, Sylvia Normand, Edith O'Donnell, Shirley Sheppard, Margaret Williamson

© 1997 Canadian Geographic Enterprises



Chapeau melon et bottes de cuir

Après la pluie le beau temps!
Mais pour en être bien certain,
regardez MétéoMédia. Avec près
de 30 météorologues exclusifs et
la plus récente technologie,
MétéoMédia vous renseigne sur
le temps qu'il fait et le temps à
venir. Alors avant de sortir votre
chapeau melon et vos bottes de
cuir pour aller faire une danse de
la pluie, planifiez vos sorties
estivales avec MétéoMédia.
Parce que le temps change.



Câble 17, Télécâble Laurentien-Hull et CF Câble Montréal: câble 27
www.MeteoMedia.com

Les papetières

En un temps record, les papetières ont réussi à se débarrasser de leur image de grandes pollueuses. Si bien qu'aujourd'hui même les écologistes ne trouvent plus grand-chose à redire !

par Raymond Lemieux

L'industrie des pâtes et papiers, la bête noire des écologistes durant deux décennies, est devenue un citoyen corporatif modèle. En moins de 10 ans, elle a réalisé sa révolution verte.

En 1990, pour produire 7,7 millions de tonnes de papiers, la soixantaine de papetières du Québec déversaient directement dans l'eau 700 millions de mètres cubes d'effluents toxiques. Plus que toute l'eau qui tombe des chutes de la rivière Chaudière pendant deux mois ! Aujourd'hui, de Matane à Saint-Félicien en passant par Amos et La Tuque, les papetières produisent plus de pâtes et papiers (9,3 millions de tonnes) tout en rejetant une eau presque propre.

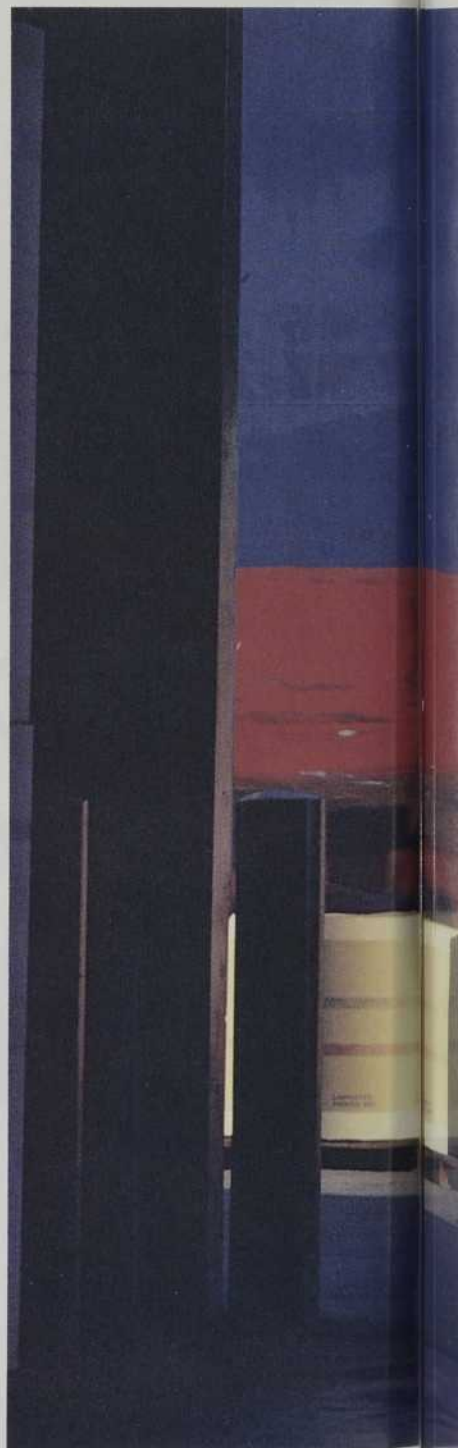
« On n'a plus raison d'avoir honte de notre industrie papetière », pense Henri-Claude Lavallée, l'un des premiers ingénieurs responsables du dossier au ministère de l'Environnement du Québec. L'industrie avait pourtant un grand retard à rattraper, estime ce professeur au Centre de recherche sur les pâtes et papiers de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). « Toutes les papetières américaines se sont dotées de système de traitement des eaux usées au cours des années 70. Pendant ce temps, au Québec, on conservait une machinerie désuète qui n'avait à peu près pas changé depuis les années 20. »

L'Association des industries forestières du Québec (AIFQ) ne se fait évidemment pas prier pour dévoiler les résultats de son bilan environnemental (février 1997). « Nos données indiquent une diminution générale des rejets liquides polluants, précise le président, André Duchesne. Dans l'ensemble, on fait mieux que ce que la loi nous demande ! »

L'AIFQ met en évidence deux indicateurs pour évaluer la performance environnementale de ses membres : la quantité de matières en suspension présente dans les effluents et la demande biologique en oxygène (DBO) causée par les rejets de matières organiques (le processus de décomposition des matières organiques consomme une partie de l'oxygène naturellement présent dans l'eau au détriment des organismes qui y vivent).

