

PER  
J-69

# QUÉBEC SCIENCE

## LA MÉDECINE EN KITS

### UNE RÉVOLUTION DANS LE DIAGNOSTIC

## L'ARCTIQUE UN LABORATOIRE SUR GLACE

## LE TEMPS D'UNE VIE

## PETIT VOCABULAIRE DES BIOTECHNOLOGIES

## NOUS SOMMES DE PLUS EN PLUS GRANDS

Écriture de 2e classe, enregistrement au 100-100, port payé à Québec.  
250, Sillery, Québec, Canada G3H 2E9

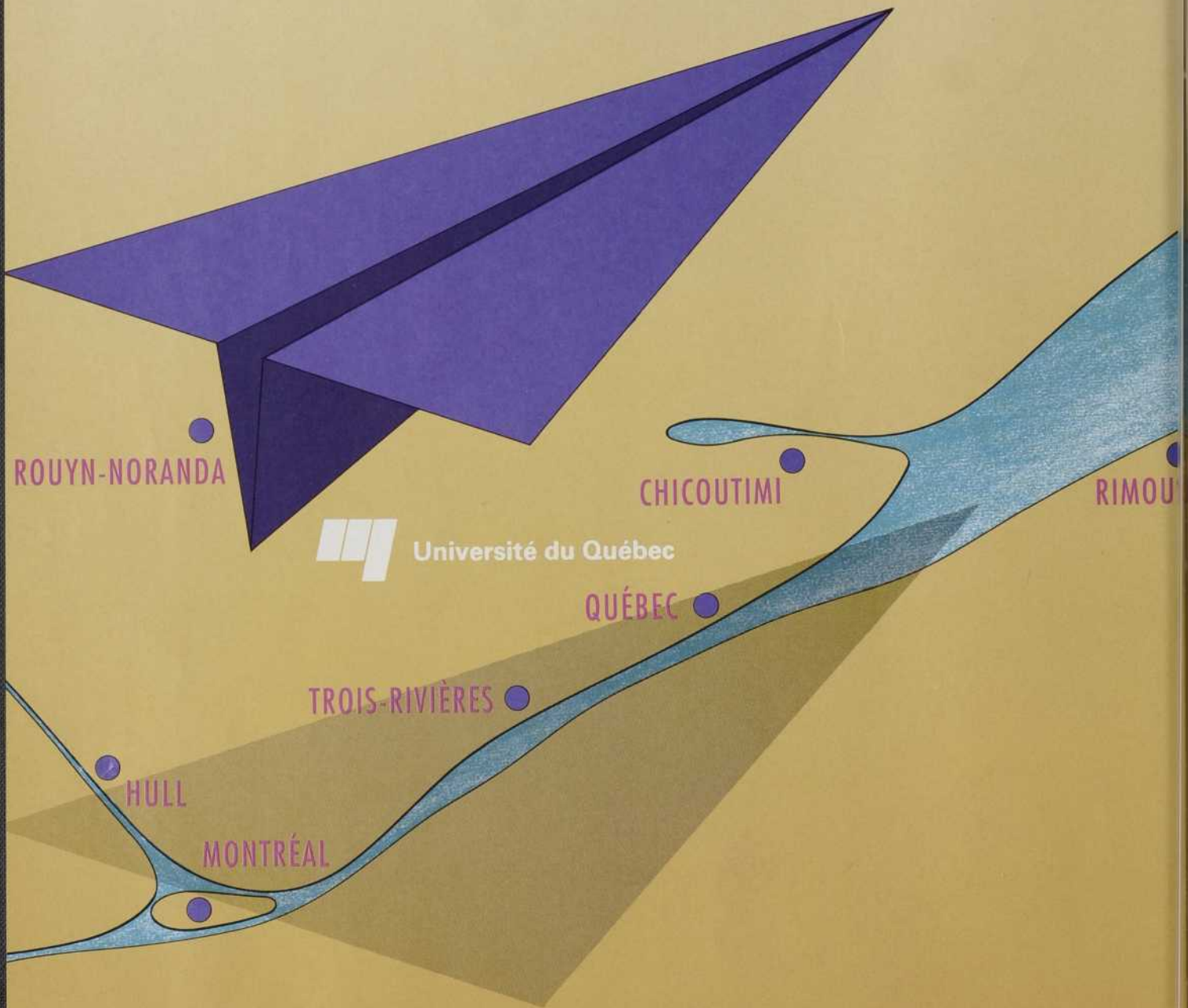


BIBLIOTHÈQUE NATIONALE QUÉBEC  
 BUREAU DÉPÔT LÉgal 01977  
 3700 ST DENIS 6 SEPT 85  
 REAL P.Q. DEC 90

# LE RÉSEAU

DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

UNE COMMUNAUTÉ UNIVERSITAIRE DE 76 000 ÉTUDIANTS / 1 900 PROFESSEURS / 2 700 CHARGÉS DE COURS  
3 000 EMPLOYÉS NON ENSEIGNANTS / 380 PROGRAMMES DE 1<sup>ER</sup> CYCLE / 124 PROGRAMMES DE 2<sup>E</sup> ET 3<sup>E</sup> CYCLES  
UN MILLIER DE PROJETS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE.



Université du Québec à Montréal / Université du Québec à Trois-Rivières / Université du Québec à Chicoutimi / Université du Québec à Rimouski / Université du Québec à Hull / Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue / École nationale d'administration publique / École de technologie supérieure / Institut national de la recherche scientifique / Institut Armand-Frappier / Télé-université.

# SOMMAIRE

## ARTICLES

### 16 La médecine en kits

*Les trousse diagnostiques grand public sont de plus en plus polyvalentes et performantes, mais pas encore infaillibles. Les médecins ont donc toujours un mot à dire.*

Par Isabelle Montpetit et Louise Gendron

### 22 Petit vocabulaire des biotechnologies

*Des acides aminés aux clones en passant par les protéines et les cellules, sans oublier l'ADN et l'ARN, un langage de plus en plus courant qu'il faut apprivoiser.*

Par Isabelle Montpetit et Louise Gendron

### 28 L'Arctique Un laboratoire sur glace

*La glace polaire renferme des informations précieuses et inédites sur le climat et l'environnement. C'est pourquoi l'Arctique est devenu le « pôle » d'attraction de nombreux chercheurs.*

Par Claire Chabot

### 36 Nous sommes de plus en plus grands

*Si la taille des habitants des pays riches ne cesse d'augmenter, aux yeux de la science, le mystère reste aussi grand, malgré les différentes hypothèses sociologiques avancées.*

Par Benoît Chapdelaine

### 40 Le temps d'une vie

*Une horloge biologique semble régler la durée de vie de tout organisme. Mais l'heure n'est toujours pas venue de connaître les raisons et les mécanismes du vieillissement.*

Par Sylvie Gourde et Ivan Lamontagne



Page 22



Page 28



Page 36



Page 40

## CHRONIQUES

### 6 MICROMÉGA

*Les macrocommandes : l'ordinateur apprend à répéter*  
Par Jean Lalonde

### 9 ACTUALITÉ

Par l'Agence Science-Presses  
*Réutiliser les déchets organiques*  
*L'essence à 2,50 \$ le litre*  
*Usines et poussières toxiques*  
*La Cadillac des bicyclettes*  
*Une technique solaire combinée*  
*L'ordinateur et les enfants handicapés*  
*Nouvelles brèves*

### 46 LA DIMENSION CACHÉE

*Le ciel à la mode « fluo »*  
Par Raynald Pepin

### 5 ENTRE LES LIGNES

### 48 EN VRAC

### 49 À LIRE

*Histoire et légendes de la supraconduction*  
*Les gènes du cancer*  
*La physique du calcul*  
*Des sorcières aux mandarines*

### 50 DANS LE PROCHAIN NUMÉRO

QUÉBEC SCIENCE, magazine à but non lucratif, est publié 11 fois l'an par les Presses de l'Université du Québec. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signées sont dus à la rédaction. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.  
Télex: 051-31623  
Dépot légal: Bibliothèque nationale du Québec  
Troisième trimestre 1989, ISSN-0021-6127  
Répertorié dans Point de repère  
© Copyright 1989 QUÉBEC SCIENCE  
PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



# FAÇONNEZ VOTRE AVENIR

## Les personnes

Les personnes qui travaillent pour Énergie, Mines et Ressources Canada, à Ottawa, profitent du même avantage : pouvoir se tailler une carrière aux horizons pratiquement illimités. Comme leurs collègues des quelque 70 autres ministères et organismes de la fonction publique, elles acquièrent une solide expérience professionnelle qui leur ouvre la voie à une carrière nationale et internationale.

Afin d'assurer à tous, sur une base égale, les mêmes chances, nous encourageons la participation équitable des femmes, des autochtones, des membres des minorités visibles et des personnes handicapées.

## Votre choix

### Chercheur(euse) scientifique (32 948 \$ - 61 284 \$)

Mener des recherches originales sur les problèmes fondamentaux de l'évolution de l'écorce terrestre et de la lithosphère, de même que participer à celles conduites dans les domaines de la géophysique de la croûte terrestre et des processus d'impact puisqu'elles ont trait à l'étude de l'évolution. Contribuer au développement des programmes de recherche.

## Votre apport

Un doctorat d'une université reconnue en sciences de la terre ou un diplôme de niveau inférieur confirmant une expérience et du travail de recherche équivalents. Une expérience comme chercheur(euse) en tectonophysique, télédétection ou modélisation mathématique et une formation pratique en cours d'emploi. De l'expérience en rédaction et présentation des résultats de recherche à la communauté scientifique, ainsi qu'une grande efficacité dans le traitement de problèmes scientifiques.

La connaissance du français ou de l'anglais est essentielle.

Les renseignements personnels sont protégés par la Loi sur la protection des renseignements personnels. Ils seront conservés dans le fichier de renseignements personnels CFP/P-PU-040.

This information is available in English.

Acheminez votre demande d'emploi avant le 15 novembre 1989, en indiquant le numéro de référence S-89-31-5873-47JG-F30, à :  
Joan Girling, (613) 996-8054, Commission de la fonction publique du Canada, 171, rue Slater, Ottawa (Ontario) K1A 0M7.

Canada



Commission de la fonction  
publique du Canada

Public Service Commission  
of Canada

# QUÉBEC SCIENCE

2875, boul. Laurier  
Sainte-Foy (Québec) G1V 2M3  
Tél.: (418) 657-3551-Abonnements: poste 2854  
Rédaction: SCIENCE-IMPACT: (418) 831-0790  
On peut rejoindre la rédaction  
de Québec Science par courrier électronique,  
au numéro Infopuq QS 00101,  
ou par télécopieur: (418) 831-0009

**DIRECTEUR**  
Jacki Dallaire

**RÉDACTION**  
La coordination rédactionnelle de  
QUÉBEC SCIENCE est effectuée par  
Les Communications SCIENCE-IMPACT  
C.S.I. ltée

**Rédacteur en chef**  
Jean-Marc Gagnon

**Adjointe à la rédaction**  
Lise Morin

**Révision linguistique**  
Robert Paré

**Recherches iconographiques**  
Ève-Lucie Bourque

**Collaborateurs**  
Jean-Marc Carpentier, Claire Chabot,  
Gilles Drouin, Bernard Duchesne,  
Claude Forand, Louise Gendron, Michel Groulx,  
Élaine Hémond, Madeleine Huberdeau,  
Jean Lalonde, Yvon Larose, Marc Ledoux,  
Félix Maltais, Danielle Ouellet, Gilles Parent,  
Raynald Pepin, Jean-Guy Rens,  
Michel Saint-Germain, René Vézina.

## PRODUCTION

**Conception graphique**  
Richard Hodgson

**Typographie**  
Raymond Robitaille

**Photo couverture**  
Brigitte Ostiguy

**Séparation de couleurs et photogravure**  
Graphiscan ltée

**Impression**  
Interweb inc.


## PUBLICITÉ ET MARKETING

Marie Prince  
2875, boulevard Laurier  
Sainte-Foy, Québec G1V 2M3  
Tél.: (418) 657-3551, poste 2842

## COMMERCIALISATION

**Abonnements**  
Nicole Bédard

**Distribution en kiosques**  
Messageries dynamiques

Membre de:  The Audit Bureau CPPA

## Abonnements

Au Canada:	Régulier: (1 an/11 nos):	28,00\$
	Spécial: (2 ans/22 nos):	49,00\$
	Groupe: (1 an/11 nos):	25,00\$
	(10 ex. à la même adresse)	
	À l'unité:	3,25\$
À l'étranger:	Régulier: (1 an/11 nos):	39,00\$
	Spécial: (2 ans/22 nos):	68,00\$
	À l'unité:	4,00\$

Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de:  
DAWSON FRANCE, B.P. 40, rue de la Prairie  
91146 Villebon/Yvette Cedex France

Pour abonnement ou changement d'adresse  
QUÉBEC SCIENCE  
C.P. 250, Sillery G1T 2R1

*Entre les lignes*

## Quand les chimères deviennent réalité

**D**ans la mythologie grecque, la Chimère était un monstre à tête et à poitrail de lion, avec un ventre de chèvre et une queue de dragon. Autrement dit: une chose impossible. Deux millénaires plus tard, on peut « fabriquer » des chimères tous les jours ou presque en greffant, par exemple, des cellules de caille sur des cellules de poulet. Il ne s'agit pas de prodiges, mais d'applications biotechnologiques relativement « simples ». Pas si « simples » cependant, lorsqu'il s'agit de les expliquer aux lecteurs de Québec Science. La jeune journaliste Louise Gendron et la diplômée en science, Isabelle Montpetit, s'en sont tirées avec brio. Petit vocabulaire des biotechnologies est essentiel pour comprendre et utiliser des termes de plus en plus courants. La médecine en kits fait le point sur le domaine où les biotechnologies ont connu leurs premières applications utiles: le domaine médical, plus précisément, les tests diagnostiques.

Ce numéro d'octobre 1989 est tout entier imprégné d'un intérêt humain exceptionnel, qu'il s'agisse de la longévité des espèces animales (dont nous sommes...) et végétales, de notre taille ou de celle de nos enfants. Il faut lire *Le temps d'une vie*, de Sylvie Gourde et Ivan Lamontagne: un article passionnant et fascinant sur un problème bien plus vieux que nous et qui, selon toute vraisemblance, nous survivra!

On pourra toujours se consoler en constatant avec le journaliste scientifique Benoît Chapdelaine, que Nous sommes de plus en plus grands. Un phénomène que la science ne peut, pour l'instant du moins, expliquer.

En avant-goût de l'hiver, un super et superbe reportage réalisé dans l'Arctique canadien par deux intrépides collaboratrices: Claire Chabot et Ève-Lucie Bourque (notre photo). L'Arctique, un laboratoire sur glace nous apprend, entre autres, qu'une île canadienne (en fait un bloc de glace ou, plus justement, une banquise) s'est détachée du continent en 1982 et dérive vers les eaux américaines et soviétiques. L'Arctique est devenu le « pôle » d'attraction de nombreux chercheurs: la glace polaire recèle des informations précieuses et inédites sur la pollution industrielle et l'évolution du climat.

Raynald Pepin, dans « La dimension cachée », a su rester dans le ton de ce numéro: il vous propose de voir les aurores boréales d'un tout autre œil cet automne. Quant à Jean Lalonde, il montre, dans « MicroMéga », comment « dresser » un micro-ordinateur à répéter des commandes par lui-même. Enfin, dans le but de rendre davantage compte de la quantité et de la qualité des publications scientifiques s'adressant au grand public, la chronique « Lu pour vous » a été repensée. Elle s'appelle maintenant « À lire » et est tout à fait comme son nom l'indique...



Jean-Marc GAGNON

par Jean LALONDE

**P**aradoxalement, le sujet de cette chronique intéressera autant les lecteurs soucieux d'efficacité que ceux dont la paresse est l'une des qualités les plus nobles. Toutes ces personnes ont une chose en commun : elles détestent travailler pour rien. Pourquoi faire soi-même ce que la machine peut faire pour nous ? Le micro-ordinateur, aide inlassable, n'a-t-il pas justement été inventé pour cela ?

L'ordinateur permet la répétition automatique de tâches courantes. Par exemple, la page titre d'un travail étudiant peut être composée une première fois, puis réutilisée autant de fois que nécessaire durant l'année. Il suffit de remplacer le titre du travail, la date de remise et, s'il y a lieu, le nom du professeur. Les coordonnées de l'étudiant et tous les éléments de mise en forme de la page, comme le centrage du titre ou le choix des caractères, n'ont pas à être précisés à nouveau. Au bureau, on ne rédigera qu'une seule fois la lettre type pour confirmer la réception des demandes d'emploi. On la copiera au fil des demandes reçues en ne modifiant que le nom et l'adresse du candidat.

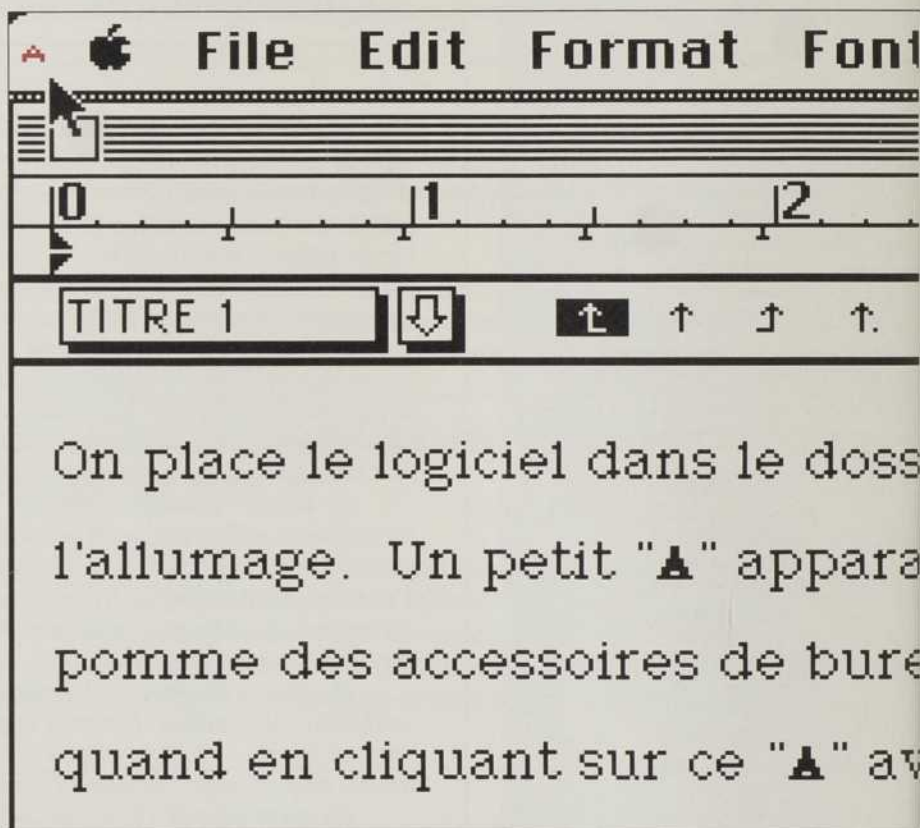
On peut trouver une foule d'exemples similaires en traitement de texte, dans la gestion des données ou dans les applications de calcul. Il s'agit de mettre au point un canevas, de le copier autant de fois qu'il le faut et d'adapter chaque copie aux besoins du moment.