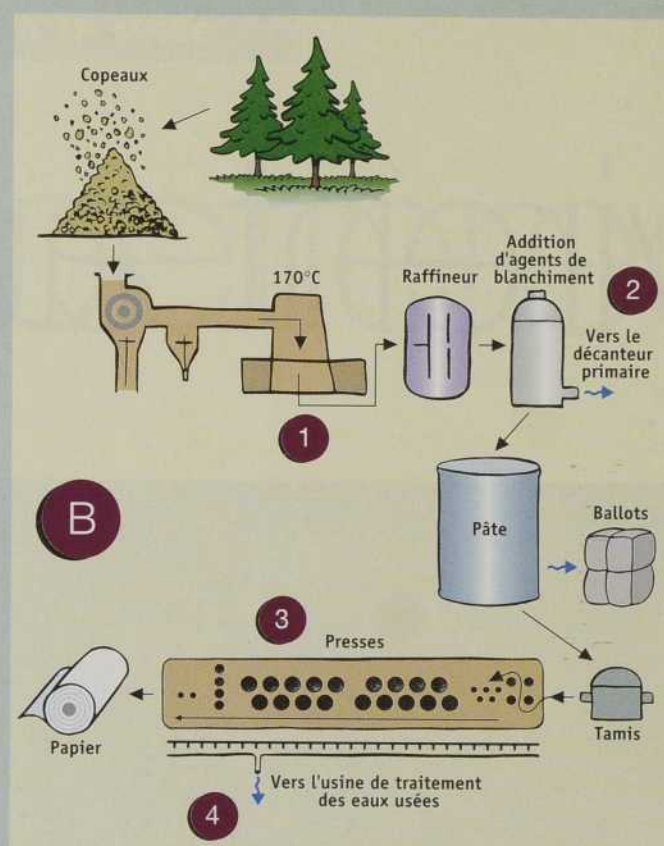
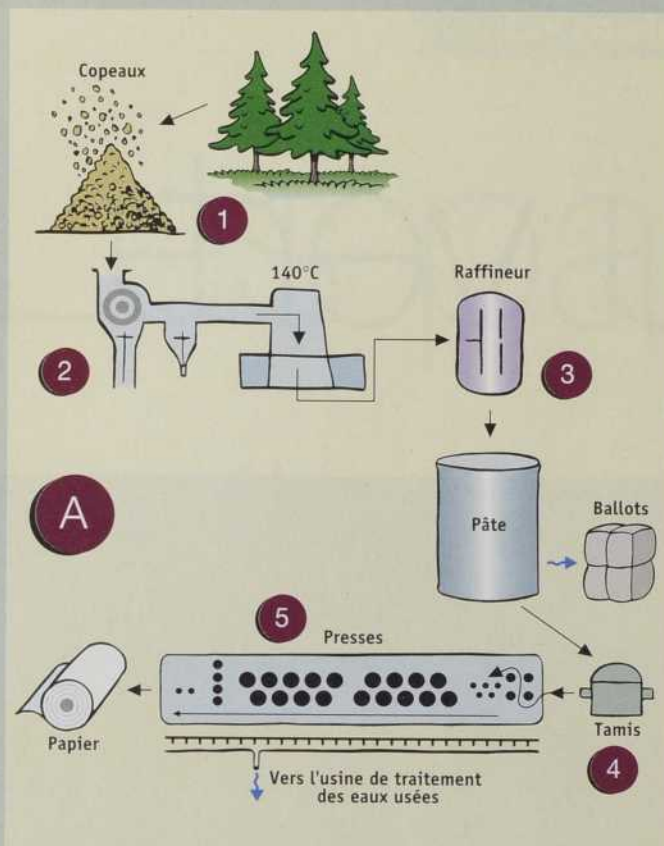
En 1981, pour chaque tonne de production, les papetières rejetaient près de 25 kilos de matières en suspension dans les rivières. Si bien que certaines rivières étaient littéralement tapissées de débris et de résidus forestiers. La réglementation québécoise adoptée en 1992 a limité les rejets à 8 kilos par tonne. Rien de douloureux pour les papetières puisque, cette année-là, elles répondaient déjà à la norme. Mais, depuis, elles font encore mieux : pour chaque tonne de pâte, elles ne rejettent que trois kilos de matières en suspension.

Y. Beaulieu/Photo



evirent au vert





Comment on fabrique le papier

Les fibres d'épinette noire et de sapin constituent la plus importante matière première des papeteries québécoises (1). Nous exploitons d'ailleurs l'une des meilleures fibres au monde.

Il existe plusieurs façons de faire de la pâte à papier, mais les procédés thermomécaniques et chimiques sont les plus fréquemment utilisés au Québec. Ils servent à produire des pâtes pour des papiers de différente qualité.

Dans le cas du procédé thermomécanique (A), les copeaux de bois passent d'abord dans un étuveur (2) où ils sont ramollis au moyen d'une vapeur atteignant 140°C. Ils sont ensuite broyés dans un raffineur (3), permettant ainsi de libérer les plus petits éléments du bois, les fibres.

Ces fibres sont lavées à grande eau, puis étendues sur d'immenses toiles qui agissent comme des tamis (4). Encore humide, la pâte pourra ensuite être mise en ballots et vendue à des usines de papier ou travaillée sur place.

Pour produire du papier, la pâte est compressée (5), puis enroulée

sur d'immenses bobines remplies de vapeur. Sur le papier qui en sort, on imprimera les grands journaux et les magazines. C'est la présence de lignine dans ce papier, une substance qui réagit à la lumière, provoque le jaunissement des journaux.

Le procédé de fabrication de la pâte chimique (B) permet de dissoudre la lignine. Au départ, le bois est placé dans un lessiveur (1) pendant 5 à 6 heures et soumis à une température de 170°C. Parce qu'elles ne sont pas broyées, les fibres permettront de produire un papier plus résistant.

Les additifs chimiques forment une liqueur de cuisson qui colore la pâte en brun. C'est pourquoi elle doit ensuite être blanchie (2) à l'aide de peroxyde, d'hydrosulfite ou encore de bioxyde de chlore.

La pâte est étendue sur une toile (3). L'eau est retirée par succion tout au long de son passage dans les presses. Une fois asséchée, on obtient d'immenses feuilles de papier. Les résidus, l'eau et les liqueurs de cuisson seront recueillis (4) et conduits vers un bassin pour être décantés et épurés.

Les progrès ont été encore plus marqués au chapitre de la DBO. En 1981, les papeteries libéraient environ 38 kilos de matières provoquant une surconsommation d'oxygène par tonne de production. Maintenant, elles n'en libèrent plus que 2, soit près de 20 fois moins. À Trois-Rivières, au cœur de l'activité papetière, le Saint-Maurice et le Saint-Laurent peuvent donc respirer plus à l'aise. Et, selon l'AIFQ, la situation se serait améliorée partout au Québec.

Au ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF), le responsable actuel du

dossier des pâtes et papiers, Francis Flynn, admet sa surprise devant les résultats obtenus par les papeteries : « On était un peu pessimiste durant les négociations; maintenant, on est impressionné. »

Le « virage vert » ne s'est évidemment pas fait sans grincement de dents. « Lorsque les discussions sur la réglementation ont commencé, on était en pleine récession, explique André Duchesne, de l'AIFQ. Mais les papeteries n'ont guère eu le choix : au moment où le gouvernement serrait la vis, les acheteurs

— 88 % de notre papier est exporté — devenaient plus difficiles et exigeaient du papier plus « propre ». »

La facture ? Plus de 1,3 milliard de dollars, soit environ 600 millions de dollars pour modifier et rendre moins polluants les procédés de fabrication et 700 millions pour que des procédés de traitement dit secondaires soient ajoutés dans la plupart des papeteries. « Cet effort supplémentaire a fait qu'en 1995 l'ensemble des investissements des papeteries a représenté plus du quart des investissements manufacturiers au Québec », poursuit André Duchesne.

L'usine de Kruger à Trois-Rivières, le plus gros complexe papetier au Québec, sert souvent de modèle pour illustrer le virage. Toutefois, elle a dû traverser une période difficile dans les années 70. « On disait qu'il n'y avait rien à faire d'autre avec l'usine que de la raser et de transformer le terrain en immense stationnement », raconte Gilles Benoit, ingénieur et directeur du service de l'environnement de l'usine.

Aujourd'hui, les presses tournent à plein régime — une des meilleures machines produit 67 kilomètres de papier large de 7 mètres... à l'heure ! C'est ici qu'est fabriqué le papier sur lequel sont imprimés le *USA Today* et le *Toronto Star*. Et, depuis le début des années 90, l'entreprise a augmenté sa production de papier de près de 25 %.

Kruger a montré qu'on peut produire plus en polluant moins. « C'est le rendement des machines et les types de pâtes et de papiers qui déterminent la quantité de déchets qui sortent d'une usine », explique Claude Daneault, directeur du Centre de recherche sur les pâtes et papiers de l'UQTR. « Quand on produit de 90 à 98 kilos de pâte mécanique ou thermomécanique avec 100 kilos de bois, il reste



Une série de raffineurs. C'est ici que commence la fabrication de la pâte à papier.

peu de déchets au bout du processus. »

L'un des problèmes actuels, c'est que le procédé de fabrication de la pâte kraft — ou pâte chimique — exige deux fois plus

de bois que les autres pâtes. Or, on n'est pas près de se passer de ce type de pâte puisqu'elle sert autant aux écologistes pour rédiger leurs mémoires et imprimer leurs tracts qu'aux fonctionnaires pour écrire leur correspondance.

De plus, pour fabriquer cette pâte, les papetières doivent employer une quantité im-

UN ENGAGEMENT SOCIAL

*Imiter la nature,
c'est s'assurer
de sa pérennité.*

DONOHUE

Engagée vers l'avenir

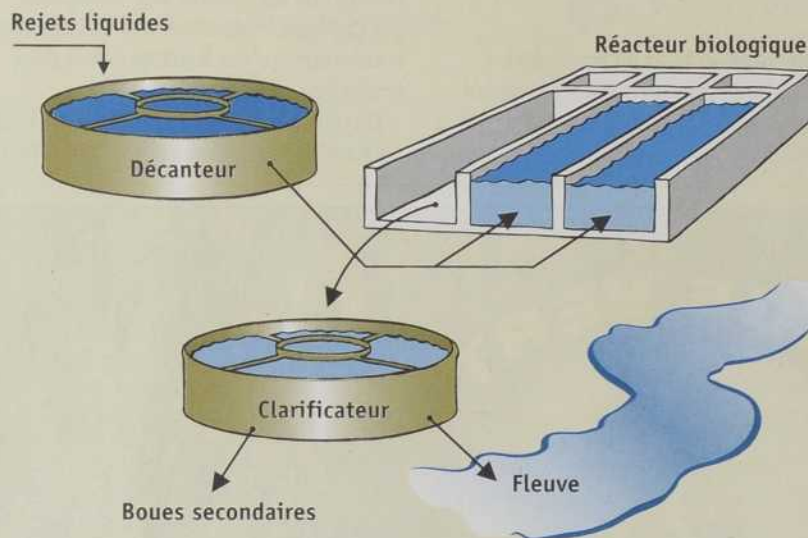
portante de produits chimiques. Quelle quantité ? Ni à l'AIFQ, ni au MEF, on a été en mesure de le préciser. Cependant, un document de travail, publié en 1992 à l'intention du Conseil des ministres du Québec, indique que quelques centaines de produits chimiques différents, totalisant près d'un million de tonnes par année, étaient employés par l'industrie. Selon Francis Flynn, ce chiffre n'a sûrement pas diminué depuis. « D'autant plus qu'il faut maintenant ajouter de l'azote et du phosphore pour traiter l'eau », dit-il.

Les activistes du mouvement Greenpeace, qui s'étaient fait remarquer dans les années 80 en s'attaquant aux papeteries, continuent de les avoir à l'œil. Pour Matthew Bramley, un chimiste au service du groupe, les rejets de substances organochlorées constituent toujours un problème majeur. Aujourd'hui, 14 usines au Québec utilisent des composés chlorés



Krueger Inc.

La fabrication de papier à Trois-Rivières. Une machine peut produire jusqu'à 67 kilomètres de bande de papier en une heure.



Comment on dépollue

Les rejets liquides résultant du lavage du bois, du blanchiment du papier et de la fabrication de la pâte sont d'abord mis à décanter durant quelques heures dans un bassin. C'est là qu'on extrait les matières solides non dissoutes (la plupart du temps des fibres celluliques et des résidus de glaise qui ont servi à donner le fini glacé au papier de magazine) en les laissant se déposer lentement au fond du bassin.

On doit ensuite épurer l'eau usée — c'est ce qu'on appelle le traitement secondaire. Cette eau contient en effet de la matière organique dissoute qu'il faut maintenant retirer.

En gros, les ingénieurs de l'environnement ont recours à des millions de bactéries qui, placées dans un immense bassin appelé réacteur biologique, se nourrissent littéralement de la matière organique dont on veut se débarrasser. Ce « bouillon de culture » dépolluant est constamment oxygéné et maintenu à une température assez élevée. On ajoute à l'eau du phosphore et de l'azote pour faciliter le travail de ces micro-esclaves qu'on laisse agir pendant 18 heures.

On obtient alors une eau éclaircie et des boues dites secondaires. Ces boues sont retirées puis enfouies ou incinérées. L'eau est retournée à la rivière ou encore récupérée et réutilisée par l'usine.

dans le blanchiment du papier. « Il faut bannir l'emploi de tous les composés de chlore parce qu'ils conduisent à la formation de dioxines et de furanes, des substances extrêmement toxiques, même à des concentrations infinitésimales. »

Pour l'industrie, le virage vert n'est vraisemblablement pas terminé, note Claude Daneault, de l'UQTR : « Les papeteries visent maintenant le rejet 0 ». Quatre-vingts millions de dollars ont d'ailleurs été investis à l'Institut de recherche en pâtes et papiers Paprican, situé à Pointe-Claire, en banlieue de Montréal, pour tenter de concevoir un cycle de l'eau complètement fermé. « Certaines usines, comme la F. F. Soucy de Rivière-du-Loup et la Donohue de Matane, utilisent déjà entre 10 et 15 mètres cubes d'eau par tonne de pâte », dit-il. En moyenne, les usines tirent 60 mètres cubes d'eau pour produire une tonne de papier. Avec les procédés d'il y a 20 ans, il fallait en puiser 150 mètres cubes.

Des papeteries absolument non polluantes ? Rien n'est impossible, constate Gilles Benoit, qui rappelle que l'usine Kruger doit parfois épurer l'eau qu'elle pompe du fleuve avant de s'en servir parce qu'elle est trop sale ! « C'est le comble, dit-il. Quand on la retourne dans le Saint-Laurent, elle est de meilleure qualité que lorsqu'on l'a prise... »

Les papeteries feront-elles bientôt mieux que la nature ? ●

BELL PRÉSENTE / PRESENTS



Marché
international des
inforoutes et du

Multimédia

And Info-highways
International
Market

M.I.M.

**SALON DES EXPOSANTS ET RENCONTRES INTERNATIONALES
TRADE FAIR AND INTERNATIONAL MEETINGS**

<http://cite.artech.org/mim>

GOLDEN CD-ROMs, GOLDEN WEB SITES, GOLDEN M.I.M.s MULTIMEDIA SOFTWARE COMPETITIONS
COMPÉTITION CD-ROMs D'OR, SITES WEB D'OR, M.I.M.s D'OR LOGICIELS MULTIMÉDIA

**MONTRÉAL, PALAIS DES CONGRÈS DU 21 AU 23 MAI 1997
MONTREAL, CONVENTION CENTRE, MAY 21 TO 23, 1997**

POUR INFORMATION : Robert Yelle, M.I.M.

15, rue de la Commune Ouest, Montréal (Québec) Canada H2Y 2C6

Téléphone : (514) 499-9619 / Télécopieur : (514) 281-0814

email : mim@artech.org

En collaboration avec / in collaboration with:



Gouvernement du Québec
Ministère de la Culture
et des Communications

Canadian Heritage
Patrimoine canadien

Gouvernement du Québec
Ministère des Relations
Internationales

Le Monde

Bureau fédéral de
développement régional
(Québec)

Canada

Federal Office of
Regional Development
(Québec)



COMMERCE

Abonnez-vous !