#### QUAND L'ORDINATEUR APPREND PAR CŒUR

On peut cependant aller beaucoup plus loin dans l'automatisation des actions répétitives grâce aux macrocommandes. Une macrocommande est une suite d'instructions que l'utilisateur enseigne à l'ordinateur. Une fois la leçon bien mémorisée, l'utilisateur peut demander à l'ordinateur de la répéter en appuyant sur une touche ou une combinaison de son choix. Dès cet instant, l'ordinateur prend le relais et reproduit fidèlement ce qu'on lui a appris. Du point de vue de l'ordinateur et du logiciel, tout se passe comme si l'utilisateur était toujours aux commandes, à cette différence que la macrocommande est beaucoup plus rapide que ne le serait une suite de commandes distinctes données par l'utilisateur.

Les instructions enseignées à l'ordinateur, grâce à une macrocommande, varieront selon les besoins. Dans sa forme la plus simple, une macrocommande peut reproduire l'entrée au clavier d'un certain nombre de caractères. Là où ces commandes deviennent encore plus intéressantes, c'est lorsqu'on leur apprend à donner une

## Les macrocommandes : l'ordinateur apprend à répéter



*Les macrocommandes réduisent de beaucoup la répétition des tâches en informatique. Pour effectuer une opération de macrocommande avec le logiciel AutoMac III, il faut cliquer sur le petit A qui apparaît au coin supérieur gauche de l'écran.*

suite d'instructions à un logiciel. Plusieurs programmes donnent accès aux macrocommandes. Lotus 1-2-3, Excel, WordPerfect, Word (sur IBM seulement) ne sont que quelques-uns des logiciels de renom qui permettent de définir des macrocommandes. On peut, par exemple, automatiser des déplacements de colonnes ou de rangées de chiffres ou encore, en appuyant sur une seule touche, effectuer un enchaînement d'instructions courantes, comme signer une lettre, indiquer son adresse au bas de la page, sauvegarder le document, l'imprimer, puis quitter le logiciel.

#### LE LOGICIEL QUI COMMANDE

Par ailleurs, on peut utiliser des programmes utilitaires spécialement conçus pour définir des macrocommandes que l'on

pourra appliquer à n'importe quel logiciel. Un utilitaire de ce type offre plusieurs avantages. Il fonctionne de façon identique, peu importe le logiciel avec lequel on l'utilise. De plus, il permet d'automatiser des fonctions demandant plusieurs logiciels. Par exemple, une seule macrocommande pourrait définir un tableau de nombres dans un tableau électronique et le copier sur disquette, quitter le logiciel, charger un traitement de texte, y récupérer le tableau préalablement sauvegardé sur disquette, y ajouter des éléments de mise en valeur, comme un encadrement, puis imprimer le tout.

Voici une brève description de deux logiciels qui sont de bons exemples du fonctionnement général de ce type d'utilitaires : SuperKey (pour ordinateurs com-

patibles MS-DOS) fabriqué par Borland et vendu 110\$ et AutoMac III (pour Macintosh) fabriqué par Genesys MicroSoftware et dont le prix est de 100\$.

SuperKey est un programme résidant. On le met en mémoire dès l'allumage de l'ordinateur et il reste disponible, peu importe le logiciel qu'on utilise (lorsque la compatibilité le permet). En tout temps, on peut appuyer sur la touche d'appel de SuperKey (Alt-/) pour commander le début de l'enregistrement d'une macrocommande.

On doit d'abord assigner une touche à l'enregistrement de la macrocommande. Par exemple, un utilisateur peut désirer enregistrer son adresse et lui assigner la touche Alt-A. Tout ce qu'il effectuera ensuite sera enregistré dans la macrocommande Alt-A. Il écrira donc son adresse et signalera la fin de l'enregistrement de la macrocommande en appuyant à nouveau sur la touche de SuperKey Alt-/. Désormais, il pourra faire apparaître son adresse en appuyant simplement sur Alt-A.

Il convient de sauvegarder les macrocommandes sur disque, ce qui permet de les récupérer et de les modifier en cas de besoin.

SuperKey, comme tous les utilitaires de ce type, ne peut fonctionner avec tous les programmes à cause d'incompatibilités d'environnement, de restrictions de mémoire vive ou d'autres caprices parfois difficiles à identifier. Ici, seuls les essais permettront de vérifier le bon fonctionnement d'un programme de macrocommande avec l'ensemble des logiciels utilisés régulièrement.

### LA RANÇON DE LA SIMPLICITÉ

C'est reconnu, l'environnement de travail du Macintosh est plus facile à maîtriser que celui des appareils compatibles MS-DOS. Cependant, l'architecture interne du Mac est bien plus complexe. C'est très bien ainsi, car alors ce sont les concepteurs de logiciels qui doivent se casser la tête et non les utilisateurs. Par contre, le Macintosh ne facilite en rien la vie des utilisateurs de macrocommandes.

Avec MS-DOS, le logiciel utilitaire retient les touches pressées par l'utilisateur et les répète sur demande. Avec Macintosh, en plus des touches du clavier, un logiciel comme AutoMac III doit enregistrer les mouvements de la souris et retenir les menus déroulés et les objets sélectionnés (généralement représentés par des icônes) à l'aide de cette souris.

Le fonctionnement général d'AutoMac III ressemble à celui de SuperKey. On place le logiciel dans le dossier système, afin qu'il soit chargé dès l'allumage. Un petit «A» apparaîtra en haut, à gauche de l'écran, à côté de la « pomme » des acces-

soires de bureau. On commande AutoMac III n'importe quand, en cliquant sur ce «A» avec la souris.

À cause de la complexité interne du système Macintosh, AutoMac III a parfois de la difficulté à bien répéter ce qu'on lui a appris. Les macrocommandes les plus simples posent peu de problèmes. Toutefois, le risque de difficulté croît avec le nombre de commandes et de logiciels impliqués dans une opération de macrocommande. HyperCard, par exemple, surtout avec le MultiFinder peut causer des difficultés. AutoMac III n'est pas le seul utilitaire de macrocommandes avec lequel on peut connaître ce genre de difficultés. Mais, malgré ses limites, il peut être fort utile.

### QUELQUES PRÉCAUTIONS

Voici quelques recommandations qui pourraient permettre d'éviter certaines expériences pénibles. D'abord, il faut mettre au point et vérifier le bon fonctionnement des macrocommandes avec des copies de documents ou de disquettes. Si le mauvais fonctionnement d'une macrocommande affectait le document, il resterait toujours l'original. Ensuite, il faut éviter de définir des macrocommandes « destructives » (qui effacent ou modifient considérablement un texte ou des fichiers). On écarte ainsi le risque de détruire accidentellement des éléments irremplaçables. Enfin, il est important de bien noter dans quel contexte la macrocommande est définie, car le même contexte doit prévaloir lors de son utilisation. Les logiciels de macrocommandes répètent fidèlement et sans réfléchir ce qu'on leur a appris. On ne peut leur enseigner la prudence et on ne peut pas encore exiger d'eux l'intelligence! En ces matières, les utilisateurs restent les seuls maîtres.

### WORD 4.0 POUR MACINTOSH: UNE VERSION À LA PAGE



Microsoft a mis sur le marché la version 4.0 de son logiciel de traitement de texte Word pour Macintosh. Parmi les nom-

breuses nouveautés de cette version, mentionnons : les tableaux et colonnes, les liens dynamiques avec des éléments conçus dans d'autres programmes et l'écran d'édition offrant une visualisation fidèle du résultat final.

La version 4.0 permet de définir des tableaux en colonnes et en rangées, un peu comme dans un tableur électronique. Un tel tableau est constitué de « cellules », qui sont les points d'intersection entre les rangées et les colonnes. Les cellules peuvent contenir des chiffres ou du texte sur une ou plusieurs lignes. Chaque nouvelle rangée de cellules commencera une ligne plus bas que la plus longue des cellules de la rangée précédente. Les colonnes peuvent avoir des largeurs variables.

### UN ENVIRONNEMENT MULTIPROGRAMME

Une opération fréquente sur Macintosh consiste à transporter des éléments d'un programme à l'autre. Par exemple, on placera une image conçue à l'aide d'un logiciel de dessin dans un document rédigé au traitement de texte. La version 4.0 crée un lien permanent entre le dessin et le programme qui a servi à le créer. Lorsque le système MultiFinder est en place, il n'est pas nécessaire de quitter le programme de traitement de texte pour modifier un dessin. Le programme de dessin peut être utilisé en parallèle pour apporter des retouches qui seront instantanément reproduites dans le document Word. Cela est possible avec les logiciels SuperPaint (seulement avec la version accompagnant Word 4.0), MacPaint (version 1.0 seulement) et MacDraw.

La même fonction permet aussi de créer des tableaux de chiffres liés à Excel (version 1.5 et les suivantes). De cette façon, toutes les modifications apportées ultérieurement à la feuille de calcul seront mises à jour automatiquement dans Word.

### « VOIR » LA PAGE

Enfin, Word fait un pas de plus vers le vrai « WYSIWYG » (What You See Is What You Get). La pagination est maintenant automatique. La version 4.0 offre aussi un nouveau mode d'édition : la visualisation par page (« page view »). Cette méthode permet d'ajouter du texte ou de le modifier, tout en le montrant tel qu'il sera imprimé.

La nouvelle version de Word conserve et renforce les meilleurs éléments de la version précédente. La version originale anglaise, utilisée pour écrire cet article, est livrée avec WordFinder, un logiciel de lexique anglais utilisé en accessoire de bureau, AutoMac III et SuperPaint, version 1.1 MS. Elle se vend environ 300\$. Quant à la version française, elle devrait être disponible d'ici la fin de l'année.

# Les feux d'artifice : spectaculaires mais dangereux

Les feux d'artifice nous paraissent parfois si éblouissants que peu d'entre nous réalisent les dangers qui y sont reliés. Lorsque l'on songe que certains grands déploiements pyrotechniques nécessitent près de trois tonnes d'explosif et que certaines pièces, pouvant s'élever jusqu'à 300 mètres, pèsent 54 kg, on imagine plus facilement les dangers inhérents à de telles activités.

En 1972, lors des cérémonies de la Fête de la Reine à Toronto, une jeune femme de 16 ans a perdu la vie lorsqu'une pièce pyrotechnique a explosé au milieu de la foule. À la suite de cet accident, les autorités canadiennes ont revu la législation concernant les feux d'artifice et aucune autre tragédie semblable n'est survenue au Canada.

La performance du Canada en matière de sécurité pyrotechnique est vraiment remarquable. L'an dernier, dans la seule journée du 4 juillet, 8 Américains ont perdu la vie à la suite d'accidents attribuables aux feux d'artifice. En fait, peu de pays réalisent qu'une législation particulière aux feux d'artifice est nécessaire. M. Jean Bissonnette, expert en explosif à l'emploi d'Énergie, Mines et Ressources Canada, affirme qu'il a vu des Européens déployer leurs pièces sur des trottoirs et des balcons, non loin des passants.

Auparavant, n'importe quel Canadien pouvait organiser un grand feu d'artifice. Mais, depuis 1973, seuls les artificiers ayant suivi un cours donné par un spécialiste du gouvernement fédéral peuvent acheter et déployer des pièces pyrotechniques comportant un important facteur de risque. Tout organisme intéressé à organiser un déploiement pyrotechnique doit donc retenir les services d'un artificier-surveillant à qui l'on accordera l'autorité totale en matière de sécurité.

Jusqu'à maintenant, M. Bissonnette a formé plus de 16 000 artificiers-surveillants dans toutes les régions canadiennes. Ses cours amènent l'artificier en herbe à mieux connaître les différentes pièces et la manière la plus sûre de les utiliser. De plus, une attention toute particulière est accordée à la sécurité des spectateurs ; car, dans la pratique, la sécurité doit primer sur le spectacle et l'artificier, au risque de décevoir une foule impatiente, se doit d'annuler ou de retarder le lancement des pièces pyrotechniques s'il juge que les conditions sont dangereuses. De toute manière, l'artificier-surveillant n'a pas le choix, car s'il survenait un accident imputable à sa négligence, il en assumerait la responsabilité.

Les pièces pyrotechniques employées au Canada doivent être autorisées par la Loi et les Règlements sur les explosifs. La Direction des explosifs du gouvernement canadien vérifie les propriétés et les caractéristiques de toutes les pièces pyrotechniques fabriquées ou importées au Canada. La stabilité et la sensibilité des produits doivent correspondre aux normes établies. De plus, on effectue une vérification périodique d'échantillons prélevés chez les fabricants et les importateurs, question d'assurer une qualité permanente des pièces pyrotechniques. Cette pratique diminue les risques d'accidents que pourraient causer des pièces défectueuses susceptibles d'exploser en moment inopportun.

Autrefois, un grand nombre d'incendies et de blessures étaient causés par un mauvais usage des pièces pyrotechniques de divertissement à risque restreints comme les « volcans », les « pluies de feu », les « brillants », les « soleils tournant », les « fontaines » et les « chandelles romaines ». Considérées comme articles de magasin courant, ces pièces étaient très dangereuses, car elles étaient destinées aux enfants qui, par nature, ne sont pas toujours prudents. Pour faire échec à cette triste réalité, le gouvernement canadien a interdit la vente de ces produits aux moins de 18 ans et l'acheteur de ces petites pièces doit lui-même assumer la responsabilité de leur utilisation.

Chef de file en matière de sécurité pyrotechnique, le gouvernement canadien n'a pas attendu un accroissement du nombre de tragédies avant d'imposer des règles rigoureuses. Malgré ces mesures, la popularité des feux d'artifice est grandissante et le Canada est l'hôte du plus prestigieux festival de feux d'artifice au monde, celui de Montréal. Et, comme le dit si bien M. Bissonnette : « Aujourd'hui, si vous voulez attirer les foules, faites un feu d'artifice! ».

Pour de plus amples renseignements,  
adressez-vous à :

Inspecteur en chef des explosifs  
Direction des explosifs  
**Énergie, Mines et Ressources Canada**  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4



Énergie, Mines et  
Ressources Canada

Energy, Mines and  
Resources Canada

Canada

par l'Agence Science-Pressé

**T**ransformer les déchets à contenu organique en substances utiles, tel est l'un des objectifs du Centre québécois de valorisation de la biomasse (CQVB). Le Centre a fait un pas de plus vers ce rêve écologique, en signant une entente avec la firme de génie SNC.

Les deux partenaires se sont engagés à investir 3 millions de dollars dans ce domaine pendant les trois prochaines années, et à trouver d'autres partenaires pour des projets particuliers.

Un de ces projets en est presque à l'étape de commercialisation. Il s'agit d'un procédé pour transformer en huile les boues usées provenant des usines d'épuration, procédé mis au point par Environnement Canada (voir « Actualité », dans *Québec Science* de février 1989). La firme SNC s'est associée au groupe australien Campbell pour perfectionner et commercialiser cette méthode.

Le nouveau bioréacteur mis au point par trois chercheurs de l'École Polytechnique de Montréal sera lui aussi commercialisé par SNC. Conçu pour dépolluer les effluents industriels liquides, cet appareil produit également du gaz, surtout du méthane, que l'on récupère comme combustible. Ce nouveau processus de bioréaction, le plus avancé au monde, utilise des micro-organismes qui décomposent les matières organiques contenues dans les liquides pollués.

Expérimenté dans une fromagerie d'Agropur, le procédé s'est révélé efficace. Le bioréacteur serait capable de digérer d'autres types d'eaux usées, comme celles qui proviennent des usines de pâtes et papiers, des brasseries et des installations agricoles.

Lors de la signature de l'entente SNC-CQVB, le ministre de l'Enseignement supérieur et de la Science, Claude Ryan, a assuré le Centre québécois de valorisation de la biomasse du support du gouvernement du Québec pour son prochain plan triennal. À mesure que l'environnement devient un secteur rentable, de nombreuses firmes privées

## Réutiliser les déchets organiques



M. Béchara Safi, de la société de recherche SNC, et le bioréacteur. Il tient entre ses mains un prototype de ce réacteur conçu pour dépolluer et réutiliser les déchets organiques.

s'intéressent aux projets mis sur pied par cet organisme.

*Michel Marsolais*

### DES MOULES À ALZHEIMER

En 1987, plus de 150 Canadiens se sont intoxiqués en mangeant des moules. L'acide domoïque, la toxine responsable de ces empoisonnements, s'attaquerait à certaines parties du

cerveau et altérerait la mémoire. Ce procédé d'attaque présente d'étonnantes similitudes avec celui de la maladie d'Alzheimer. Dans les deux cas, c'est l'hypothalamus, la structure cérébrale responsable de la mémoire à court terme, qui est touché. Et, toujours dans les deux cas, les victimes sont des personnes âgées. Selon le Dr Jeannie Teitelbaum, de l'Institut neurologique de Montréal, l'étude du mécanisme d'attaque de l'acide domoïque pourrait permettre de mieux comprendre la maladie d'Alzheimer.

## L'ESSENCE À 2,50\$ LE LITRE !



Stéphane B. Gousse

Que diriez-vous, si, lors de votre prochain plein d'essence, le pompiste vous présentait une facture de 150\$? Constatant votre étonnement, celui-ci s'empresserait d'ajouter: « Il s'agit d'un carburant très spécial, celui-là même qui est utilisé en formule 1. » Votre déception serait tout aussi grande, une fois sur la route, de ne constater aucune amélioration des performances de votre voiture.

Convaincu qu'il s'agit d'une fraude, vous retourneriez demander des explications à votre pompiste. C'est tout à fait normal, vous dirait-il, l'essence de formule 1 possède un indice d'octane de 102, contre un indice de 95 à 97 pour les carburants commerciaux. Pour en tirer réellement profit, il faudrait augmenter le taux de compression de votre moteur, ce qui améliorerait ses performances.