10 n°s/an

- des dossiers fouillés
- des informations accessibles
- des sources fiables
- + le Guide des vacances
- + des suppléments gratuits



Votre cadeau : un nouveau Guide Internet

Gratuit

avec l'abonnement
de 1, 2 et 3 ans

Le 4^e Guide Internet
de Québec Science
**Les 600 sites
essentiels**
Édition 1997

ou

Le 3^e Guide Internet
**Web•Courrier•
Forums**
Comment bien
communiquer



En plus

1 reliure avec
l'abonnement de 2 ans
2 reliures avec
l'abonnement de 3 ans



Abonnez-vous ! 1 800 613-4391

Cette offre expire le 31 août 1997.

50

☐ **je m'abonne
à Québec Science**

☐ **je me réabonne**

☐ 1 an (10 n°s) 37,60 \$ TTC

☐ 2 ans (20 n°s) 64,95 \$ TTC

☐ 3 ans (30 n°s) 89,91 \$ TTC

Tarifs valables au Canada
seulement.

Détachez et expédiez à

Québec Science

C.P. 250

Sillery (Québec) G1T 2R1

Tél. : (418) 657-4391

1 800 613-4391

Télex : (418) 657-2096

Internet :

courrier@QuebecScience.qc.ca

Nom

Prénom

Adresse

n°

rue

app.

ville

province

code postal

téléphone

Profession

☐ Chèque ☐ Mandat-poste ☐ Visa ☐ MasterCard

Chèque ou mandat-poste à l'ordre de Québec Science

N° de carte

Date d'expiration

/

Signature

Faites-moi parvenir

- ☐ Le 3^e Guide Internet : Web•Courrier•Forums
☐ Le 4^e Guide Internet : Les 600 sites essentiels
☐ La (les) reliure(s)

(Allouez 4
semaines pour
l'expédition)

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

Q5-05-97

C'est écrit dans le ciel

Les météorologues sont incapables de prévoir avec précision les orages violents parce qu'il s'agit de phénomènes locaux. Or, depuis cinq ans, une équipe de chercheurs d'Environnement Canada associée à quatre universités montréalaises tente de mettre au point une méthode informatique pour analyser ces phénomènes.

Son nom : « modèle méso-échelle compressible communautaire » ou, plus simplement, MC2. « Méso-échelle est un terme météorologique qui signifie "échelle moyenne" », explique Robert Benoit, d'Environnement Canada.

Il existe des phénomènes météo de grande taille, comme les cyclones et les zones de basse et haute pression, et des phénomènes locaux, comme les tornades et les orages. Entre les deux, il y a la gamme des phénomènes méso-échelle, qui ont toujours donné du fil à retordre aux météorologues.

Le logiciel MC2 a d'abord été un simple projet de recherche. Les chercheurs de l'université de Colombie-Britannique l'ont utilisé pour comprendre les mécanismes d'écoulement de l'eau de pluie sur les falaises des Rocheuses.

Les pluies diluviennes qui se sont abattues en juillet au Saguenay lui ont fait quitter pour de bon les laboratoires. C'est grâce au modèle MC2, rappelle Robert Benoit, que les météorologues du service de prévisions d'Environnement Canada ont pu annoncer qu'une énorme quantité d'eau allait tomber. Mais, ironiquement, c'est aussi cette prévision qui a suscité la controverse après la catastrophe : on a alors reproché à Environnement Canada de ne pas avoir suffisamment insisté sur l'ampleur du phénomène qui se dessinait dans le ciel du Québec.

Roulez en paix

Vous est-il déjà arrivé en conduisant de passer d'une voie à une autre sans vous en apercevoir ? Si oui, vous souffrez probablement de somnolence au volant. Un phénomène qui causerait, selon diverses études, de 10 % à 34 % des accidents de la route.

Pour remédier à la situation, une équipe de l'Université de Montréal vient de concevoir un appareil si efficace qu'il a déjà permis de détecter des épisodes de somnolence chez des gens qui ignoraient en avoir ! Mis au point au Centre de recherche sur les transports (CRT), en collaboration avec des chercheurs de l'École Polytechnique de Montréal, il a été conçu pour détecter la somnolence en temps réel et sortir le conducteur de sa torpeur.

L'appareil se devait aussi d'être discret afin de ne pas pertur-

ber la conduite, explique Claire Laberge-Nadeau, directrice du Laboratoire sur la sécurité routière au CRT. Des capteurs ont donc été installés à différents endroits dans la voiture, notamment sur le volant et l'accélérateur. Un logiciel enregistre les mouvements du volant et les données provenant des autres capteurs. Lorsqu'il détecte une variation anormale des mouvements du conducteur, il émet un signal sonore qui s'amplifie progressivement si la situation n'est pas rétablie.

La recherche sur la somnolence au volant intéresse d'autres pays, comme la France et le Japon. Ce problème affecte tout particulièrement les conducteurs de poids lourds.



Hakuna Matata

On dit que c'est un vélo. Mais un vélo peut-il avoir quatre roues, un manche à balai plutôt qu'un guidon et deux sièges dans lesquels les passagers sont installés dos à dos ?

Le Hakuna Matata (c'est son nom) s'inspire tout de même de la traditionnelle bicyclette, affirment ses concepteurs, un groupe d'étudiants en génie mécanique de l'Université Laval. Grâce à cette invention, ils ont remporté cette année le prix du design lors des épreuves pour les véhicules à propulsion humaine organisées au Nevada par l'American Society for Mechanical Engineering. Il s'agissait du seul véhicule à quatre roues dans la catégorie « tandem » puisque les autres participants ont présenté des engins plus conformes à l'idée qu'on se fait d'un vélo. Vitesse de pointe du Hakuna Matata : 53 km/heure. Une performance honorable, même si elle ne lui a valu que la quatrième place.

Si son nom vous laisse perplexe, c'est que vous n'avez pas d'enfants. Tous ceux qui ont vu, revu et re-revu le film *Le roi lion* savent bien qu'il s'agit de l'expression préférée d'un des personnages et qu'elle signifie « profite du moment ». ●

par Raynald Pepin

L'état des roues

La roue a fait du chemin depuis son invention. Démonstration.

Au cours du XX^e siècle, l'auto a été à la source d'importants progrès techniques et a considérablement augmenté notre rayon d'action. Quatre roues et un moteur, voilà tout ce qu'il nous faut pour faire une promenade qui, il y a à peine 100 ans, serait apparue comme une véritable expédition. Sans compter qu'on roule aujourd'hui en tout confort grâce, notamment, à l'apparition des pneus.

Au fait, savez-vous comment les pneus supportent le poids de l'auto ? Non, ce n'est pas l'air qui y est confiné qui soutient le véhicule. La pression de l'air est la même partout dans le pneu et s'exerce sur tout point de la jante, donnant une force résultante nulle.