Par contre, l'inverse serait désastreux. Si l'on mettait de l'essence ordinaire dans un moteur de formule 1, celui-ci ne résisterait pas plus d'un tour ou deux. En effet, le déficit d'octane entraînerait une combustion incontrôlée du mélange air-essence: la détonation. Suivrait une élévation de la température des pistons et des soupapes, ce qui provoquerait inévita-

*Le pilote brésilien Ayrton Senma pourrait avoir été victime d'une rupture de moteur causée par l'essence, lors du Grand prix Molson en juin dernier, à Montréal.*

blement la rupture du moteur. Comme le mentionnait Dominique Savary, responsable de la compétition chez ELF (l'un des principaux fournisseurs de carburant pour les formules 1): « Un carburant ne peut faire gagner une course. En revanche, il peut la faire perdre. »

Bien qu'elles soient de plus en plus rares, les ruptures de moteurs causées par l'essence sont toujours possibles. C'est pourquoi les équipes de formule 1 sont si exigeantes en ce qui a trait à la qualité du carburant qu'elles utilisent. Les compagnies pétrolières, associées aux différentes écuries, emportent dans leur périple autour du monde des carburants qu'elles adaptent aux particularités des différents circuits des Grands prix. De plus, elles travaillent en étroite collaboration avec les motoristes pour définir des carburants inédits, adaptés aux exigences des moteurs en continuelle évolution.

Une autre particularité des formules 1 est qu'elles utilisent, depuis

plus de trois ans, de l'essence sans plomb. Détrompez-vous, ce n'est pas pour des considérations environnementales, mais pour éviter certains problèmes techniques que peut causer la présence du plomb dans l'essence.

Depuis la généralisation de la gestion électronique des moteurs, des sondes sont placées dans le circuit d'échappement afin de mesurer le rapport air-essence des gaz. Or le plomb présent dans l'essence ordinaire détruit ces sondes. Comme le fait remarquer M. Savary d'ELF, « cette nouvelle contrainte a pour effet de faire progresser nos recherches sur ce type de carburant ».

Vous trouvez que votre voiture consomme trop? Consolez-vous: une formule 1 nécessite de 60 à 70 litres pour parcourir 100 kilomètres, ce qui fait environ 200 à 220 litres d'essence par course. À environ 2,50\$ le litre (coûts justifiés par la recherche et une production à petite échelle), faire le plein d'une formule 1 revient donc à... 550 \$.

Bruno Gilbert et Stéphane B. Gousse

## DES PERLES MULTICOLORES ET... CANADIENNES

Sans l'aide de la moindre huître, le Canada s'apprête à entrer de plain-pied dans la lucrative culture des perles. Le Dr Péter Fankboner, de l'Université Simon Fraser, à Vancouver, a commencé la culture commerciale de perles provenant de l'ormeau. Ce grand mollusque, aussi appelé « oreilles-de-mer », peut produire des perles multicolores. Les ormeaux sont ensemencés avec un morceau rond de lucite, une sorte de plastique très dur. Huit mois plus tard, la perle est prête à cueillir. Le Dr Fankboner pense pouvoir vendre ces perles d'ormeaux plusieurs centaines de dollars l'unité. Seule ombre au tableau: le scientifique a encore de la difficulté à obtenir des perles bien rondes.

## USINES ET POUSSIÈRES TOXIQUES

Grâce à un nouveau procédé d'analyse, il est désormais possible d'identifier et de quantifier les poussières toxiques dans l'air des usines de métaux. Ce procédé a été mis au point par l'équipe du professeur Marcel Baril, de l'Université Laval, en collaboration avec le chimiste Guy Perrault, de l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST).

La première étape consiste à prélever des échantillons d'air dans l'usine. On utilise un système d'aspiration relié à une série de filtres de grosseurs différentes, ce qui permet de quantifier les poussières selon leur dimension. « Plus leur diamètre est petit, fait remarquer M. Perrault, plus les particules peuvent pénétrer profondément dans le système respiratoire du travailleur. » On peut donc savoir si les particules en suspension dans l'air vont atteindre les poumons ou demeurer coincées dans les bronches ou dans le nez.

Toutes les poussières ne sont pas dangereuses. Pour vérifier leur toxicité, on utilise un microscope électronique à balayage, doublé d'un analyseur de rayons X. Cet appareil permet de visualiser chacune des particules. Selon la forme observée, il est possible de reconnaître non seulement les éléments chimiques (par exemple, le plomb, le cuivre, etc.), qui composent la particule, mais aussi la façon dont ces éléments sont combinés.

Pour accroître la précision, le procédé du professeur Baril pousse plus loin l'analyse, grâce au spectromètre de masse à bombardement ionique. « Avec cet instrument, explique M. Baril, on bombarde les particules comme on bombarderait un édifice. Évidemment, au lieu d'en voir sortir des meubles, on voit plutôt sortir des particules toxiques. Cette information nous permet de mieux connaître tout le contenu des particules. »

Utilisée dans cinq fonderies du Québec, cette méthode d'analyse a déjà donné lieu à des recommandations qui ont été suivies d'actions visant à réduire la présence de poussières nocives.

Au Québec, plus de 2000 personnes œuvrent dans le secteur primaire des métaux. En 1984, on y signalait 317 cas de maladies professionnelles soit, toutes proportions gardées, sept fois plus que dans le secteur de la construction. Les principaux problèmes observés sont les affections du nez, du pharynx, de même que le cancer du poumon.

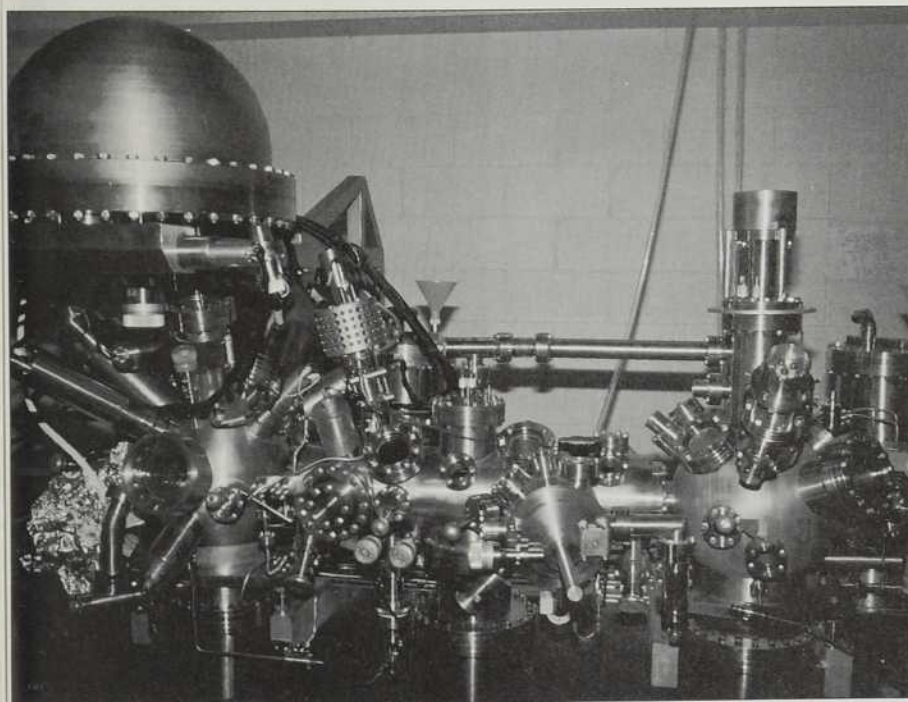
*Lyne Lauzon*

## RADIOTÉLESCOPE EN CHÔMAGE



Conseil national de recherches du Canada

Le radiotélescope du parc Algonquin, en Ontario, inutilisé depuis 1986, est menacé de fermeture définitive. Pour éviter cela, les responsables tentent actuellement d'inciter la NASA à l'utiliser dans le cadre de son programme de recherche d'une intelligence extraterrestre, programme qui prévoit l'écoute radio de quelque 800 étoiles comparables à notre Soleil. Mais la concurrence est rude avec d'autres radiotélescopes installés ailleurs dans le monde. Par ailleurs, un autre projet de collaboration, avec l'Union soviétique cette fois, est également à l'étude. La proposition soviétique prévoit la mise en orbite de satellites destinés à étudier divers phénomènes astronomiques. Le radiotélescope canadien pourrait alors servir à la réception des données.



L'analyseur des éléments métalliques contenus à la surface et au cœur des particules de poussières permet aux chercheurs de préciser les mécanismes de protection pulmonaire.

IRSST

## LA CADILLAC DES BICYCLETTES

Les cadres de bicyclette sont au cœur d'une petite révolution technologique. Il y a deux ans, les firmes américaines Klein et Cannondale innovaient avec des cadres entièrement en aluminium. Faits de tubes de tailles différentes, ces bicyclettes soulevèrent l'enthousiasme. Leur avantage: une grande rigidité, ce qui élimine les pertes d'énergie par torsion. Les efforts des cyclistes sont donc presque entièrement convertis en vitesse.

L'an dernier, la firme californienne Cycle Composites a lancé le Kestrel, un cadre fait de résine d'époxy, de fibre de carbone et de polyéthylène, et moulé d'une seule pièce. Son poids: à peine un kilo et demi, soit 25 % de moins que les cadres faits des meilleurs alliages.

Cependant, le principal avantage d'un tel cadre n'est pas sa légèreté, mais bel et bien sa rigidité. Lorsqu'on roule à bicyclette, à chaque coup de pédale, une partie de l'énergie dépensée ne se rend pas à la roue arrière: cette énergie est plutôt transmise au cadre, qui se déforme imperceptiblement. Or, plus un cadre est rigide, moins il « vole » d'énergie.

Un autre avantage de ce type de cadre, c'est qu'en dosant les ingrédients différemment, on obtient pour chaque partie du cadre les caractéristiques optimales recherchées: beaucoup de rigidité autour du pédalier, une meilleure résistance aux vibrations dans le triangle arrière du cadre (là où sont transmises les vibrations de la route), etc.

Le Kestrel est déjà distribué au Québec dans quelques boutiques spécialisées, mais son prix reste à la mesure de son avance technique: environ 3 000 \$... rien que pour le cadre.

La compagnie Klein, qui est associée au Massachusetts Institute of Technology, a également produit une bicyclette faite de fibres de bore avec mandrins d'aluminium. En Europe, la firme suédoise Itera a opté pour le plastique... mais les cyclistes

d'élite ont trouvé ces cadres « mous ». La compagnie française Éclipse a aussi mis sur le marché un cadre de fibres de carbone et de kevlar.

Les métaux ne sont pas abandonnés pour autant. Le titanium reste

---

*Le cadre de bicyclette Kestrel doit ses grandes qualités aux matériaux composites qui entrent dans sa fabrication.*



## UNE TECHNIQUE SOLAIRE COMBINÉE

« Le système de préchauffage solaire de l'air de ventilation, installé à l'usine Ford d'Oakville, en Ontario, permet des économies de près de 30 000 \$ par an », affirmait dernièrement M. Benoît Bergevin, ingénieur de l'INRS-Énergie, lors d'un colloque sur l'énergie solaire, à Montréal.

Dans certaines usines, les normes de santé au travail exigent que l'air soit renouvelé plusieurs fois par jour, ce qui occasionne des frais de chauffage importants. D'où l'intérêt de cette technique solaire simple, combinée à un système de ventilation original. L'ingéniosité du nouveau système, en effet, est d'utiliser un mur à double paroi dont l'une, transparente, laisse passer les rayons solaires et l'autre, noire, capte la chaleur.

prometteur, mais les techniques de soudure relèvent presque de la science-fiction (soudure au plasma ou autre).

Parmi les autres innovations, dans le monde de la bicyclette, notons les pédaliers elliptiques, les freins hydrauliques, les systèmes de changement de vitesse automatiques et les pneus sans air.

Michel Marsolais

L'air frais entre par le bas du mur et se retrouve emprisonné entre les deux cloisons où il se réchauffe par effet de serre à mesure qu'il monte. L'air préchauffé est ensuite redistribué dans l'usine par un réseau de tubes perforés. Selon M. Bergevin, ce système évite les problèmes de stratification (lorsque l'air chaud reste en haut et l'air froid, en bas), ce qui crée des conditions de vie désagréables pour les travailleurs. L'été, pour éviter les surchauffes, l'air entre directement dans le système de ventilation sans passer par le « mur solaire ».

« À long terme, ce type d'installation est rentable », soutient M. Bélanger, distributeur du système. « Le problème, c'est le montant élevé qu'il faut déboursier au départ. La plupart des industriels hésitent donc à installer le système, malgré les promesses d'économie. »

Marie-France Turcotte

## L'ORDINATEUR ET LES ENFANTS HANDICAPÉS

L'ordinateur s'est taillé une place jusque dans les classes pour enfants handicapés. « Et les enfants en raffolent ! » s'exclame Jean Chouinard, du Centre Apo-Québec, un organisme relié au ministère de l'Éducation.

Selon M. Chouinard, l'ordinateur se révèle un instrument d'apprentissage majeur pour les jeunes handicapés auditifs, physiques et visuels. « Faute de méthodes d'enseignement adéquates, ces élèves accumulaient des retards scolaires importants, si bien qu'ils étaient souvent classés, à tort, avec les déficients mentaux », a-t-il expliqué lors du récent congrès international sur les troubles de l'apprentissage et la rééducation tenu à Montréal.

Les déficients auditifs ont beaucoup de difficultés à structurer des phrases correctes, car ils n'ont pas de pensées phonétiques et le langage des signes qu'ils emploient repose sur une grande économie de mots. « Au secondaire, leur vocabulaire est d'environ 200 mots, comparativement à 2000 pour un élève normal. L'ordinateur les aide à réduire cet écart », de dire le chercheur.

Les enfants souffrant d'un handicap physique profitent aussi des avantages des nouveaux outils technologiques. Dans plusieurs classes spécialisées, on utilise la machine à écrire pour l'apprentissage de l'écriture. Mais cette méthode est souvent frustrante pour l'élève : problèmes de manutention des feuilles, erreurs de frappe difficiles à corriger, etc. Avec l'ordinateur, les erreurs n'ont rien de dramatique puisqu'il est facile de les rectifier. « L'enfant est plus motivé pour travailler et faire ses devoirs, souligne Jean Chouinard. Plusieurs professeurs nous ont confié qu'après avoir utilisé l'ordinateur, les élèves ne voulaient plus rien savoir du crayon ou de la machine à écrire ».

Même les enfants handicapés visuels peuvent profiter de nouvelles

techniques d'apprentissage puisqu'on utilise des synthétiseurs de voix. L'ordinateur peut donc avertir l'enfant lorsqu'il commet une erreur dans un problème ou dans la structure d'une phrase. « Il existe aussi des logiciels en braille, mais ce langage est trop abstrait pour certains élèves ayant des difficultés d'apprentissage, estime le chercheur du Centre Apo-Québec. Par contre, la synthèse vocale sur ordinateur est non seulement un outil pédagogique mais aussi un outil d'intégration sociale : peu de gens connaissent le braille, mais tout le monde comprend le français. »

*L'ordinateur s'avère un instrument d'apprentissage attrayant et exceptionnel pour les jeunes handicapés physiques.*

Des ordinateurs avec vidéodisque interactif sont aussi expérimentés actuellement pour venir en aide aux enfants souffrant de déficience mentale.

L'utilisation des ordinateurs dans les classes d'enfants handicapés se heurte cependant à de nombreux obstacles : coûts élevés de l'équipement, manque de logiciels didactiques, etc. Mais, selon M. Chouinard, l'ordinateur ouvre de nouveaux horizons aux jeunes handicapés. Et, avec un nombre croissant d'emplois relié à l'utilisation de l'ordinateur, ces jeunes auront sans doute une chance supplémentaire de se tailler une place, plus tard, sur le marché du travail

*Michel Marsolais*



Centre Apo-Québec

## DES LEVURES DÉTECTENT LES SUBSTANCES CANCÉRIGÈNES

Un test simple, peu coûteux et rapide a été mis au point pour détecter les agents cancérigènes. Il est le résultat de la collaboration entre le Dr R.D. Mehta, scientifique albertain, et des chercheurs de l'Université de Rochester et de la compagnie GeneBioMed inc. On expose à des agents chimiques des levures dont les gènes ont été trafiqués. Puis on les place dans un milieu de culture déterminé. Si les levures se multiplient,

alors l'agent chimique est cancérigène. Ce test a l'avantage de repérer des agents cancérigènes indétectables avec les tests traditionnels. Quelques années seront toutefois nécessaires avant que ce test ne soit disponible. Les chercheurs doivent d'abord s'assurer qu'il n'est sensible qu'aux produits cancérigènes. En attendant que les levures prouvent leur efficacité, on devra s'en tenir aux tests conventionnels.

## L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

L'abbé Alphonse Tardif, professeur de physique et d'informatique au Collège de Lévis, a remporté le prix d'excellence pour l'enseignement des sciences de l'ACFAS, commandité par Northern Telecom. Ce prix souligne l'impressionnant travail de vulgarisation scientifique réalisé, depuis près de 30 ans, par l'abbé Tardif. Il a, entre autres, participé activement à la création de l'observatoire astronomique du Collège et dirigé de nombreux projets d'exposciences.

## LE PRIX DE L'ACCT

L'Agence de coopération culturelle et technique (ACCT) a décerné son premier prix de l'innovation en industrie de la langue à l'équipe de Douglas O'Shaughnessy, de l'INRS-Télécommunications. Cet honneur souligne la qualité du travail de l'équipe récipiendaire sur la synthèse de la parole et la mise au point de l'ordinateur parlant LOQUAX.

## RÉCUPÉRATION

Après cinq années d'existence et un milliard de contenants de bière et boissons gazeuses recyclés, le Fonds québécois de récupération (FQR) a lancé une campagne de communication ayant pour thème Faire sa part, moi je récupère. La campagne précédente, à l'été 1988, avait permis de dépasser le cap des 60% de contenants recyclés. Cette année, le Fonds espère atteindre la barre des 70% en sensibilisant la population et en faisant la promotion de la consignation des contenants.

## LA SEMAINE DES SCIENCES

La neuvième édition de la Semaine des sciences se tiendra du 4 au 12 novembre 1989. Sous le thème Mon amie la science, mon amie l'industrie, cette semaine soulignera l'importance actuelle et future des sciences, de la technologie et de l'industrie. Un grand nombre d'activités sont prévues un peu partout au Québec. Surveillez la presse locale ou téléphonez à la Société de la Semaine des sciences au (514) 252-3143.

## LA CHAIRE HERBERT BLACK

Un important don de Herbert Black, président de l'American Iron & Metal Company, a permis à l'Université McGill de fonder une chaire d'oncologie chirurgicale dont le Dr Richard Margolese sera titulaire. Le Dr Margolese s'est déjà signalé par ses travaux qui ont permis l'élaboration d'un protocole de traitement du cancer du sein ne nécessitant pas l'ablation.

## LE PLUVIER SIFFLEUR

Le Service canadien de la faune (SCF) a mis sur pied un programme de protection du pluvier siffleur, une espèce d'oiseau menacée de disparition. Le SCF agit de concert avec le Mouvement pour la valorisation du patrimoine naturel des Îles-de-la-Madeleine, dernier refuge du pluvier siffleur.



## SAUVEZ LES DAUPHINS

Pour des raisons inconnues, le thon à nageoires jaunes se masse souvent sous les troupes de dauphins. Certaines pratiques de pêche au thon ont comme conséquence une extermination quasi systématique des dauphins, à un point tel que Greenpeace craint pour la survie de trois espèces. Le groupe environnementaliste se propose d'intervenir et fait appel à votre générosité et à votre soutien :

Greenpeace  
5611, rue Clark, 4<sup>e</sup> étage  
Montréal (Québec)  
H2T 9Z9

## FEMMES ET ENVIRONNEMENT

Une recherche sur le thème Femmes et environnement est présentement en cours à l'Université Laval et sollicite la collaboration de femmes qui œuvrent dans le domaine de la protection de l'environnement, que ce soit au sein d'organisations, de groupes ou de réseaux d'intervention. Cette recherche vise à connaître l'intérêt et l'engagement des ces intervenantes en matière environnementale par le biais d'un questionnaire d'enquête. La participation de toutes les femmes qui interviennent dans ce domaine serait grandement appréciée. Les intéressées sont priées d'écrire à l'adresse suivante :

Projet Femmes et environnement  
École d'architecture, Université Laval  
Cité universitaire, Sainte-Foy  
G1K 7P4

## ACCORD IRCM-PASTEUR

L'Institut de recherches cliniques de Montréal et l'Institut Pasteur ont signé un protocole de collaboration scientifique. Cet accord prévoit des échanges suivis dans le secteur de la recherche biomédicale et biotechnologique, notamment sur le cancer, le sida, la chimie du cerveau, l'immunologie et l'hypertension.

## LA NASA À L'ÉCRAN

L'Institut canadien de l'information scientifique et technique a conclu un accord avec la NASA pour permettre aux Canadiens de consulter la base de données en aérospatiale de l'agence américaine.

Pour informations:  
Michael Brandreth  
(613) 993-3234

## COLLECTE SÉLECTIVE

Le nouveau Fonds québécois d'implantation de la collecte sélective et de réduction des déchets solides regroupe déjà plus de 400 entreprises qui ont accepté de participer activement à la gestion intégrée des déchets. Le Fonds, qui espère compter sur une somme de 100 millions de dollars pour sept ans, a pour objectif de recycler 35% du volume des déchets.

# 250 CHAMPIGNONS DU QUÉBEC ET DE L'EST DU CANADA

MAURICE THIBAUT

# 250 CHAMPIGNONS DU QUÉBEC ET DE L'EST DU CANADA



ÉDITIONS DU TRÉCARRÉ

par

**MAURICE THIBAUT**

CE GUIDE de poche est un outil pratique qui facilitera aux mycologues amateurs l'identification et la reconnaissance des principaux champignons comestibles et vénéneux. Il permettra aux gastronomes de profiter de belles saisons de cueillette.

315 pages • 19,95 \$  
photos couleurs

Index de noms scientifiques  
Index de noms français  
Glossaire et guide d'identification

ÉDITIONS DU TRÉCARRÉ

817, rue McCaffrey  
St-Laurent (Québec) H4T 1N3  
Téléphone: (514) 738-2911  
Télécopieur: (514) 738-8512

# Procurez-vous la reliure QUÉBEC SCIENCE



*Cette reliure vous permet de conserver soigneusement  
12 numéros de Québec Science et de les consulter  
de manière pratique et rapide.*

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_

Je désire recevoir:

1 reliure  7,50 \$ (taxe incluse)

3 reliures  18,50 \$ (taxe incluse)

5 reliures  27,00 \$ (taxe incluse)

Hors Canada, veuillez ajouter 10% pour frais d'expédition.

Faites votre chèque à l'ordre de:

**QUÉBEC SCIENCE, 2875, boul. Laurier, Sainte-Foy (Québec)  
G1V 2M3 Tél.: (418) 657-3551, poste 2854**

# LA MÉDECINE EN KITS

par Isabelle MONTPETIT et Louise GENDRON

**Tests simples, résultats immédiats, discrétion garantie : voilà les avantages de l'utilisation des trousse diagnostiques. Mais cette médecine du diagnostic ultrarapide est-elle fiable ?**

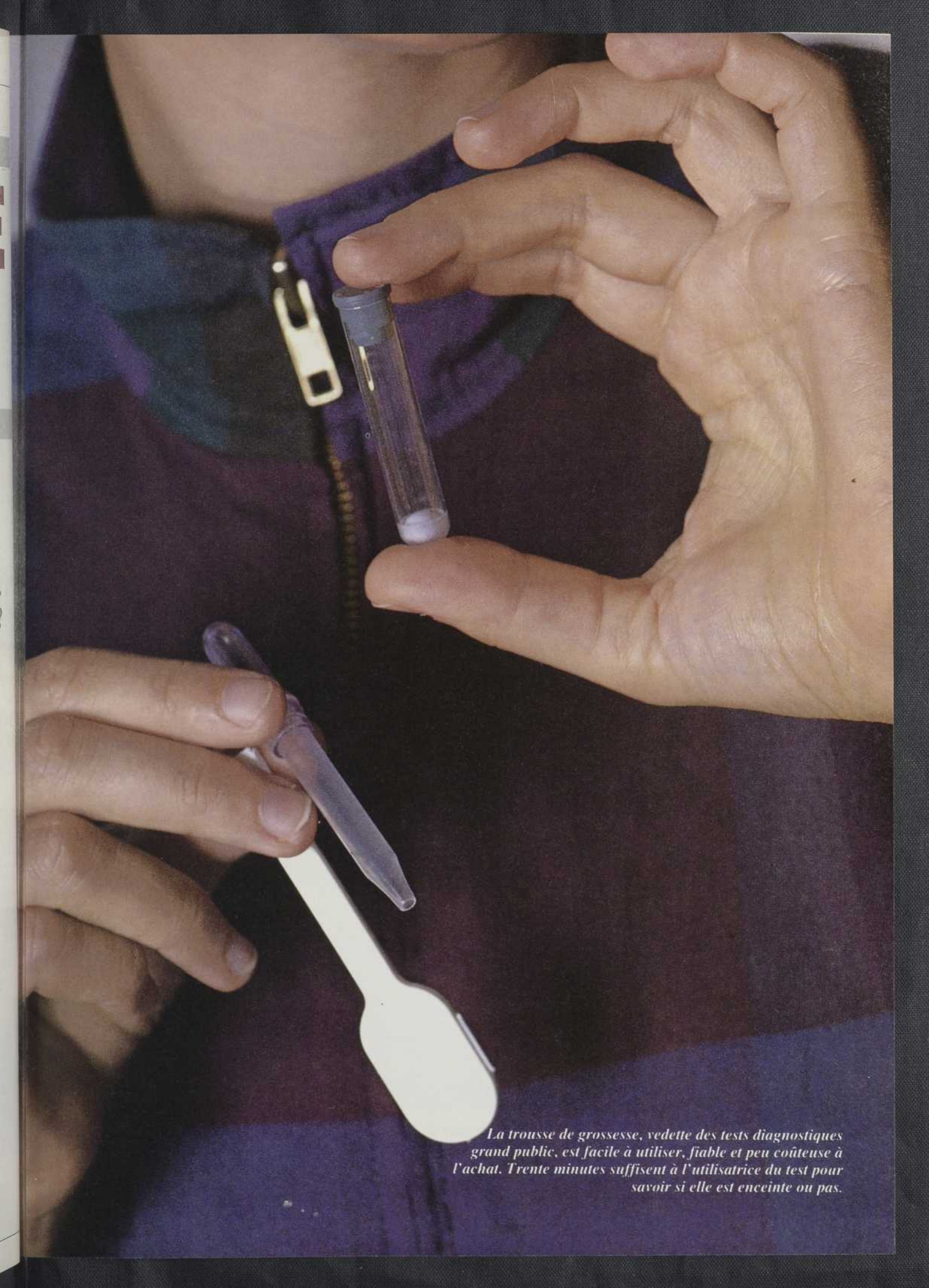
**E**nceinte, oui ou non ? Hélène, pleine d'espoir, consulte fiévreusement son calendrier. Une semaine la sépare encore de ses menstruations tant redoutées. Impatiente, elle se précipite chez son pharmacien et achète un test de grossesse, qu'elle fera dans l'intimité de sa salle de bains. Trente minutes plus tard, elle est fixée : c'est oui. Ce soir, petit souper aux chandelles « pour fêter ça »...

Il y a moins de 10 ans, Hélène aurait connu deux semaines supplémentaires d'angoisse. Il fallait alors attendre 12 jours après la date prévue des menstruations pour porter son échantillon d'urine à la pharmacie du coin, et tourner deux heures autour du téléphone avant d'obtenir les résultats... dont le pharmacien avait la primeur.

Le test de grossesse est la vedette des trousse diagnostiques grand public, la médecine en « kits ». Ce test n'est cependant ni le seul ni le plus récent ; depuis plus de 30 ans, les diabétiques utilisent de telles trousse pour mesurer leur taux de glucose. Mais, ces dernières années, les trousse existantes se sont perfectionnées et de nombreux produits ont fait leur apparition sur le marché.

## DES TROUSSES À TOUT FAIRE

Il y a quatre ans à peine, les candidates à l'insémination artificielle devaient faire régulièrement la navette entre leur domicile et l'hôpital, afin de passer l'échographie permettant de déterminer le moment de leur ovulation.



*La trousse de grossesse, vedette des tests diagnostiques grand public, est facile à utiliser, fiable et peu coûteuse à l'achat. Trente minutes suffisent à l'utilisatrice du test pour savoir si elle est enceinte ou pas.*

Une trousse maison remplace maintenant cette procédure ennuyeuse et peu pratique.

« La trousse est très fiable et très simple d'utilisation », commente le Dr Claude Duchesne, chef du Département d'obstétrique de l'hôpital Saint-Luc. « Trente-six heures environ avant l'ovulation, une hormone est libérée dans l'organisme et le test permet de détecter sa présence dans l'urine de la patiente. Facile à lire (le réactif change de couleur en présence de l'hormone), le test est même plus efficace que l'échographie dont l'interprétation est difficile. Le résultat du test maison s'obtient en quatre minutes, plus de 30 heures avant l'ovulation, ce qui donne le temps de planifier la venue de la patiente à l'hôpital. L'insémination est donc pratiquée au moment qui offre les meilleures chances de succès. »

Les tests d'ovulation et de grossesse sont à base d'anticorps monoclonaux qui, mis au point en 1975 par une équipe américaine, ont produit une véritable révolution dans les méthodes diagnostiques. Très précis, ils permettent la détection de différences subtiles entre molécules d'une même famille. Un anticorps monoclonal pourra ainsi distinguer le virus de l'herpès génital de celui de l'herpès buccal, ce qui facilite d'autant le traitement.

Techniquement, les possibilités diagnostiques offertes par les anticorps monoclonaux sont à peu près illimitées. Toutes les maladies infectieuses, comme celles qui sont transmissibles sexuellement, certaines maladies urinaires, la tuberculose, le sida et certains cancers peuvent être détectés de cette façon.

### UN KIT À TOUTE ÉPREUVE

Toutes ces trusses ne seront cependant pas disponibles en pharmacie la semaine prochaine. De nombreux problèmes viennent en effet limiter leur développement. En laboratoire, les analyses sont effectuées par des techniciens professionnels, dans des conditions idéales et des milieux contrôlés. Et tous ces laboratoires possèdent des instruments capables de mesurer précisément les résultats d'une analyse. Chez M. et Mme Tout-le-Monde, les

## LES ANTICORPS MONOCLONAUX

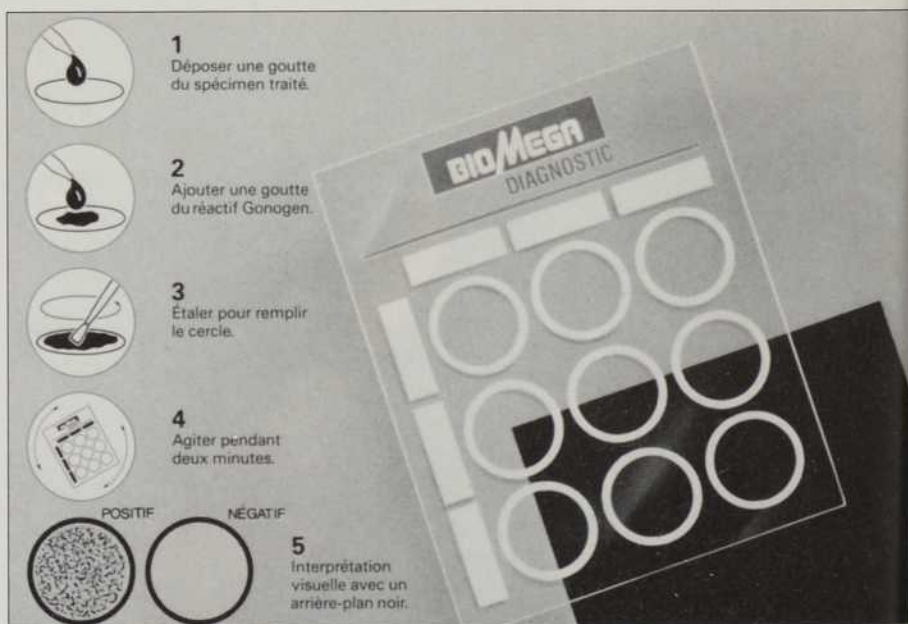
**L**es anticorps monoclonaux appartiennent à la grandissante famille des produits issus des biotechnologies.

Quand un corps étranger (un virus ou une bactérie, par exemple) s'introduit dans un organisme, ce dernier produit des anticorps capables de reconnaître l'ennemi, de s'y fixer et de le détruire. Cette propriété qu'ont les anticorps de reconnaître des antigènes (ou substances étrangères) ou d'autres anticorps peut être reproduite à l'extérieur du corps humain, et on l'utilise depuis longtemps pour détecter la présence d'un anticorps ou d'une infection dans un échantillon (sang ou urine). C'est le diagnostic immunologique.

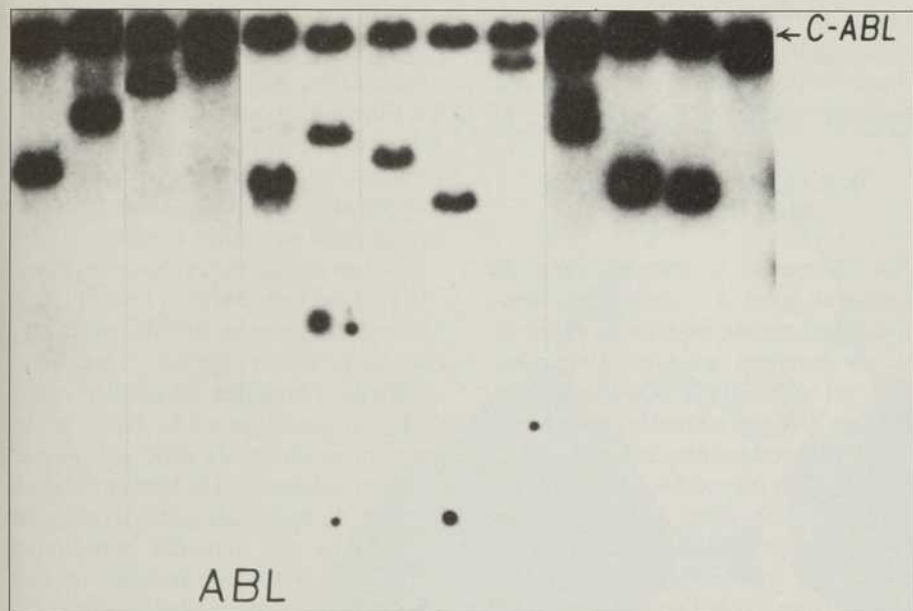
Traditionnellement, on obtenait les anticorps en injectant le corps étranger (ou antigène) à un animal (lapin ou souris) et en recueillant ensuite les anticorps produits par l'animal. Cette méthode comportait cependant de nombreux inconvénients. D'une part, l'organisme

produit toujours un ensemble d'anticorps, chacun étant capable de reconnaître une partie de l'agent étranger, chacune de ces parties pouvant apparaître chez un autre agent. D'autre part, la qualité des anticorps produits variait d'un animal à l'autre et même d'une fois à l'autre chez le même animal.

Les anticorps monoclonaux ont réglé ces deux problèmes. Plutôt que de recueillir le sérum de la souris, on prélève dans la rate de l'animal les lymphocytes B, responsables de la production des anticorps. En fusionnant ces cellules avec des cellules de myélome (cellules cancéreuses), on les rend « immortelles ». On sélectionne ensuite les cellules en fonction de l'anticorps qu'elles produisent, puis on met au travail le clone ainsi obtenu. Le laboratoire se retrouve donc en possession d'une colonie de cellules immortelles qui produisent à l'infini un anticorps très pur et de qualité constante. C'est l'anticorps monoclonal.



*Ce test utilisé dans le cabinet du médecin pour diagnostiquer la gonorrhée repose sur l'action de l'anticorps monoclonal qui reconnaît rapidement et efficacement la présence de l'infection dans un échantillon de sang. Les anticorps monoclonaux ont permis de raffiner et d'élargir la gamme des trusses diagnostiques.*



Yves Poirier / Institut de recherches cliniques de Montréal

*Autoradiogramme montrant le gène normal ABL détecté à l'aide d'une sonde moléculaire radioactive. Dans chacune des parties (lanières) de ce schéma, on a détecté des tumeurs qui sont illustrées par des petits points. Le tissu normal ne se retrouve que sur la dernière lanière, à l'extrême droite.*

conditions sont passablement différentes. Un test qui comporte plusieurs étapes et des manipulations délicates, et dont les résultats sont difficiles à lire, ne lui sera d'aucune utilité. La trousse maison doit être simple à utiliser; le résultat doit se lire à l'œil nu et ne pas laisser place au doute. Bref, le test doit être pratiquement impossible à rater. Les spécialistes parlent alors d'une trousse « idiotproof »!