Le pneu d'automobile se comporte comme une roue de vélo. À cause de la déformation du bas de la roue en contact avec le sol, la tension dans les rayons du bas est inférieure à la tension dans les rayons du haut. L'axe de la roue (et le vélo qui y est lié) est donc *suspendu* aux rayons du haut et non pas supporté par les rayons du bas.

Dans un pneu d'auto, l'air contribue à garder sous tension les nappes de fils constituant la carcasse. Ce sont les flancs supérieurs du pneu, davantage sous tension que les flancs inférieurs (on remarque qu'ils sont moins bombés), qui supportent le poids.

Généralement, les roues obéissent au doigt et à l'œil aux commandes que leur donne le conducteur en tournant le volant. Mais pourquoi ce dernier revient-il automati-



Pierre-Paul Pariseau

quement à sa position initiale si on le lâche à la sortie d'un virage ?

Selon Serge Jodoin, ingénieur chez Expertises Auto Technique à Laval, c'est un effet de la géométrie de la suspension des roues avant, beaucoup plus compliquée que

celle des Hot Wheels.

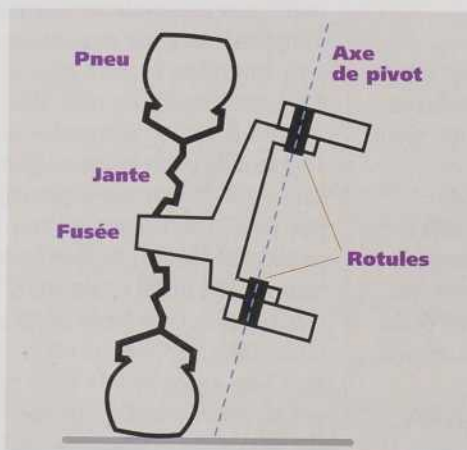
« La fusée qui porte la roue n'est pas horizontale mais légèrement inclinée, explique Serge Jodoin. Le plan d'une roue n'est donc pas tout à fait vertical : c'est ce qu'on appelle le carrossage. Cette géométrie assure une meilleure adhé-

rence au sol dans les virages. » Cette caractéristique, ajoute-t-il, est accentuée dans les Formules 1 : lorsqu'elles roulent en ligne droite, la bande de roulement n'est en contact avec le sol que sur environ 50 % de sa largeur !

D'autre part,

l'axe de pivot de la roue, passant par les deux rotules, n'est pas vertical non plus (sur le schéma, les inclinaisons sont exagérées). L'axe de pivot est incliné vers le centre de l'essieu (l'inclinaison de pivot) ainsi que vers l'arrière (la chasse).

Ainsi, lorsque la roue est droite, l'extrémité de la fusée se trouve à son point le plus haut. Quand on braque la roue avant, l'inclinaison de pivot et la chasse font en sorte que l'extrémité de la fusée tend à se rapprocher du sol, ce qu'elle ne peut évidemment pas faire à cause de la roue. L'auto est donc soulevée. Quand on relâche le volant, le poids de l'auto tend à ramener la fusée et la roue en position non braquée. Toutefois, si



l'auto est arrêtée, le frottement sur les roues et dans la direction suffit à maintenir les roues braquées même si le conducteur lâche le volant.

Si le carrossage améliore la tenue de route dans les virages, il n'en reste pas moins qu'elle a des limites... indiquées sur les panneaux jaunes bordant les bretelles d'autoroute ou les virages. « On détermine cette vitesse en tenant compte du rayon de la courbe, du dévers (inclinaison) de la route et du frottement exercé par la chaussée, explique Guy Lemay, du Service de la sécurité dans les transports, de Transports Québec. Toutefois, cette indication s'adresse surtout aux véhicules vulnérables, comme les gros camions chargés. Les autos peuvent négocier la courbe à une vitesse supérieure. »

La vitesse recommandée n'est donc pas obligatoire, comme toutes celles qui se terminent par un 5. Seules les vitesses se terminant par un 0 sont des limites obligatoires. Évidemment, les vitesses recommandées s'appliquent lorsque l'état des routes est idéal. Si la chaussée est mouillée, enneigée ou verglacée, le conducteur doit « adapter son comportement », comme le dit si bien le Code de la sécurité routière.

Et le Québécois semble avoir adopté de bons comportements. En 1960, il y avait 1 083 000 véhicules immatriculés au Québec, incluant les véhicules récréatifs (motoneiges,

VTT, etc.). En 1970, ce nombre avait doublé et, en 1995, il avait quadruplé. Pourtant, le nombre de décès sur les routes en 1995 (882) est proche de celui de 1960 (853), après avoir atteint un sommet de 2 209 en 1973.

« La chute de la mortalité depuis 20 ans est attribuable à la généralisation des protections mécaniques (ceinture de sécurité, coussin gonflable), aux campagnes de promotion de la sécurité routière et aux lois plus sévères », indique Roch Tremblay, agent d'information à la Société de l'assurance-automobile du Québec.

Un article du magazine anglais *New Scientist* paru l'été dernier apporte une explication supplémentaire : la chute de la mortalité sur les routes serait en partie liée au fait que plus de gens voyagent en automobile ! Contradictoire ? Non, car une personne victime d'un accident en automobile est mieux protégée que si elle est à pied ou à vélo. Une étude anglaise a révélé qu'en 1971, 80 % des enfants de 7 et 8 ans se rendaient tout seuls à l'école. Pour diverses raisons — l'étalement urbain, l'augmentation du nombre de femmes au travail et, surtout, les réticences et craintes des parents —, cette proportion était passée à 9 % en 1990 !

Joli cercle vicieux : plus de gens roulent parce que c'est moins dangereux et, parce que plus de gens roulent, ça devient plus dangereux pour ceux qui ne sont pas en auto ! ●

La question du mois

Quand vous mettez le contact, des électrons partent de la borne négative de la batterie pour parcourir un circuit passant par le démarreur et revenir à la borne positive. Combien de temps prend un électron pour compléter le circuit ?

a) 0,0003 s b) 0,03 s c) 3 s d) 3 min e) 3 h

Solution

e. Le signal (champ) électrique se propage presque à la vitesse de la lumière et le démarreur fonctionne presque instantanément, mais un électron ne progresse dans le fil que d'une fraction de millimètre par seconde.