Pierre Du Ruisseau, vice-président à la recherche et au développement chez BioMéga Diagnostic, donne l'exemple des trousses de grossesse qui sont très sensibles à l'humidité. « Mais 90% des gens vont ranger une telle trousse dans l'armoire de la salle de bains, explique-t-il. Nous avons dû prévoir ce problème et envelopper les bouteilles de réactifs d'un plastique épais. »

Le mode d'emploi des trousses précise toujours la façon de les entreposer et explique minutieusement la marche à suivre. Mais une goutte ne représente pas la même quantité pour tout le monde et les minutes peuvent être plus ou moins longues selon l'utilisateur, son état d'esprit, sa patience... D'où la nécessité de simplifier au maximum les manipulations.

Les anticorps monoclonaux sont des protéines, parfois bien capricieuses. Elles réagissent fort mal à une température frisant les 40°C. Une trousse oubliée sur le siège avant de la voiture toute une chaude journée d'été ne donnera pas de résultats fiables! La trousse idéale doit même prévoir l'imprévisible. Le fin du fin: la trousse qui s'« autovérifie ».

#### NON SANS DANGER

Un test de grossesse muni de cette capacité d'« autocontrôle » est déjà sur le marché. Une bande de l'hormone de grossesse (hormone HCG) est fixée horizontalement sur le tampon destiné à recevoir l'urine de la patiente. Cette « chaîne » se colore de bleu en présence du réactif. C'est la chaîne témoin. Une autre chaîne, fixée verticalement, croise la première et ne réagira qu'en présence de l'hormone de grossesse dans l'urine de la patiente. L'utilisatrice dépose quelques gouttes de son urine sur le tampon et y ajoute le réactif. Si la trousse est en bon état, la bande horizontale devient bleue. La bande verticale ne se colore que si l'hormone est détectée. Un test négatif se lira donc comme un signe - et un

test positif donnera un + bleu. Si aucune couleur n'apparaît, c'est que la trousse... ne fonctionne pas.

Mais un contrôle absolu n'est jamais possible. Or, une mauvaise utilisation, un faux résultat peuvent avoir des conséquences importantes. Pour cette raison, plusieurs spécialistes verraient d'un œil critique un développement accentué de la médecine en kits grand public. Une trousse permettant la détection du virus du sida n'a que peu de chances de se vendre un jour en pharmacie. Un résultat faussement positif (ou faussement négatif, à plus forte raison) aurait des conséquences incalculables.

Même des maladies moins graves que le sida posent des problèmes non négligeables. Les personnes atteintes de chlamydia ne présentent souvent aucun symptôme. Un test faussement négatif pourrait donc rassurer une personne qui se retrouvera dans quelques années avec des problèmes importants, comme la stérilité.

La communauté médicale craint, de plus, que la multiplication des trousses maison n'ait une influence sur la santé publique. « Si une personne peut établir elle-même son diagnostic, rien ne prouve qu'elle courra chez son médecin pour un traitement », prévient le Dr Pierre Lebel, microbiologiste à l'hôpital Sainte-Justine.

#### AU SERVICE DES MÉDECINS

Pour toutes ces raisons, la recherche s'oriente vers le développement de trousses utilisables, non pas par le patient, mais par son omnipraticien. Encore là, les avantages sont appréciables.

Au lieu d'avoir à aller chez son médecin, puis à l'hôpital passer des examens, puis de nouveau chez son médecin pour recevoir résultats et traitements, le patient peut passer les examens sur place, dans le cabinet de son médecin, et obtenir les résultats en moins d'une demi-heure. Le médecin vérifie son diagnostic plus facilement et sans perte de temps. Les laboratoires pensent qu'il y a là un marché à développer.

Frappier Diagnostic a lancé, en 1984, une trousse pour détecter

l'herpès. Un test pour le streptocoque A, bactérie responsable de certaines inflammations de la gorge, comme la pharyngite, est aussi disponible pour les médecins, ainsi que des trousse de détection des maladies transmises sexuellement, comme la chlamydia et l'herpès génital. Les laboratoires, de leur côté, utilisent des trousse pour détecter certains cancers tels que celui du col de l'utérus et du côlon.

La médecine vétérinaire profite aussi de cette révolution diagnostique. Frappier Diagnostic, entre autres, y travaille déjà: la leucémie bovine, l'anémie des chevaux, le virus «de la vache qui tousse» ont leur kit de détection.

«Nous travaillons à mettre au point des trousse susceptibles de répondre à un marché important», explique Hélène Gagné, directrice des ventes et du marketing de Frappier Diagnostic. «Les anticorps monoclonaux permettent d'élaborer une multitude de tests diagnostiques. Nous nous concen-

trons sur des trousse permettant la détection de maladies traitables et suffisamment courantes pour justifier une mise en marché.»

### L'AVENIR : LES SONDES MOLECULAIRES

Une entreprise américaine vient de mettre au point, à l'intention des dentistes, une trousse destinée au diagnostic de certaines maladies gingivales. Elle est très simple d'utilisation: le dentiste effectue un prélèvement sur la gencive de son patient, dépose le spécimen dans un microtube, met le tout au courrier, sans autre précaution... et reçoit les résultats deux semaines plus tard. Cette trousse, à base de sondes moléculaires (voir l'article «Petit vocabulaire des biotechnologies» dans ce même numéro) appartient à une nouvelle génération de kits.

D'un développement plus récent que les anticorps monoclonaux, les sondes auront elles aussi un impact cer-

tain sur les méthodes diagnostiques. Détection prénatale de maladies héréditaires comme la thalassémie ou la fibrose kystique; diagnostic de maladies parasitaires comme la malaria; de maladies infectieuses comme la chlamydia. Les sondes, on le voit, sont promises à un brillant avenir.

«Les sondes moléculaires, explique le Dr Paul Jolicœur de l'Institut de recherches cliniques de Montréal, sont d'une précision absolue. Il est assez difficile d'imaginer un meilleur outil. Elles diagnostiquent à la source, directement au niveau du gène, même si ce dernier est inactif. On peut ainsi déterminer si une personne développera plus tard une maladie héréditaire, comme la dystrophie musculaire. Plus nous aurons cartographié de gènes humains, plus les sondes nous seront utiles.»

Certaines difficultés retardent cependant la mise au point de trousse à base de sondes moléculaires à l'intention des médecins ou des laboratoires. Actuellement, presque toutes les sondes sont munies de marqueurs radioactifs, ce qui limite leur utilisation aux laboratoires équipés en conséquence. Plusieurs équipes de recherches travaillent au développement de sondes «froides» (avec marqueurs non radioactifs), mais ces dernières sont encore fort peu répandues.

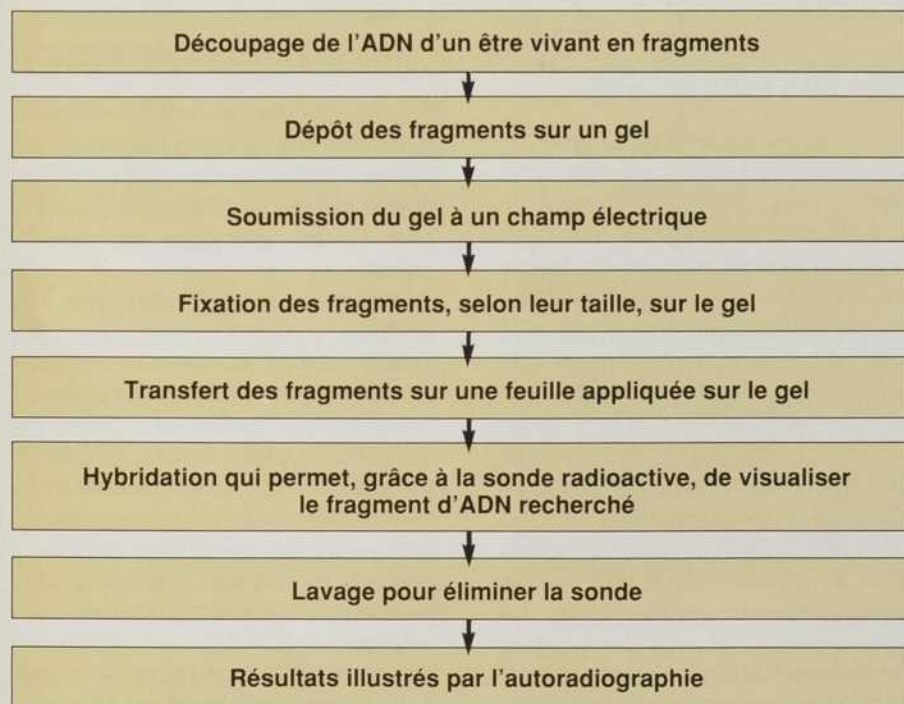
La sonde moléculaire, qui détecte la présence d'un gène, permet d'identifier le gène porteur d'une anomalie, même si lui-même n'est pas atteint. L'anticorps monoclonal, qui diagnostique la présence de l'antigène, remporte cependant la palme de la sensibilité. Pour l'instant, du moins. Car la mise au point d'une technique d'amplification génique («culture» des gènes) va permettre aux sondes d'acquiescer, elles aussi, une grande sensibilité.

Selon le Dr Pierre Lebel, qui enseigne à l'Université de Montréal, les sondes moléculaires vont bientôt mener une chaude lutte aux anticorps monoclonaux sur presque tous les terrains diagnostiques. «D'ici cinq ans, dit-il, les sondes vont prendre une place importante dans les laboratoires d'analyse, et dans 10 ans environ, nous verrons de nombreuses trousse destinées aux cabinets de médecins.» □

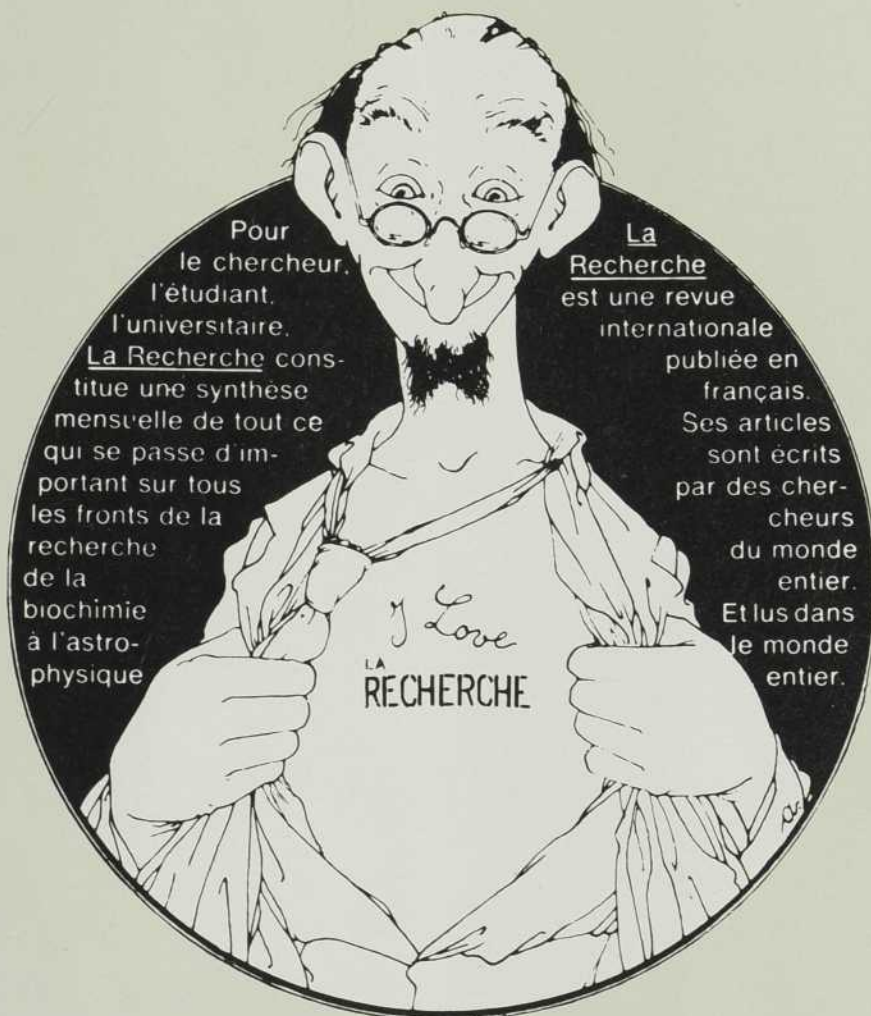
### LES SONDES MOLECULAIRES

*Les sondes moléculaires sont des outils incomparables. D'une précision absolue, elles diagnostiquent à la source, au niveau du gène. Mises au point récemment, leur utilisation croîtra, entre autres, dans les domaines du diagnostic médical et vétérinaire de même que dans l'agro-alimentaire.*

*La technique d'hybridation moléculaire est résumée dans le schéma suivant:*



# La Recherche a des lecteurs dans 83 pays: pourquoi pas vous?



## Offre spéciale \*

Je désire souscrire un abonnement d'un an (11 numéros) à **La Recherche** au tarif de 39 dollars canadiens au lieu de 54,45 dollars (prix de vente au numéro). Un délai minimum de huit semaines interviendra entre la date de la demande d'abonnement et la réception du premier numéro. L'abonné(e) le sera pour un an, à compter du premier numéro reçu.

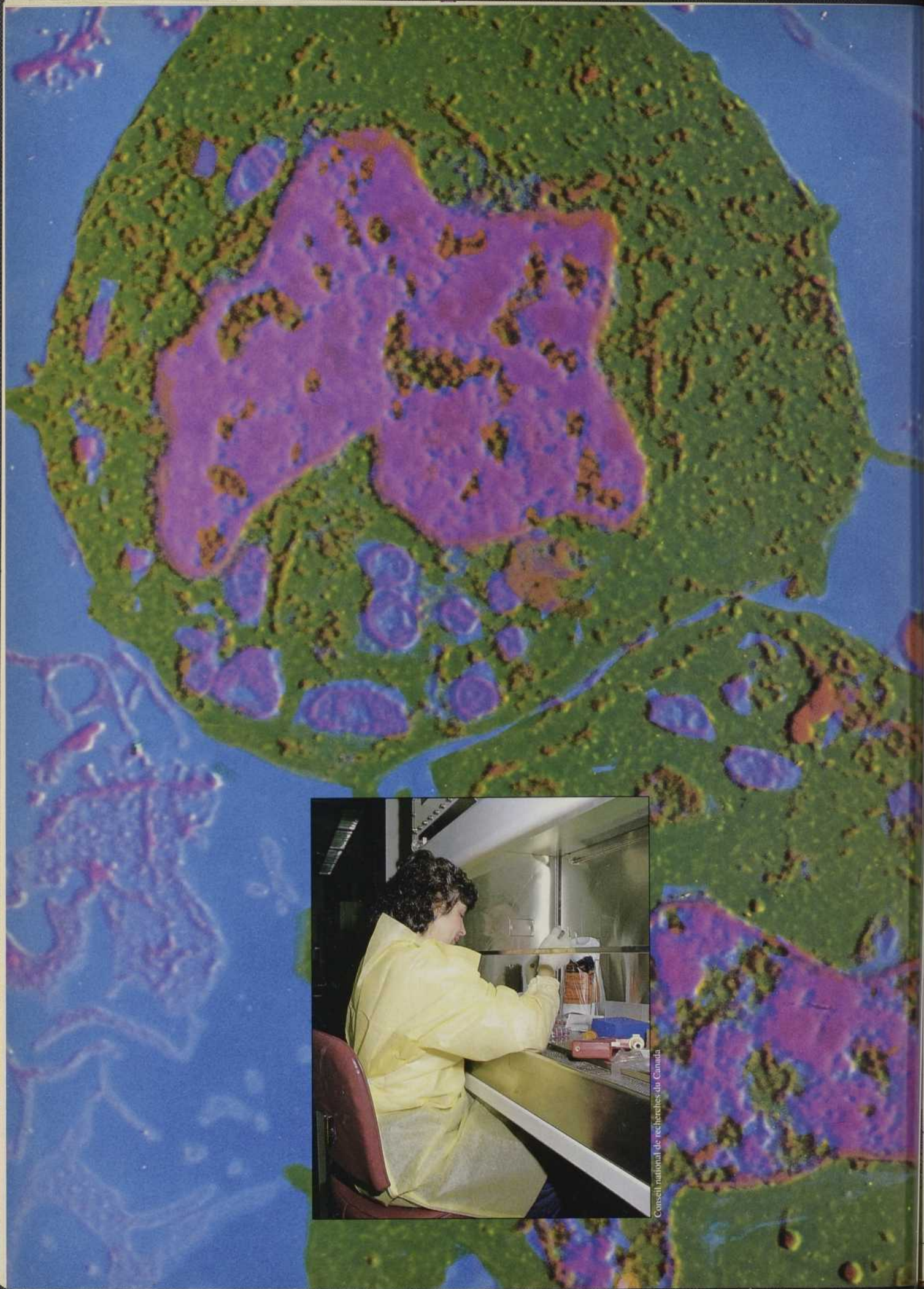
nom \_\_\_\_\_

adresse \_\_\_\_\_

pays \_\_\_\_\_

à retourner accompagné de votre paiement à  
DIMEDIA, 539, boul. Lebeau, Ville Saint-Laurent, P.Q. H4N 1S2

\* offre réservée aux particuliers, à l'exception de toute collectivité.



Conseil national de recherches du Canada

---

# PETIT VOCABULAIRE DES BIOTECHNOLOGIES

---

**Clonage, culture des cellules, génie génétique :  
quelques notions de base pour mieux comprendre  
le langage des biotechnologies.**

---

par Isabelle MONTPETIT et Louise GENDRON

---

## LES GÈNES ET LEUR EXPRESSION

*La marche à suivre pour fabriquer un être vivant est inscrite dans ses gènes. Chacun d'eux porte l'information nécessaire à la fabrication d'une composante de l'organisme. Chacune des cellules du corps humain contient tous ses gènes dans ses chromosomes. Or les cellules sont bien différentes les unes des autres. On a peine à croire que les globules rouges, les neurones ou le cristallin des yeux soient faits à partir des mêmes « plans ».*

*On peut comparer le corps à un vaste chantier de construction, comprenant plusieurs unités à bâtir (les cellules). Le contremaître de chaque unité reçoit l'ensemble des plans (les gènes) pour la construction du complexe, mais il ne se sert que des informations nécessaires pour construire sa propre unité. Les autres parties du plan demeurent inutilisées par lui. Dans la cellule, on appelle ce processus « régulation des gènes ». Lorsque la cellule a besoin du produit d'un gène spécifique, elle en fabrique une copie, comme on ferait une photocopie d'une partie du plan d'une maison.*

---

◀ *Mme Magaret Jones, du Conseil national de recherches du Canada, prépare une expérience sur le clonage d'un gène.*

Le gène est composé d'ADN (acide désoxyribonucléique) alors que la copie est formée d'ARN (acide ribonucléique). L'ARN et l'ADN ressemblent à de longs colliers, formés de quatre types de perles (nucléotides) disposées dans un ordre spécifique comme les lettres des mots. L'alphabet du code génétique ne contient donc que quatre lettres. La copie du gène, l'ARN messager, est acheminée vers la machinerie qui fabrique les protéines. Certaines structures de la cellule sont spécialisées dans l'interprétation du code de l'ARN et dans sa traduction en protéines. Cette machine à traduire lit les nucléotides du messenger 3 par 3 (mots de 3 lettres) et, à chaque triplet, fait correspondre l'assemblage d'un acide aminé spécifique. Les trois premières lettres déterminent un acide aminé, les trois suivantes un autre, jusqu'à ce que soit terminée la lecture de l'ARN messager et que soit créée une chaîne d'acides aminés, la protéine.

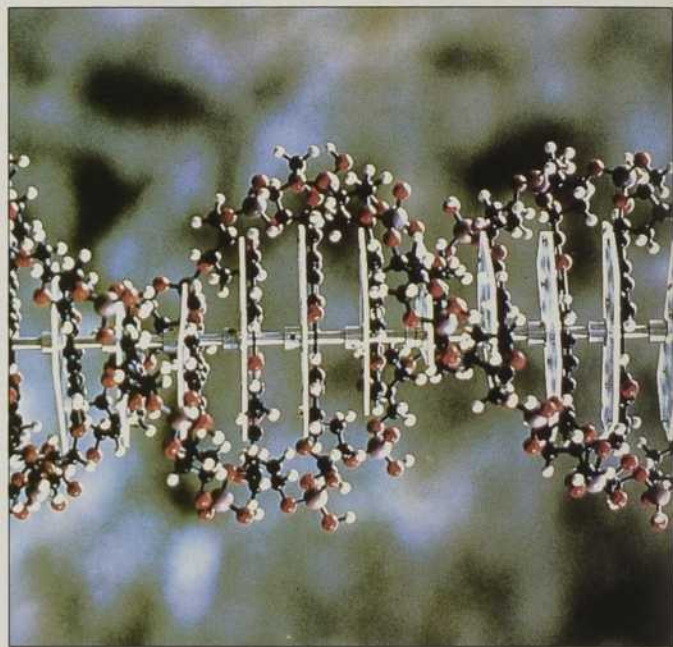
### LA CHIMÈRE

Dans la mythologie grecque, la Chimère était un monstre à tête et à poitrail de lion, avec un ventre de chèvre et une queue de dragon. De nos jours, elle se contente d'allier des tissus ou des cellules provenant d'organismes différents. Par exemple, on utilise des chimères caille-poulet pour étudier les migrations des cellules au cours du développement. On obtient ces chimères en greffant des cellules ou des tissus d'une espèce sur l'autre. Les deux types de cellules sont d'apparences très différentes et on peut donc les distinguer les unes des autres longtemps après leur accolage.

Un autre type de chimère résulte de la fusion de cellules d'espèces différentes. Les chercheurs en agriculture s'intéressent à cette technique qui permet d'obtenir des hybrides impossibles à produire dans la nature. Les plantes se prêtent assez bien à ce genre de manipulations, puisque dans plusieurs cas, on peut régénérer la plante entière à partir d'une seule cellule débarrassée de sa paroi cellulosique rigide. Des chercheurs français ont pu ainsi produire une plante combinant des qualités du colza, du radis et de la navette.

### LE CLONAGE MOLÉCULAIRE

Le mot «clonage» évoque la fabrication d'innombrables individus génétiquement identiques, copies conformes de la personne qui aurait servi de modèle à leur production. En génie génétique, le mot clonage n'a pas le même sens. On dit qu'on a cloné un gène lorsqu'on a réussi à isoler l'ADN dont il est formé et qu'on l'a inséré dans le matériel génétique d'un organisme hôte, une bactérie par exemple, qui, en se multipliant, reproduit de façon parfaite le gène étranger.



Maquette d'une molécule d'acide désoxyribonucléique (ADN). Les quatre types de perles, de couleur différente, représentent les nucléotides, des constituants de la cellule.



Cette chimère de souris a été produite en mélangeant, par agrégation, des cellules d'un embryon de souris albinos et d'un embryon d'une souris noire. Cette étape a été réalisée avec des embryons ayant atteint le stade de développement de huit cellules. L'embryon double chimère a alors été transféré dans l'appareil reproducteur d'une souris femelle. Celle-ci a engendré une souris qui possède les caractéristiques des deux types de cellules.

## LE GÉNIE GÉNÉTIQUE

Le génie génétique permet de transformer le bagage héréditaire des êtres vivants, en modifiant leurs gènes ou en leur en ajoutant de nouveaux. L'essor de cette discipline a été rendu possible grâce à la découverte des enzymes de restriction. Chacune de ces protéines coupe l'ADN en des sites particuliers, dont elle reconnaît la séquence. On obtient de nombreux fragments d'ADN susceptibles de contenir le gène qu'on veut isoler. Les extrémités de ces fragments sont « collantes », c'est-à-dire qu'elles sont attirées par d'autres extrémités qui ont une séquence de nucléotides complémentaire.

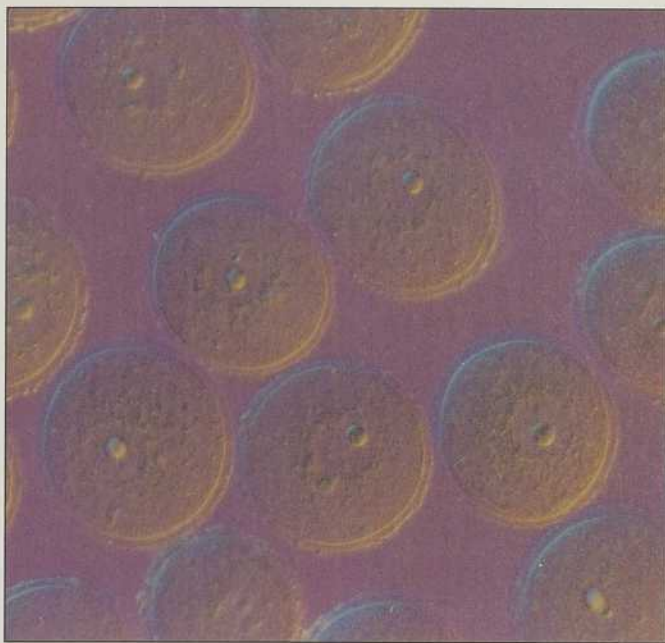
Si on met les fragments à cloner en présence d'ADN bactérien aux extrémités complémentaires, les deux s'apparient comme les deux faces d'une double bande de velcro. Au moyen d'une enzyme appelée ligase, on peut « coudre » les ADN ensemble et réinsérer le tout dans la bactérie. Comme le code génétique est identique pour la plupart des êtres vivants, la machinerie cellulaire de la bactérie traite le gène étranger comme s'il était l'un des siens. C'est ainsi, par exemple, qu'on arrive à faire produire de grandes quantités d'insuline humaine par des colibacilles. Dans le jargon du génie génétique, on dit qu'on transforme des bactéries avec le gène de l'insuline. On peut aussi modifier des cellules animales ou végétales.

## LES PROTÉINES

Si l'on compare l'ADN au plan d'une usine, les diverses protéines en sont les matériaux de construction et les ouvriers. Certaines d'entre elles donnent sa forme à la cellule, d'autres remplissent les tâches indispensables à sa survie. Contrairement aux gènes, qui sont de structure linéaire, les protéines ont une structure à trois dimensions, aussi importante pour leur activité que leur séquence d'acides aminés. Après la synthèse du long ruban d'acides aminés, les attractions électriques entre différentes régions de ce ruban font que la protéine se replie sur elle-même et adopte la forme qui lui permet de jouer le rôle qui lui est dévolu dans la cellule.

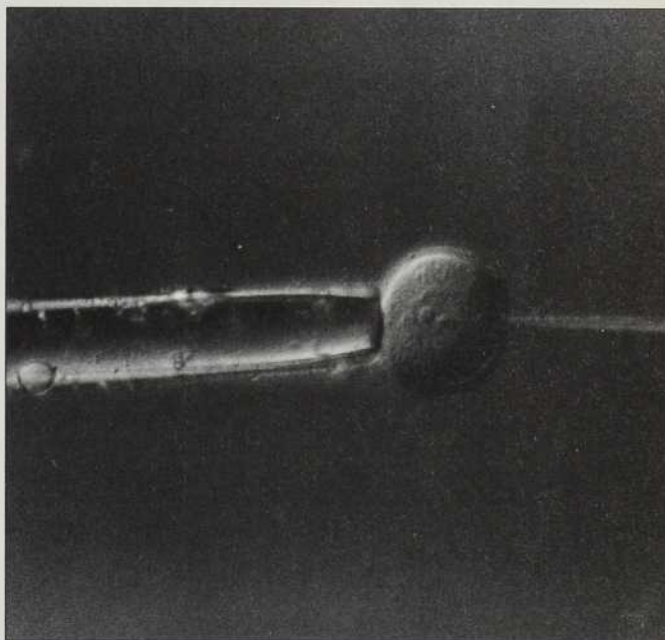
## LA SONDE MOLÉCULAIRE

Une sonde moléculaire est un bout d'ADN ou d'ARN radioactif dont on se sert pour détecter la présence d'un gène ou son activité. On peut comparer l'ADN à une fermeture éclair en forme d'hélice dont les montants seraient formés de nucléotides. Les séquences des deux montants sont complémentaires, c'est-à-dire que, si on les sépare, elles se « reconnaissent » et s'apparient à nouveau. De même, l'ARN est complémentaire de l'un



Une culture de cellules d'embryons de souris.

Lorraine Chalifour / CNRC



Microinjection d'une culture d'ovocyte de souris (au centre) qui se fait avec une pipette (à l'extrême droite) contenant une solution d'ADN.

des brins de l'ADN du gène dont il est la copie. Pour reprendre l'analogie, fabriquer une sonde moléculaire revient à confectionner une moitié de fermeture éclair dont on se servira pour localiser l'autre moitié. En fait, la sonde ne correspond qu'à un petit bout de la fermeture éclair. Cette technique, indispensable en génie génétique, a d'innombrables applications (voir l'article « La médecine en kits » dans ce même numéro).

Au moyen de sondes moléculaires, on peut détecter les variations qui existent au sein de l'ADN d'individus différents. On peut ainsi produire l'équivalent d'empreintes digitales moléculaires. Si on traite l'ADN de deux personnes avec des enzymes de restriction (voir « Le génie génétique »), le nombre et l'emplacement des coupures ne seront pas les mêmes, à cause de différences au niveau des sites où les enzymes agissent. On sépare ensuite les fragments obtenus, selon leur taille, en les soumettant à un courant électrique.

En même temps, on dénature l'ADN, c'est-à-dire qu'on sépare les deux brins de la double hélice — ou qu'on ouvre la fermeture éclair. Si l'on ajoute une sonde radioactive, dénaturée elle aussi, elle s'attache

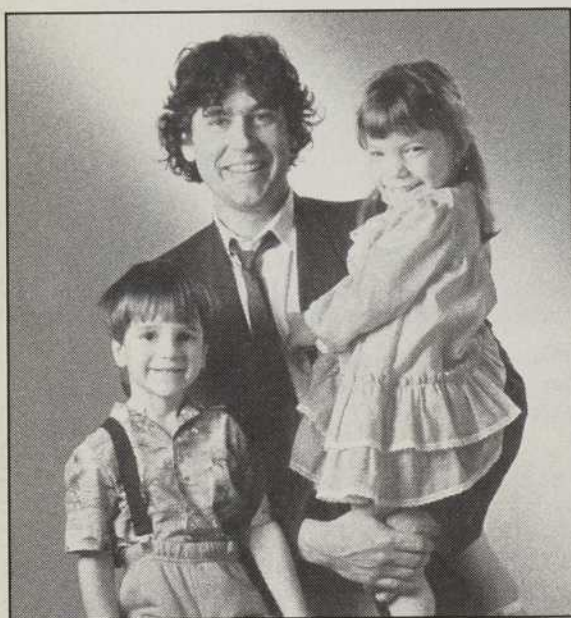
(s'hybride) aux fragments qui lui sont complémentaires. La radioactivité impressionne une pellicule photographique et permet de distinguer le nombre de fragments complémentaires et la façon dont ils se sont déplacés dans le champ électrique. Comme le motif d'hybridation est différent d'un individu à l'autre, il peut servir de carte d'identité moléculaire. Ainsi, en faisant l'analyse de l'ADN de sperme, on peut identifier l'auteur d'un viol parmi plusieurs suspects.

## LE GÉNIE DES PROTÉINES

Le génie des protéines en est encore à ses premiers balbutiements, mais il a de grandes ambitions. Il vise à modifier les gènes et leurs produits, de façon à les rendre plus performants ou encore à leur donner de nouvelles fonctions. Pour y parvenir, on explore plusieurs voies : le remplacement de certaines parties d'un gène, la jonction de segments de gènes différents, ou encore la modification des conditions ambiantes, de façon à ce que la protéine adopte une nouvelle conformation, après avoir été synthétisée *in vitro*. □

# PENSEZ À NOUS

CAMPAGNE



*“Il y a des centaines d'enfants attachants qui, comme Stéphanie et Luca, ont besoin des services directs offerts par la Société pour les enfants handicapés du Québec.*

*Je vous demande de nous faire parvenir un don et d'inciter votre clientèle à contribuer, soit par une remise immédiate, soit par le biais d'un legs ou même d'une assurance-vie. Voilà des gestes simples qui profiteront directement aux enfants handicapés.*

**Pensez à Nous!**

*Merci.”*

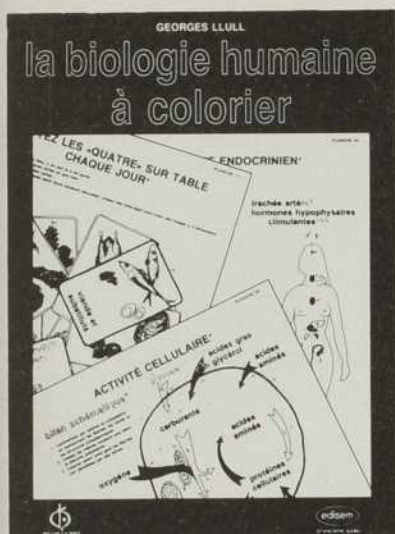
Carl Marotte  
Comédien,  
Porte-parole de la campagne 1989-90

SOCIÉTÉ  
POUR LES  
ENFANTS  
HANDICAPÉS  
DU QUÉBEC



Faire parvenir votre don par chèque ou mandat-poste (pas d'argent) à:  
2300 ouest, boulevard René Lévesque, Montréal (QC) H3H 2R5

## LA BIOLOGIE HUMAINE À COLORIER



Voici un livre qui permet de prendre contact avec l'anatomie et la physiologie de l'être humain d'une manière aussi agréable qu'efficace, en faisant appel au coloriage, une méthode d'apprentissage dont la valeur pédagogique n'est plus à démontrer.

Cet ouvrage n'est ni un cours de biologie, ni un cahier d'exercices. Il vient en complément du cours magistral et des

documents déjà utilisés dans l'enseignement. Il permet à ceux qui en ont le désir de progresser dans l'étude de la biologie humaine à leur *rythme propre*.

Le «lecteur» n'est pas un «récepteur passif», mais participe activement, et de façon créative, à sa propre formation.

Les illustrations sont souvent, et volontairement, schématiques. L'information est limitée et circonstanciée. Le coloriage permet d'assimiler «sans douleur» la terminologie biologique.

Douze dessins «point par point», disséminés dans le livre, sont destinés à une auto-évaluation progressive et amusante de l'acquisition des connaissances.

Particulièrement destiné aux élèves et aux étudiants en biologie humaine, cet ouvrage intéressera tous ceux qui désirent en apprendre plus sur leur corps et son fonctionnement... et le faire... en s'amusant.

**EDISEM, 1989, 112 planches . . . . . 10,80\$**

Dans la même collection...

L'ANATOMIE À COLORIER . . . . . 17,00\$  
LA ZOOLOGIE À COLORIER . . . . . 18,50\$

### BULLETIN DE COMMANDE

Veuillez m'adresser  LA BIOLOGIE HUMAINE À COLORIER au prix de 10,80\$  
 L'ANATOMIE À COLORIER au prix de 17,00\$  
 LA ZOOLOGIE À COLORIER au prix de 18,50\$

Nom et Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_ Code postal \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_ Signature \_\_\_\_\_

Règlement ci-joint

Chèque bancaire  Mandat postal      
□□□□□□□□□□□□□□□□ Date d'expiration \_\_\_\_\_

**somabec Ltée**

2475, Sylva Clapin  
Case postale 295  
St-Hyacinthe, Québec, J2S 5T5

Téléphone: (514) 774-8118  
Montréal: 467-8565  
Télex: 05-830549

# OSCAR

LE CADEAU ÉDUCATIF, AMUSANT, DÉCORATIF



GAGNANT  
DU PRIX DIDACTA  
POIRE MONDIALE  
DU MATÉRIEL  
ÉDUCATIF

### SQUELETTE DE CARTON À ASSEMBLER

- Grandeur nature et entièrement articulé.
- Prédécoupé; nul besoin de ciseaux ni de colle.
- Instructions de montage très bien illustrées.
- Chaque os est identifié en français et en latin.