À lire

Dans le prochain numéro

Roswell : nous sommes allés voir



Juin 1947, dans le sud des États-Unis. Pour la première fois, un pilote d'avion dit avoir aperçu un objet volant mystérieux et non identifié. Est-ce une nouvelle arme des communistes ? Un vaisseau spatial extraterrestre ? Une hallucination ? Deux semaines plus tard, à quelques dizaines de kilomètres de là, à Roswell, des témoins affirment avoir vu un engin similaire. Depuis, les observations n'ont jamais cessé. *Québec Science* est allé voir, au Nouveau-Mexique, quel combustible peut bien alimenter un mythe aussi tenace.

par Félix Légaré et Claude Lafleur



Les nouveaux espoirs de la médecine du cœur

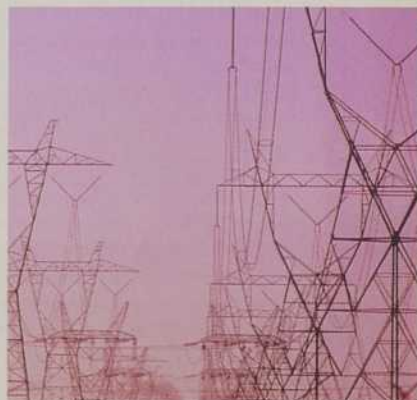
Au Canada, les maladies cardiovasculaires font plus de victimes que le cancer, les accidents de la route ou les maladies infectieuses. Mais les cardiologues ne s'en laissent pas imposer. Visite sur le front d'une des grandes batailles que mène la science moderne.

par Anne-Marie Simard

La cité aux cent mille volts

Berceau de l'industrialisation et de l'électrification du Québec, Shawinigan aura bientôt son musée de l'énergie, qui promet d'être la destination touristique scientifique de l'année. *Québec Science* vous y amène en avant-première.

par Isabelle Hachey



Circonvolutions mathématiques

À bas le calcul mental ! Vive la calculatrice !

L'apprentissage des mathématiques fait le bonheur de quelques-uns et le malheur de beaucoup d'autres. Pourtant, si l'on en croit les plus récentes recherches décrites dans le livre de Stéphane Dehaene, le cerveau, autant animal qu'humain, possède une intuition innée des nombres. Ainsi, des rats peuvent estimer le nombre de fois qu'ils doivent appuyer sur un levier pour obtenir une récompense. Et un chimpanzé choisira le plateau comportant le plus grand nombre total de chocolats, bien que, sur chaque plateau, on ait séparé les chocolats en tas inégaux.

Même un nouveau-né est capable de performances étonnantes : il peut faire la distinction entre deux quantités et sait que $1 + 1 = 2$. Plus tard, il apprendra tout seul à compter sur ses doigts. Alors, pourquoi tout se complique dès qu'on entre à l'école ? C'est que notre cerveau, gouverné par les

STANISLAS DEHAENE

LA BOSSE DES MATHS



principes de la sélection naturelle, a développé des mécanismes d'estimation des quantités, mais il n'a pas évolué pour pratiquer des calculs formels, inutiles dans la nature.

En fait, le fonctionnement de notre cerveau n'a rien à voir avec celui d'un ordinateur. La lenteur avec laquelle on effectue mentalement une simple multiplication n'est en rien comparable avec les quelques dixièmes de seconde qu'exige une calculatrice pour réaliser la même opération. Même si chaque millimètre carré de notre cortex contient des milliers de neurones hautement spécialisés dans le traitement d'informations spécifiques, c'est au moins huit régions du cerveau et des milliers de circuits neuronaux qui sont mis à contribution lors d'une opération arithmétique. Grâce aux caméras à positions et autres techniques de résonance magnétique moléculaire, les chercheurs peu-

Cédérom

Le monde de Pasteur

Le monde de Pasteur. Coproduction Institut Pasteur et Microfolie's. Version PC seulement (486 ou plus, Windows 3.1 ou plus, 8 Mo, 256 couleurs). Distribution : Periodica Multimédia. 79,95 \$.

Qu'est-ce qu'on attend d'un ouvrage sur un grand scientifique ? Un survol de sa carrière, sa biographie, une description de ses principales intuitions et découvertes. Le tout bien ficelé et solidement mis en contexte. Mais un cédérom doit faire plus encore, surtout s'il est consacré à un personnage aussi immense que Louis Pasteur. Bien qu'un peu sévère à force de vouloir être exhaustif, le *Monde de Pasteur* livre la marchandise.

Conçu à partir des archives de l'Institut Pasteur, l'ouvrage nous permet de découvrir sa vie et son œuvre, mais également le contexte historique et artistique de son époque. Des dizaines de chapitres denses et fouillés nous font voir les images que Pasteur lui-

même contemplait dans son microscope et comprendre les bouleversements qui secouaient l'Europe et la communauté scientifique du XIX^e siècle.

En consultant, par exemple, le chapitre décrivant ses travaux sur les fermentations — dès 1854 et durant 15 ans, Pasteur travaillera successivement sur la bière, le vin, l'acide acétique et l'acide lactique —, on fait la connaissance d'un homme passionné par les applications de ses découvertes.

Après avoir renoncé à la peinture au tout début de sa carrière, Pasteur n'a par la suite jamais douté de sa « mission » scientifique. Il a à peine 30 ans lorsqu'il étudie la dissymétrie moléculaire. Son travail sur les fermentations lui permet alors d'identifier les

organismes aérobies et anaérobies et de mettre au point la pasteurisation.

Déjà, il commence à comprendre que des microbes spécifiques à chaque maladie sont responsables des pathologies infectieuses. C'est l'évidence même aujourd'hui; ce ne l'était surtout pas à l'époque. Dès ses premiers travaux sur les cristaux, à Strasbourg autour de 1850, jusqu'à la création des premiers vaccins, 35 ans plus tard, sa vie est une suite de mises à jour des connaissances scientifiques.

Quand Pasteur s'attaquait à un problème, c'était pour le résoudre. Ses contemporains ne s'y sont pas trompés : dès 1865, les industriels de la soie de la région de Lyon font appel à lui parce que leurs élevages de vers périclitent. Pasteur va sur le terrain, s'informe sur le cycle de reproduction, analyse les installations, les cocons, les reproductrices, puis observe leur nourriture au microscope avant de découvrir le parasite qui s'attaque aux œufs et de suggérer des solutions concrètes. En 1878 — l'année

où il identifie streptocoques, pneumocoques, staphylocoques et autres sympathiques bestioles —, ce sont les éleveurs de moutons qui le supplient de mettre un terme à la terrible maladie du charbon qui afflige leurs troupeaux. Sept ans plus tard, en 1885, on lui amènera un jeune garçon mordu par un chien enragé. On connaît la suite.

Pasteur est un géant, on ne le dira jamais assez. Il faut rappeler qu'avant lui, du temps de Claude Bernard, on soutenait encore la thèse de la génération spontanée ! Ce n'est qu'en 1862 que Pasteur vient sonner le glas de cette théorie, sous une pluie de sarcasmes, en défendant son *Mémoire sur les corpuscules qui existent dans l'air*.

Avec sa navigation à la fois simple et pleine de surprises, ce cédérom est une grande réussite. Un bémol, cependant : seuls les utilisateurs de PC pourront l'apprécier. C'est une tragédie pour les autres.

Michel Bélair

vent détecter les régions les plus sollicitées, mais sont incapables de cerner avec précision le cheminement de l'information.

La bosse des maths que Franz Joseph Gall avait cru trouver au début du XIX^e siècle n'existe donc pas. En fait, il faut beaucoup d'entraînement avant de se créer un modèle mental propice à la maîtrise de cette discipline. Mais l'auteur va encore plus loin : à partir d'expériences très concrètes sur la physiologie du cerveau, il remet en question l'enseignement des mathématiques jusqu'à prôner l'usage de la calculatrice au détriment du calcul mental!