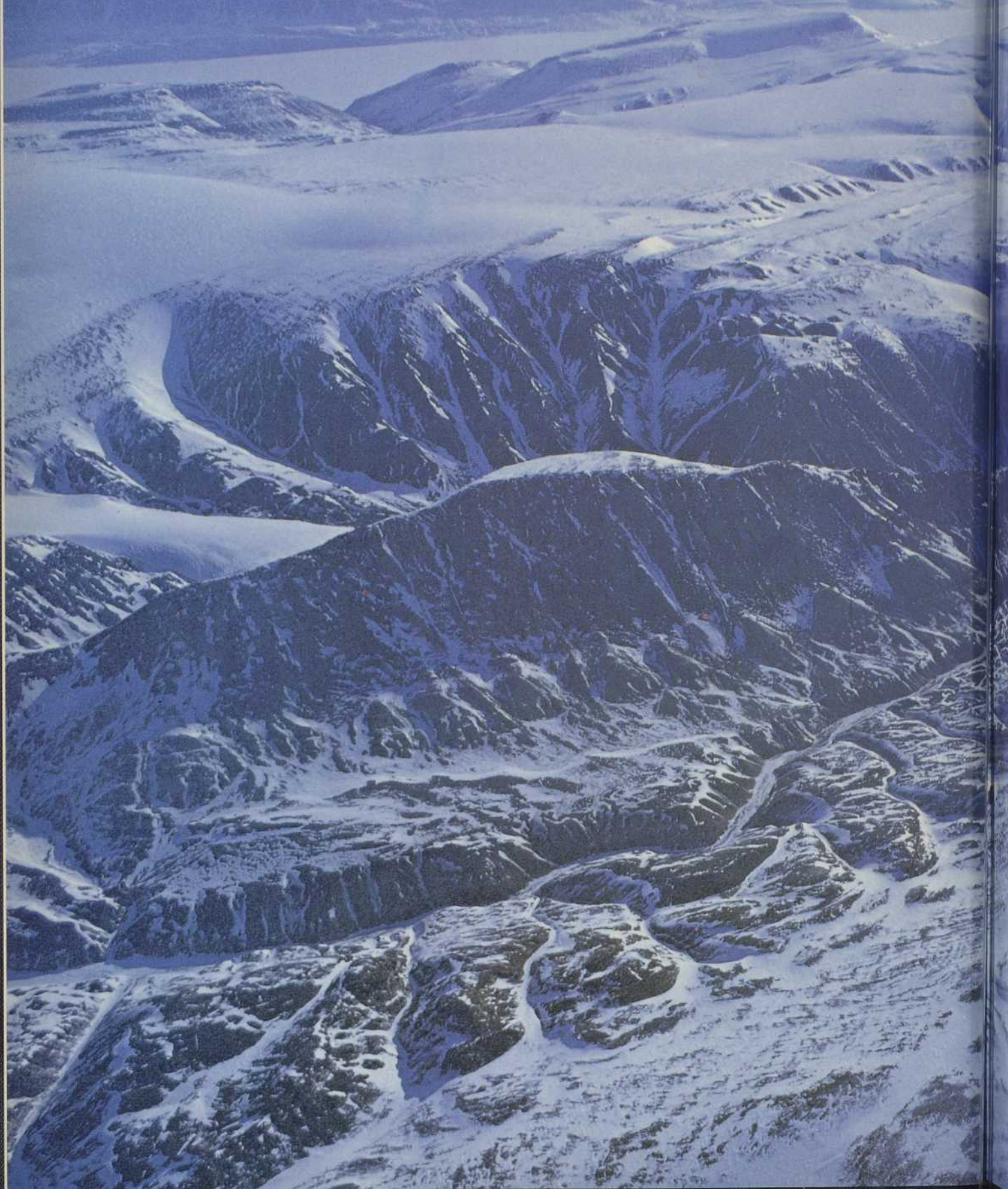
**39.95\$** plus 2.50\$ de frais de port.  
Taxe de vente de 9% en sus.

## LE NATURALISTE

CENTRE COMMERCIAL LAVOISIER  
1990, BOULEVARD CHAREST OUEST, bureau 117  
QUÉBEC (QUÉBEC), G1N 4K8 Tél.: (418) 527-1414

POUR COMMANDER SANS FRAIS: 1-800-463-6848

# *L'ARCTIQUE : UN LABO*



# LABORATOIRE SUR GLACE

*Quoi de mieux qu'un monde de glace pour « conserver » de précieuses informations sur le climat et l'environnement ? L'Arctique est en train de devenir un véritable laboratoire sans toit.*

Texte : Claire CHABOT  
Photos : Ève-Lucie BOURQUE



*Vu de l'avion, l'Arctique offre un paysage d'une blancheur aveuglante : des montagnes et des vallées aux courbes infinies, des glaciers de neiges éternelles, un océan de glaces flottantes s'ouvrant timidement au soleil de minuit, sur le bleu profond de l'eau, et un ciel qui, d'un instant à l'autre, se voile de blanc. C'est dans ce décor que le plateau continental polaire canadien, la région la plus méconnue de la planète, est devenu un immense laboratoire naturel, site privilégié pour étudier l'histoire de la Terre et l'interaction de l'homme avec son environnement.*

*Les chercheurs viennent par centaines récolter de précieux échantillons de roches, de boue, de glace, d'eau et de neige, à la recherche d'indices. Matériel banal et pourtant aussi révélateur de l'évolution climatique de la Terre que de la vie biologique sous des conditions extrêmes ou encore des résidus de pollution présents dans ce désert où l'homme n'a laissé que peu de traces visibles.*

*L'île d'Ellesmere vue d'avion. En médaillon Roy Koerner, seul glaciologue au Canada à étudier les glaciers des îles de l'Arctique.*

Il est 10 h 30. L'hélicoptère quitte la piste de Resolute Bay en direction de l'extrémité est de l'île Cornwallis. Après deux jours de brouillard et d'attente, nous nous dirigeons vers le lac Sophia qui est l'une des plus étonnantes curiosités géologiques de l'Arctique canadien: une eau vieille de 4 000 ans, stagnante et sursalée, est emprisonnée au fond du lac, tandis qu'en surface circule une eau douce. Seuls les lacs Sophia et Garrow, ce dernier servant de dépôt à la mine Polaris, ont une eau plus salée que l'océan (jusqu'à trois fois plus). Envahi par la mer après la dernière glaciation, le lac Sophia aurait progressivement emprisonné l'eau salée à mesure que le continent se relevait.

### COMPRENDRE LE PASSÉ POUR CONNAÎTRE L'AVENIR

Mike Retelle, paléoclimatologue de l'Université du Maine, a choisi d'installer son camp sur le lac Sophia, principalement parce que aucune créature marine ne vient perturber les couches supérieures des sédiments au fond du lac. Avec mille précautions, il a retiré une carotte de sédiments de 50 centimètres, longueur qui devrait correspondre à une période de 2 000 ans. Parfaitement visible, chaque strate pourrait correspondre à une année, comme l'espère le chercheur, ce qui permettrait d'établir un lien entre l'accumulation de sédiments et les variations climatiques. Pour ce faire, il devra étudier méthodiquement chaque lamelle en rapport avec les données météorologiques de Resolute Bay, disponibles depuis les années 50. Une fois mise au point, sa méthode permettrait d'interpréter le climat passé dans une perspective de prédiction du climat futur.

À la recherche de résidus de pollution atmosphérique, Gregg Brunskill, biogéochimiste du Fresh Water Institute, a, pour sa part, choisi le lac Sophia « parce que c'est la meilleure façon de savoir ce qui tombe de l'atmosphère ». En effet, dans l'océan, les sédiments peuvent venir des courants marins de New York, du Groenland ou de l'Atlantique, et il devient très difficile de distinguer pollution



*Le paléoclimatologue, Mike Retelle, a retiré une carotte de sédiments dont l'étude permettra de révéler l'histoire climatique de l'Arctique. On peut apercevoir des divisions, les strates, qui correspondraient chacune à une année. Leur analyse fournira des données sur la sédimentation et ses fluctuations, données qui serviront à prédire le climat futur de la planète.*

atmosphérique et marine. Par ailleurs, on trouve dans les sédiments des lacs une grande variété de polluants: césium, plutonium, mercure, plomb, cadmium, DDT, BPC... « On sait depuis plusieurs années que ces polluants sont présents en infime quantité, mais ce qu'on veut savoir, c'est la vitesse à laquelle ils se déposent, la quantité annuelle et l'origine... »

### UNE RADIOACTIVITÉ UTILE

L'an dernier, Gregg Brunskill a retrouvé dans les sédiments des traces de la catastrophe nucléaire de Tchernobyl. Sans danger pour la faune et la flore de l'Arctique, les faibles concentrations de radio-isotopes étaient facilement détectables. Ironiquement, les retombées radioactives sont très utiles à la science. Elles permettent de déterminer l'âge des sédiments de façon très précise quand on compare, par exemple, les dates des essais nucléaires effectués par les États-Unis, l'URSS ou la Chine aux quantités de césium et de plutonium.

« Mon principal intérêt en ce moment, déclare Gregg Brunskill, est d'étudier un autre radio-isotope, le plomb 210, qui s'est avéré une méthode de datation très précise dans certains sédiments. Le gouvernement veut qu'on étudie la pollution, mais on doit d'abord développer des outils performants. »

Il est maintenant 14 h. Le travail est interrompu par le bris de la carotteuse. Rejoint par radio, le directeur du camp de l'Étude du plateau continental polaire (ÉPCP), l'organisme qui assure, sous la juridiction du ministère fédéral de l'Énergie, des Mines et des Ressources, le support logistique entre les camps de recherche, envoie aussitôt un hélicoptère qui ramènera Gregg à Resolute Bay. On en profite pour faire un tour de motoneige au bord de l'île, regardant de tous côtés, à l'affût du redoutable ours polaire.

À l'autre bout du lac, pendant ce temps, Bryan Billeck, le biologiste du groupe, aidé de Peter, un Inuk expérimenté, retire de ses filets un magni-

fique omble de l'Arctique qu'ils espèrent déguster. Seul le foie servira à l'étude du taux d'enzymes produites par le poisson pour se désintoxiquer des pesticides; les concentrations étant plus faibles au nord, Brian Billeck veut vérifier la validité de cette méthode couramment utilisée sous nos latitudes.

## UN DÉSERT DE GLACE POLLUÉE

En 1984, Dennis Gregor, chercheur à Environnement Canada, assiste à un colloque international, à Toronto, où il est question de la brume arctique, un phénomène reconnu par les pilotes d'avion qui ont constaté, au fil des années, une diminution progressive de la visibilité. Au même moment, une autre conférence avait lieu sur les pesticides découverts dans les poissons, les phoques et les ours polaires. La pollution atmosphérique serait-elle responsable de la brume arctique? S'y trouve-t-il des résidus de pesticides et comment arrivent-ils dans une région qui n'en a que faire?

Dennis Gregor est le premier chercheur à avoir étudié la neige en relation avec la pollution atmosphérique et l'eau de l'océan et des lacs de l'Extrême-Nord. Il est aussi le seul à le faire de façon régulière. Depuis quatre ans, il parcourt toutes les régions desservies par l'ÉPCP à la recherche d'échantillons de neige et d'eau. Malgré que certaines régions du Canada ne soient pas encore étudiées, on commence à établir des liens entre la présence de produits toxiques et la brume arctique (constituée de composés de sulfates et d'hydrocarbures, et qu'on dit chargée de particules de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion du charbon et du pétrole), la vélocité des vents et les taux de précipitations.

La présence de pesticides dans la neige ne dépend donc pas seulement de la proximité de la source, mais aussi du mode de dépôt. C'est pourquoi, on trouve dans l'Arctique un taux de pesticides (du type HCH) aussi élevé qu'en Colombie-Britannique. Par contre, la quantité de BPC est supérieure dans le sud, tandis que

le taux de DDT, au nord, est beaucoup plus élevé. Le DDT n'étant plus utilisé au Canada depuis 1975, les recherches tendent à soutenir l'hypothèse que les résidus circuleraient via le pôle Nord, en provenance des pays qui le produisent encore en grande quantité. Un argument que le Canada n'hésitera pas à brandir sur la scène internationale!

## L'ÉLEVAGE POUR LES INUIT

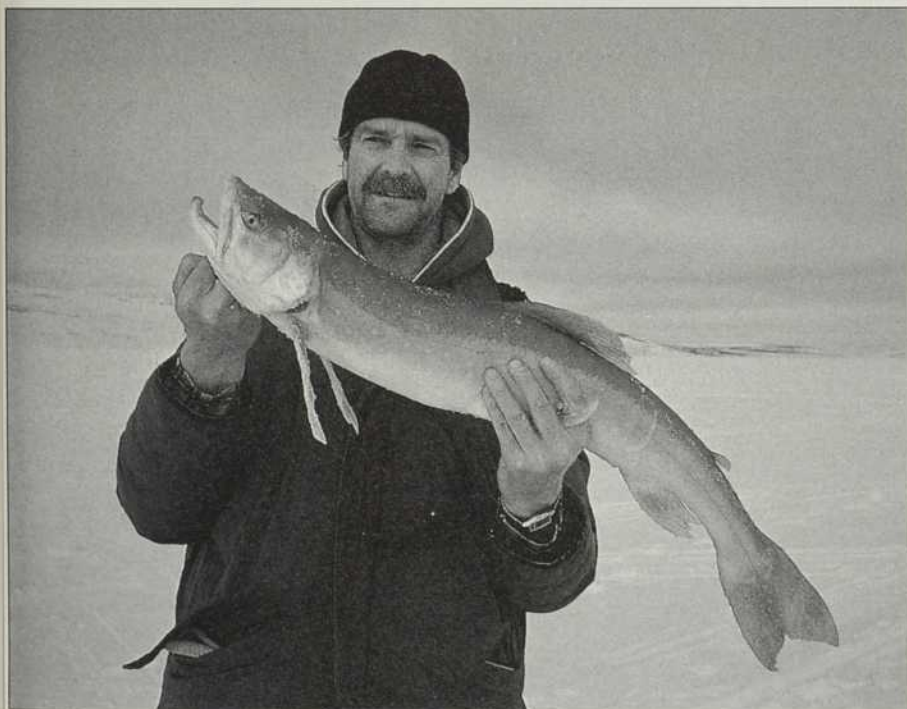
«En général, explique le chercheur, les pesticides que j'étudie ne sont plus utilisés au Canada ou ils sont très restreints, parce qu'on sait qu'ils s'accumulent dans l'environnement. Ils font partie de la catégorie des organochlorés: DDT, lindane, chlordane, dont l'utilisation a été associée à des effets cancérigènes et à des malformations congénitales.

«Les résidus de pesticides, poursuit M. Gregor, peuvent rester jusqu'à 10 ans dans l'atmosphère. C'est le rapport entre le produit et son composé toxique, le HCH, qui permet de déterminer l'âge du pesticide. Les dépôts étudiés dans la neige, en divers endroits de l'Arctique, auraient à peine quelques années. L'importance de mes recherches est de démontrer que l'Arctique n'est pas un environnement totalement pur, contrairement à ce qu'on a soutenu pendant de nombreuses années.

«Même si la pollution y est moins importante qu'au sud, les Inuit sont encore plus contaminés que nous à cause de leur diète très riche en gras de poissons et de phoques qui accumulent des taux élevés de produits chimiques», conclut le chercheur. Il est à prévoir que, dans un avenir prochain, les Inuit devront faire face au plus grand bouleversement culturel depuis «l'arrivée des Blancs», puisqu'ils seront probablement contraints de consommer... des produits d'élevage.

## LES MINUTES SONT COMPTÉES

Parti de la base de Resolute, le «twin otter», après un arrêt à Euréka pour faire le plein et prendre l'équipement,



*Bryan Billeck, biologiste, a pêché un omble de l'Arctique afin de mesurer l'accumulation de pesticides dans son foie. Bien que les poissons de l'Arctique ne contiennent pas autant d'agents toxiques que ceux du sud, le fait que les Inuit en consomment de façon régulière et, surtout, qu'ils mangent les viscères de ces poissons explique la contamination dont ils sont victimes.*

se pose enfin sur le lac Hazen avec, à son bord, les deux pilotes, les chercheurs, Dennis Gregor et Mark Dohl, et la photographe de *Québec Science*, Ève-Lucie Bourque. Situé dans le dernier-né des parcs nationaux, le lac Hazen est le plus au nord et certainement le moins fréquenté de nos lacs. Sous la couche de glace, son eau est une des plus limpides et, pourtant, on y recherche des pesticides – et on en trouve...

Mark Dohl, biologiste, travaille au camp de recherche de l'Université de Waterloo, situé sur la glace de l'Arctique, à quelques kilomètres de Resolute. Aujourd'hui, il prend congé pour donner un coup de main à Dennis Gregor qui doit, dans un temps limité, rapporter des échantillons de neige et faire les tests habituels : conductivité, pH, etc. Avec une pelle en acier inoxydable, nettoyée à l'acétone, ils remplissent de neige des sacs de téflon, en prenant garde de ne pas toucher l'intérieur avec leurs doigts. Ces précieux sacs sont ensuite enveloppés de polythène et placés dans une boîte dûment étiquetée.

Le travail terminé, les deux chercheurs percent un trou dans la glace pour rapporter à Gregg Brunskill un échantillon de sédiments du fond du lac. Contrairement à ce qu'on attendait, les sédiments sont mous alors que la carotteuse était réglée pour des sédiments plus durs... Cette expérience est ratée ! On laisse tomber ; récolter un autre échantillon prendrait une heure supplémentaire.

Une journée comme celle-là est évaluée à 10 000 \$ en frais d'avion et de matériel. Aujourd'hui, le temps des chercheurs est gratuit, et une subvention des Parcs Nationaux va défrayer les coûts d'analyse des échantillons. Les heures d'avion sont octroyées aux chercheurs par un comité spécial nommé par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources et elles sont gérées par l'ÉPCP, à Resolute Bay. Les chercheurs se plaignent que leur budget de recherche diminue d'année en année. La popularité des recherches environnementales n'a pas empêché le gouvernement fédéral de mettre la hache dans le budget de recherche de

plusieurs ministères. Par ailleurs, on constate une diversification des sources des fonds de recherche.

### LE TEMPS PRISONNIER DANS LA GLACE

Il y a 10 ans, les conversations sur la dégradation de l'environnement n'étaient que le dada de quelques écologistes. Il nous a fallu les catastrophes écologiques de Tchernobyl, Bhopal ou, plus près de nous, Saint-Basile-le-Grand, le dépérissement des érables, notre fameux emblème national, la pollution du Saint-Laurent, pour nous rendre compte des dangers que court la planète. De plus en plus, les chercheurs du monde entier tentent de relier les phénomènes de pollution industrielle – amincissement de la couche d'ozone, effet de serre etc. – à un changement climatique majeur à l'échelle planétaire. C'est pourquoi plusieurs recherches dans l'Arctique convergent de plus en plus vers une meilleure compréhension du climat.

Les glaciers sont une source de premier ordre pour obtenir des informations utiles à la reconstruction du climat et de l'histoire environne-

mentale de la Terre. D'origine britannique, Roy « Fritz » Koerner, étudie les glaciers de l'Arctique depuis bientôt 30 ans. Ayant commencé sa carrière dans l'Antarctique où il a séjourné de 1957 à 1960, le glaciologue a poussé sa passion des régions polaires jusqu'à faire partie de l'expédition britannique TransArctique dont les 4 membres ont pris 18 mois pour traverser le pôle en traîneaux à chiens, de Barrow, en Alaska jusqu'aux îles Spitsberg. En 1969, Roy Koerner devenait ainsi le premier scientifique à atteindre le pôle Nord.