Si Stanislas Dehaene considère que la comparaison entre le cerveau et l'ordinateur est une métaphore comique, Daniel Crevier, lui, nous met déjà en garde contre les conséquences que pourrait avoir la création de machines

DANIEL CREVIER

A la recherche
de l'intelligence
artificielle



plus intelligentes que l'homme. En nous relatant l'histoire des chercheurs américains qui, depuis les années 50, essaient de faire jaillir une étincelle d'intelligence d'un amas de circuits électroniques, ce professeur de l'École de technologie supérieure nous fait voir comment

l'évolution de l'intelligence artificielle est allée de pair avec celle de la connaissance des mécanismes de l'esprit humain. Deux routes qui se rapprochent inexorablement.

« Sommes-nous en train de créer la nouvelle espèce de vie intelligente sur Terre ? » demande l'auteur, qui nous incite à une extrême prudence. Selon lui, le cerveau conserve aujourd'hui l'avantage sur la machine puisqu'il peut traiter simultanément des millions de bits d'information à la seconde. Par contre, la création de machines à traitement parallèle, l'augmentation de la puissance de la quincaillerie informatique et l'apparition des nanotechnologies pourraient faire en sorte que les ordinateurs supplantent bientôt les performances de nos neurones.

Natalie Boulanger

La bosse des maths, par Stanislas Dehaene. Éditions Odile Jacob, 1997, 293 p., 47,95 \$.

À la recherche de l'intelligence artificielle, par Daniel Crevier. Flammarion, Nouvelle Bibliothèque Scientifique, 1996, 438 p., 45,50 \$.

À l'agenda

Au Musée de Paléontologie et de l'Évolution, (514) 933-2422

Excursions à la mer de Champlain

Une invitation à participer à des travaux de recherche sur un terrain fossilifère. Les samedis 10 mai et 7 juin prochains. Inscription : 5 \$.

Au Musée des arts et traditions populaires du Québec, à Trois-Rivières, (819) 372-0406

Voyage dans le temps

L'histoire de l'habitat et de la vie quotidienne des plus anciennes générations humaines, de l'Afrique au Québec en passant par la Sibérie. C'est une des expositions permanentes que nous propose le dernier des musées du Québec. On invite également les visiteurs à s'initier à l'archéologie.

Au Centre muséographique de l'Université Laval, (418) 656-7111

Les grands bords de la science

L'Univers, la terre, la vie et l'homme. Bref, un programme ambitieux à l'affiche pour cette exposition permanente.

Au Musée de la civilisation de Québec, (418) 643-2158

Zoom sur les miniatures

Un beau complément au dossier que vous venez de lire. L'exposition commence le 30 avril 1997 et durera presque un an.

Enfer et paradis artificiels

Alcool, café, cigarette, cannabis : ce qu'il faut savoir sur les drogues pour ne pas perdre la carte. Jusqu'au 10 août 1997.

Pour annoncer des événements scientifiques d'intérêt général, faites parvenir vos communiqués de presse à Québec Science (rubrique « À l'agenda »), 425, rue de La Gauchetière Est, Montréal (Québec) H2L 2M7. La rédaction se réserve le droit de sélectionner les événements à mettre à l'agenda.

Les Éditions SRP

Service de Recherche Pédagogique

Nouvelle maison d'édition orientée vers la diffusion d'œuvres valorisant l'être humain

Qu'est-ce que

l'intelligence?

Comment votre cerveau produit-il

la pensée?

Peut-on dissocier le degré de maîtrise de

la langue

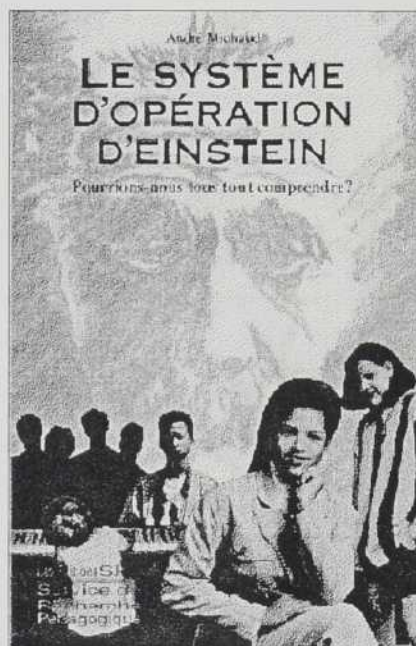
du degré d'éveil de l'intelligence?

Comment peut-on percevoir la réalité objective?

Qu'est-ce que la pensée non-verbale?

Qu'est-ce que la pensée verbale?

Quel est le rôle de la logique?



185 pages. Couverture souple. Format 20 x 13 cm.

Voyez la couverture couleur et la table des matières du livre sur notre site Internet

www.microtec.net/~srp/

Faire un chèque ou mandat poste au montant de \$22.95 à l'ordre de SRP Inc, 22 rue Godbout, Québec, Que. Canada, G1L 1T9

Tel: (418) 624 0608 Fax: (418) 624 4436
(Le livre: \$19.95 taxe incluse, emballage et poste: \$3.00)

ÉCRIRE LISIÈMENT

Veillez m'expédier aujourd'hui ma copie du livre
LE SYSTÈME D'OPÉRATION D'EINSTEIN
☐ Chèque ☐ Mandat poste

Nom:

Adresse:

no. rue

app.

ville

province

code postal

Pour commandes de l'étranger, veuillez payer en \$ U.S. avec un mandat bancaire

LES DÉBROUILLARDS

Pour les 9 à 14 ans !

vous propose en mai :

**Le kayak d'eau vive,
un sport renversant !**

Les adeptes de ce sport ne se contentent pas de descendre les rivières. Ils jouent dans les remous et font des acrobaties en utilisant les forces de l'eau.

La forêt

Depuis des millénaires, les forêts du monde contribuent à purifier l'air que nous respirons. Comment ?

L'archéologie subaquatique

Marc-André Bernier a choisi le métier d'archéologue subaquatique parce qu'il aimait l'aventure, le sport et l'histoire.

Des BD de Goldstyn et Gaboury



En plus :

Des expériences amusantes à faire à la maison, des concours, des jeux, des fiches à collectionner, la rubrique des correspondants... 52 pages de découvertes !

Les Débrouillards est en vente dans les meilleurs dépanneurs et librairies, au prix de 3,25 \$.

Pour s'abonner
(1 an, 10 numéros : 29,57 \$),
s'adresser à :

Magazine Les Débrouillards
2924, boul. Taschereau, bureau 201
Greenfield Park (Québec)
J4V 3P1

Commande téléphonique (carte de
crédit indispensable) :
(514) 875-4444 / 1 800 667-4444

Des chiffres et des jeux

par Jean-Marie Labrie

Jeu n° 21 Les chiffres font le mois

Par quel chiffre doit-on remplacer chaque lettre pour effectuer l'opération suivante ? Chaque lettre correspond à un et un seul chiffre.

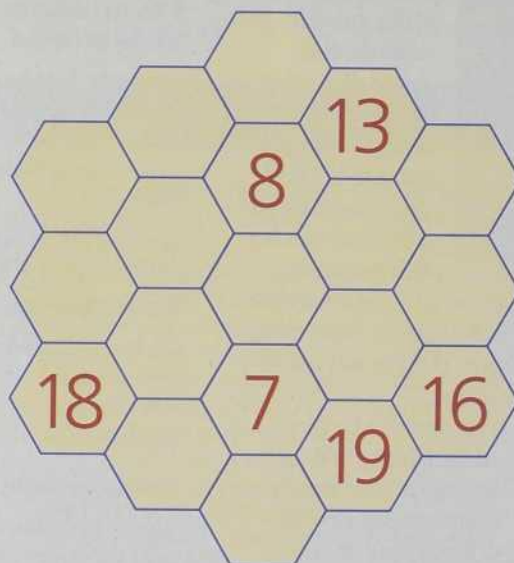
AVRIL
- MARS
JUIN

Jeu n° 22 Drôles de couples !

Soit les quatre couples suivants : (100, 1 600); (144, 1 444); (225, 1 225); (361, 961). Quel est le prochain couple ?

Jeu n° 23 L'hexagone magique

Ce jeu fut créé par Clifford Adams en 1910 le jour de son anniversaire de naissance. Il a placé les 19 premiers nombres naturels (1, 2, ..., 19) dans un hexagone de façon à ce que la somme des rangées alignées (verticales et diagonales) donne toujours 38. Dans l'hexagone ci-dessous, nous avons indiqué six nombres pour vous donner un petit coup de pouce.



Solutions d'avril

Jeu n° 19 Enquête sur une fraction

32/224, 46/322 ou 632/4424. La fraction 352/2464 n'est pas acceptée, car deux chiffres au numérateur représentent des nombres impairs.

Jeu n° 20 Mot mystère

Le mot mystère est ÉPANOUIR.

Niveaux de difficulté

● : débutant ■ : intermédiaire ◆ : expert

Il n'y a pas d'excuses scientifiques au racisme

La science — et plus particulièrement l'anthropologie — est-elle à l'origine du racisme ? En Europe, la question a provoqué des remous dans plusieurs rencontres scientifiques. Le Français Pierre-André Taguieff, philosophe et directeur de recherche au Centre national de la recherche scientifique se consacre depuis plusieurs années à l'étude du racisme. Pour l'auteur de *La force du préjugé* (Éditions La découverte, 1988) et des *Fins de l'antiracisme* (Éditions Michalon, 1995), le concept de race n'a aucun fondement scientifique. Il explique pourquoi.

Peut-on établir une filiation entre le développement des sciences et l'apparition du racisme ?

Pierre-André Taguieff : La notion de racisme au sens strict n'est valide que dans le cadre d'une certaine modernité. Contrairement à certaines thèses admises, je fais remonter cette modernité aux XV^e et XVI^e siècles, avant la fabrication du concept de race humaine comme variété d'une espèce humaine. Deux événements, liés à l'histoire de l'Occident, marquent le début de l'histoire du racisme : la découverte du Nouveau Monde et d'une altérité ayant des signes distinctifs équivoques ainsi que la théorie espagnole de la « pureté du sang », qui légitima certaines pratiques de l'Inquisition. La sacralisation de l'origine héréditaire, de l'origine raciale, se constitue à cette époque.

En outre, du XVI^e au XVIII^e siècle s'élabore en



Leopold Mendez, Vaccination, 1935

France le mythe de la supériorité raciale de la noblesse, prétendument d'origine germanique. C'est la première version du « mythe aryen ».

Aujourd'hui encore, le racisme se traduit par une répulsion vis-à-vis du métissage, ce que j'ai appelé la mixophobie dans *La force du préjugé*.

Quelles thèses récusez-vous ?

P.-A.T. : Il existe en gros deux thèses dominantes. L'une d'elles réduit le racisme à une idéologie scientifique moderne, née au XIX^e siècle (en référence à la doctrine de Gobineau ou à une vulgate évolutionniste, issue de la théorie darwinienne) et morte au milieu du XX^e siècle. C'est la position optimiste : l'antiracisme se résumerait à combattre une idéologie morte, « l'aryano-sémitisme », à en éliminer les dernières traces postnazies. Une autre thèse postule l'existence d'un ethnocentrisme

quasi inné chez les êtres humains. Le racisme, qu'il se fonde sur les classifications raciales élaborées par les anthropologues à la suite de Linné ou de Buffon, ou qu'il se confonde avec le nationalisme xénophobe, en serait la forme moderne. C'est rejoindre un réductionnisme sociobiologique, qui ferait de la lutte antiraciste une révolte morale héroïque très chrétienne. Une ascèse de tous les instants...

Dans ce contexte, l'argumentation scientifique antiraciste vous semble-t-elle pertinente ?

P.-A.T. : Le racisme n'apparaît jamais à l'état pur ; il entre en synthèse avec des mobilisations nationalistes, des entreprises impérialistes, il vient renforcer des préjugés de classe ou de caste, etc. Le racisme contemporain s'appuie beaucoup plus sur des différences culturelles, prétendument

irréductibles, que sur l'inégalité biologique des races. Si Le Pen s'en tenait à la thèse de l'inégalité des races telle que la récuse les généticiens, il ne réussirait pas à nourrir idéologiquement tant de sympathisants. Les réactions des scientifiques « durs » sont pleines de bonnes intentions, mais leur efficacité est limitée. L'autorité de la science ne saurait suffire à disqualifier une représentation sociale : la notion de race fonctionne comme mythe, comme mystique, comme représentation sociale efficace, aussi peu fondée soit-elle sur le plan scientifique. C'est pourquoi il est regrettable qu'en France, depuis les années 60-70, le racisme intéresse si peu les sciences sociales, malgré quelques explorations méritoires.

Faut-il supprimer le mot « race » ?

P.-A.T. : Cela présuppose une conception très naïve du mot : en détruisant un mot, on ferait disparaître l'imaginaire négatif qui lui est lié ! Remplacer « race » par « ethnie », « culture » ou « mentalité » reviendrait au même. La racialisation des opinions et croyances n'est pas seulement liée à l'emploi de tel ou tel mot. Il s'agit d'un phénomène beaucoup plus profond et diffus. Si l'on pouvait abolir l'imaginaire racial en supprimant quelques mots, je serais d'accord. Dans ce monde de rêve, la lutte contre le racisme ne poserait plus de problèmes difficiles. Cessons de faire de l'antiracisme utopique.

*Propos recueillis par Dominique Chouhan
Copyright : Libération*

Les *ressources* naturelles...

notre carte *maîtresse*



C'est à l'immensité et à la richesse du territoire que nous devons l'abondance de nos ressources. Mais c'est à l'ingéniosité, au dynamisme et à la rigueur des Québécoises et des Québécois travaillant dans le domaine que nous devons le reste. C'est qu'il leur appartient d'exploiter les ressources naturelles d'une manière durable, pour que les générations à venir puissent, comme nous, en profiter.



Les ressources naturelles constituent un levier pour soutenir le développement économique durable du Québec et de ses régions.

À l'aube de l'an 2000 et grâce à la maîtrise de technologies de pointe de plus en plus efficaces et performantes, nos ressources naturelles sont un atout majeur pour assurer la création et le maintien d'emplois de qualité.



Ressources naturelles
Québec