Aujourd'hui, les chiens ont été remplacés par des motoneiges et l'amélioration technologique permet de recueillir des données beaucoup plus précises. Sur le glacier Agassiz, à l'est de l'île d'Ellesmere, l'équipe de Fritz Koerner, de la Commission géologique du Canada, a retiré une carotte glaciaire qui fournit des informations climatiques sur une période de 100 000 ans. En collaboration avec David Fisher, physicien, le glaciologue étudie les isotopes d'oxygène 16 et 18, qui lui permettent de connaître la température de la neige au moment où elle s'est déposée.



*Dennis Gregor étudie les pesticides et les autres produits toxiques industriels présents dans la neige de l'Arctique. Les résidus de pollution qu'on y trouve proviennent en grande partie de l'Union soviétique et de l'Europe puis, dans une moindre mesure, des États-Unis et du Canada dont les vents dominants se déplacent d'ouest en est.*



# INRS



Pourquoi les étudiants formés à l'INRS ont-ils choisi l'**Institut national de la recherche scientifique** pour leurs études de maîtrise et de doctorat?

Leur réponse\* :

- Milieu de recherche dynamique et liaison avec les entreprises
- Bourses d'études, ressources physiques excellentes
- Facilité de trouver un emploi intéressant

- Champs d'études et de recherches intéressants en énergie, santé, sciences de l'eau, télécommunications, urbanisation
- Programmes exclusifs et multidisciplinaires
- Réputation des professeurs-chercheurs de l'INRS

## Les études de pointe à l'INRS

- Maîtrise et doctorat en énergie
- Maîtrise et doctorat en sciences de l'eau
- Maîtrise et doctorat en télécommunications
- Maîtrise en analyse et gestion urbaines\*\*
- Maîtrise en pharmacologie
- Accueil pour études en océanologie et en géoressources
- Stages de recherche et études postdoctorales

## Renseignements :

(514) 468-7700  
(418) 654-2524  
(514) 765-7844  
(514) 499-4000  
(514) 630-8800  
(418) 654-2517  
(418) 654-2517

\* Selon une enquête réalisée par l'INRS auprès de ses anciens étudiants et stagiaires.

\*\* Programme offert conjointement avec l'UQAM et l'ENAP

**L'INRS**  
**LE SCEAU DE QUALITÉ**  
**EN RECHERCHE ORIENTÉE**



Université du Québec  
Institut national de la recherche scientifique

Pour tout le monde,  
lire c'est important



L'ouïe,  
c'est aussi  
la vue!

Des livres-cassettes pour les aveugles.

Or, pour 50 000  
de nos concitoyennes  
et concitoyens  
handicapés de la vue,  
les chances ne sont  
pas égales.

**La Magnétothèque**  
enregistre pour ces  
personnes les livres dont  
elles ont besoin pour  
poursuivre leurs études et  
devenir des actifs pour notre  
société.

**La Magnétothèque**  
a besoin plus que jamais de  
votre appui pour offrir ce  
service.

S'il vous plaît, faites parvenir  
votre contribution à:



## LA MAGNÉTOTHÈQUE

siège social: 1030, rue Cherrier  
Bureau 304 - Montréal (Québec) H2L 1H9  
Tél.: (514) 524-6831 (sans frais) 1-800-361-0635  
Numéro d'enregistrement d'organisme de charité habilité à  
émettre des reçus pour fins d'impôt: 0715771-50-08.

M. \_\_\_\_\_  
Mme \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Ville \_\_\_\_\_  
Province \_\_\_\_\_ Code postal \_\_\_\_\_

Ci-joint la somme de \_\_\_\_\_

chèque  
 VISA



mandat-poste  
 MASTERCARD



Numéro de carte de crédit \_\_\_\_\_

Date de validité \_\_\_\_\_

Date d'expiration \_\_\_\_\_

Signature \_\_\_\_\_

# Nous sommes de plus en plus **grands**

par Benoît CHAPDELAINÉ

---

**Depuis un siècle, la taille des hommes  
de toutes races n'a cessé d'augmenter.  
Comment expliquer  
ce changement de stature ?**

---

**L**es Japonais seront peut-être bientôt aussi grands que les Américains si la tendance actuelle se poursuit, écrivent des chercheurs nippons dans l'*American Journal of Physical Anthropology*.

*Les adultes japonais ont grandi en moyenne de 5 centimètres, entre 1961 et 1981. C'est un accroissement considérable pendant une si courte période. À titre de comparaison, les Américains ont grandi d'environ un centimètre par décennie, entre 1880 et 1950, pour se stabiliser autour de 1,75 mètre. En 1981, la moyenne japonaise adulte était de 1,69 mètre. Les Canadiens, avec une moyenne établie pour les hommes à 1,71 mètre et, pour les femmes, à 1,58 mètre sont toujours plus petits que les Américains et à peine plus grands que les Japonais d'aujourd'hui.*

*Bien des raisons ont été avancées pour expliquer l'augmentation de la taille des humains depuis un peu plus d'un siècle. Cela va des progrès de la médecine à la fin du travail des enfants, en passant par des changements génétiques, une meilleure alimentation et le port de vêtements plus légers et plus confortables !*



GOLDSTYN

Jacques Goldstyn



Meubles Astérix inc.

*Fauteuil et tabouret à hauteur réglable (voir en mortaise). Le mobilier actuel s'adapte de plus en plus aux différentes tailles des personnes et sa conception répond davantage aux besoins ergonomiques.*

### L'AUTORITÉ EMPÊCHE DE GRANDIR

« La première cause profonde, c'est l'industrialisation », estime Francis Forest, anthropologue à l'Université de Montréal, passionné par les « hauteurs » humaines. « L'alimentation, qui est souvent la raison avancée pour expliquer l'évolution de la taille, est un facteur marginal. On ne grandit pas à cause de l'alimentation. C'est vrai quand on est au Biafra ou en Éthiopie, mais pas ici. »

Le professeur Forest ne croit pas non plus que des changements d'ordre génétique aient pu modifier substantiellement la taille moyenne des individus depuis 150 ans. Cette théorie est indéfendable, estime-t-il, compte tenu de la période relativement courte pendant laquelle les changements se sont produits. Il cite en exemple une étude sur les immigrants japonais aux États-Unis. Il a été démontré que les enfants d'immigrés sont beaucoup plus grands que leurs parents, mais ils possèdent les mêmes gènes et mangent sensiblement la même nourriture...

« Le fait qu'on ait tant de personnes longilignes aujourd'hui, dit M. Forest, viendrait, entre autres, de l'éclatement de l'autorité. Cet éclatement est lui-même une conséquence de l'industrialisation et de l'évolution sociale. » Il appuie ses dires sur une enquête menée dans deux orphelinats d'Allemagne après la Deuxième Guerre mondiale. Les élèves de l'un des établissements

ont grandi plus vite que ceux de l'autre qui jouissaient pourtant d'une meilleure alimentation. L'explication retenue : la directrice du second orphelinat aurait retardé le développement des enfants par son autoritarisme aigu. Un jour, on a « interchangé » les directrices et l'évolution morphologique des enfants s'en est ressentie, assure M. Forest. Ce dernier mentionne également que les bébés se développent généralement plus vite quand on leur procure de l'affection plutôt qu'une certaine froideur.

### LES PLUS RICHES SONT PLUS GRANDS

La dernière enquête nationale sur la taille des Canadiens a été effectuée au début des années 1980 par Nutrition Canada. Elle indique qu'en 1972, les Canadiens adultes mesuraient en moyenne 1 centimètre de plus qu'en 1953. L'enquête ne fait pas de distinction entre Canadiens français et Canadiens anglais ou entre les provinces, mais elle classe à part les Indiens et les Inuit. En 1972, les Inuit mesuraient en général 8 centimètres de moins que les Canadiens, une différence d'origine génétique, selon les auteurs.

La même enquête indique que les personnes de grande taille proviennent généralement de milieux socio-économiques plus élevés. « Au Québec, fait remarquer Francis Forest, on a été longtemps plus petits que les Canadiens anglais, mais on commence à les

rattraper. Et dans une entreprise, il est prouvé que les cadres sont généralement plus grands que les travailleurs. »

Au fil du temps, les changements de taille des humains ont eu plusieurs conséquences industrielles, pas toujours évidentes. Les portes, par exemple, n'ont pas toujours mesuré 2 mètres de hauteur comme maintenant. Les plafonds ont déjà été plus bas et les lits plus petits – il suffit d'une visite dans un village historique pour s'en convaincre. Les chaises et les tables ont aussi varié dans leurs dimensions, mais pas pour les mêmes raisons...

### DU MOBILIER POUR TOUTES LES TAILLES

« Curieusement, explique Pierre Buzzel, de l'École de design industriel de l'Université de Montréal, les chaises étaient plus hautes il y a 100 ans, même si les gens étaient plus petits. En fait, ce sont les chaises qui étaient mal ajustées à la taille des gens. Les recherches en ergonomie ont permis d'établir de meilleurs standards. » M. Buzzel s'indigne cependant de ce que les normes de fabrication canadienne soient largement fondées sur la taille des Américains légèrement plus grands que nous.

Chez Meubles Roxton Limitée, à Waterloo (Québec), on ne constate pas de différence entre les dimensions d'hier et d'aujourd'hui, même si l'entreprise fabrique du mobilier depuis près d'un siècle. « À ma connaissance, les sièges des chaises ont toujours été à 45 centimètres de hauteur », affirme Paul Ballard, un ex-gérant de production.

« Aujourd'hui, on fabrique de plus en plus des chaises et des tables à hauteur réglable », fait remarquer Francine Jones, de l'Association des fabricants de meubles du Québec. Elle prédit que ces nouveaux meubles conçus à l'origine pour le bureau, seront de plus en plus présents à la maison. Mais à vrai dire, les chaises réglables relèvent davantage du confort individuel que d'une adaptation au changement de taille des humains depuis 100 ans. Car, jusqu'à preuve du contraire, nos petits-enfants qui s'y assoiront ne seront tout de même pas... des géants ! □



TOUT POUR L'ORNITHOLOGUE

MATÉRIEL  
POUR LES AMATEURS  
DE SCIENCES NATURELLES

GROS DÉTAIL

— DIFFUSION —  
CATALOGUE GRATUIT SUR DEMANDE

LIVRES • DISQUES • JUMELLES  
NICHOURS • MANGEOIRS  
ABREUVOIRS POUR COLIBRIS  
APPEAUX • GRAINS • LOUPES  
FILETS À PAPILLONS  
HERBIERS • CONSEILS • ETC.



**BUSHNELL**  
DIVISION DE BAUSCH & LOMB

JUMELLES • LUNETTES  
TÉLESCOPES • TRÉPIEDS  
À PRIX RÉDUITS

LE CENTRE DE CONSERVATION  
DE LA FAUNE AILÉE DE MONTRÉAL

7950, RUE DE MARSEILLE  
MONTRÉAL QC H1L 1N7  
(MÉTRO HONORÉ-BEAUGRAND)

Tél.: (514) 351-5496

## CANMET

Centre canadien de la  
technologie des  
minéraux et de l'énergie

Canada Centre for  
Mineral and Energy  
Technology

### PROGRAMME DE CONVERSION ÉNERGÉTIQUE

Dans le cadre du Programme de conversion énergétique, le Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET) distribuera, cette année, 3 millions de dollars à des sociétés désireuses de mettre au point des techniques reliées à l'énergie.

En vertu de ce Programme, le gouvernement fédéral pourra assumer jusqu'à 50 % du coût des contrats relatifs à des projets de recherche à court terme et présentant des risques élevés.

On suggère aux sociétés de présenter des projets relevant des domaines suivants : l'utilisation non polluante du charbon, la récupération assistée du pétrole et du bitume, la transformation du pétrole et du bitume en carburants, la conversion du gaz naturel et les équipements énergétiques.

Pour plus de renseignements, s'adresser au :

Bureau de promotion commerciale  
Laboratoires de recherche sur l'énergie  
CANMET  
555, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0G1  
(613) 995-1493



Énergie, Mines et  
Ressources Canada

Energy, Mines and  
Resources Canada

L'hon. Jake Epp,  
Ministre

Hon. Jake Epp,  
Minister

Canada

**L'ÉNERGIE DE NOS RESSOURCES**

**NOTRE FORCE CRÉATRICE**

375 124

...PERSONNES  
SONT EN AMOUR  
AVEC LEUR PLANCHE À VOILE



*Pour tout le monde...  
pour la vie!*

PARTICIPATION



---

*Pourquoi vieillit-on ?  
Une horloge biologique  
semble indiquer  
à tout organisme quand  
il est temps de s'arrêter,  
mais pourquoi ?  
La nature a des raisons...*

# LE TEMPS D'UNE VIE

---

**L**e vieux pêcheur cajun, à 67 ans, est toujours alerte. Lorsque vient la saison, son petit bateau suit les bancs de crevettes à l'intérieur des bayous. « Je pêche pour mon plaisir personnel », dit-il. Derrière sa maison juchée sur des pilotis, il entretient un grand jardin et un goyavier qui lui donne annuellement plusieurs douzaines de fruits dorés que notre homme transforme en confiture.

Soudain, le pêcheur s'arrête et regarde ses mains gercées et ternies par les années, comme si le temps le pressait d'un peu trop près. « Vous savez, ce n'est pas un honneur que de vieillir. Votre corps n'obéit plus aux commandes. Des maladies vous guettent à tous les jours. C'est comme si la vie vous échappait. Non, ce n'est vraiment pas un honneur. »

---

par Sylvie GOURDE et Ivan LAMONTAGNE

S'il avait vraiment vécu, le fameux Faust serait parfaitement d'accord avec lui. Le personnage légendaire, rongé par un début de sénilité, le corps vieilli et fatigué, a même imploré le diable de lui redonner une jeunesse éternelle. L'histoire veut que ce dernier ait répondu à sa demande... en échange de son âme. Mais, justement, ce n'est qu'une histoire.

Que nous le voulions ou non, tous sans exception, nous devons vieillir un jour. Et mourir. Cette règle s'applique non seulement à l'être humain, mais aussi aux espèces animales et végétales. Comme ces cocotiers qui, après 80 années d'une existence paisible, voient leur cime se recouvrir de fleurs et de fruits pour ensuite s'assécher et mourir lentement.

La question est de savoir pourquoi et comment on vieillit. Que se passe-t-il à l'intérieur même des cellules des organismes vivants qui leur enjoint de cesser d'exister, d'abandonner? Pourquoi certains humains sont-ils fatigués de vivre à 65 ans alors que d'autres – beaucoup plus rares, il faut le dire – font la manchette des journaux avec leur vénérable centenaire?

### VIVRE JUSQU'À 120 ANS

Des gérontologues du monde entier se rendent régulièrement dans certaines régions montagneuses, comme le Caucase, le Cachemire et l'Équateur où des vieillards de plus de 100 ans constitueraient un pourcentage étonnant de la population locale. Au recensement de 1970, dans le Caucase, on aurait dénombré entre 4 500 et 5 000 personnes centenaires. Cependant, l'absence d'états civils ou de certificats de naissance complique quelque peu la tâche des chercheurs. En 1973, le Dr Alexander Leaf du Massachusetts Hospital, à Boston, a étonné la communauté scientifique en établissant l'âge plus que respectable d'un habitant de l'Azerbaïdjan à 168 ans... Le fait que ces gens vivent tous dans des montagnes isolées est le seul point commun de toutes ces longévités hors de l'ordinaire. C'est du moins ce qu'on a trouvé jusqu'à maintenant.

Toutefois, c'est un Japonais, M. Shigechizo, qui a atteint l'âge le plus

avancé, avec preuve à l'appui: il est mort à l'âge de 120 ans, 7 mois et 22 jours, et il avait 6 ans lors du premier recensement du Japon, en 1871. Il ne faudrait pas croire, pour autant, que chaque être humain a une espérance de vie de 120 années. Cette longévité potentielle signifie qu'au moins un individu de l'espèce a déjà atteint 120 ans.

On pourrait aussi parler de la longévité moyenne, soit l'espérance de vie d'une population donnée. Ainsi, celle des Occidentaux atteint 70 ans, alors que dans certains pays du tiers monde, elle n'est que de 35 à 40 ans. En fait, la longévité moyenne d'une population semble être directement proportionnelle à ses conditions de vie, tant hygiéniques qu'alimentaires ou sociales.

### MATURITÉ SEXUELLE ET LONGÉVITÉ

Des recherches américaines tentent de démontrer que la longévité d'une espèce dépend essentiellement de la durée de son développement juvénile. Les espèces où la maturité sexuelle survient tard dans la vie, comme c'est le

cas chez l'être humain, chez certains cétacés ou chez les grands primates, ont plus de chances d'atteindre des âges avancés.

Selon cette hypothèse, on estime qu'une année de la vie d'un chat domestique équivaut à quatre ans pour nous, sa puberté survenant à l'âge de six ou sept mois alors que la nôtre attend entre 12 et 15 ans avant de se manifester. De même, les petits animaux qui deviennent adultes quelques semaines seulement après leur naissance ont très peu de chances de vivre vieux. La musaraigne, petit mammifère insectivore, naît, se développe, se reproduit et meurt en une seule année.

Quant aux baleines et aux cachalots qui deviennent adultes au début de la vingtaine seulement, ils vivent jusqu'à 70 ans. Les éléphants, eux, peuvent atteindre 60 ans alors que leur « ennemi mortel », la souris, a une longévité de 5 à 7 ans. On serait peut-être tenté de croire que les plus gros survivent aux plus petits, mais il y a toujours des exceptions. Ainsi, certaines espèces de chauves-souris qui, malgré leur taille, ont des longévités exceptionnelles de 30 ans. Les chercheurs croient que le



*L'alligator bat tous les records de longévité chez les amphibiens. Cet alligator américain est âgé de 60 ans.*

ralentissement temporaire de leur métabolisme lors de l'hibernation leur permet de vivre plus longtemps.

De tout le règne animal, ce sont évidemment les tortues des Seychelles et des îles Galapagos qui sont les plus imperméables au temps. Des histoires remontant au 18<sup>e</sup> siècle décrivent des tortues qui vivraient toujours aujourd'hui ou qui ne seraient mortes que récemment. Au Muséum de Paris, une tortue des Seychelles, âgée de 150 ans, rône au milieu des pensionnaires de la ménagerie.

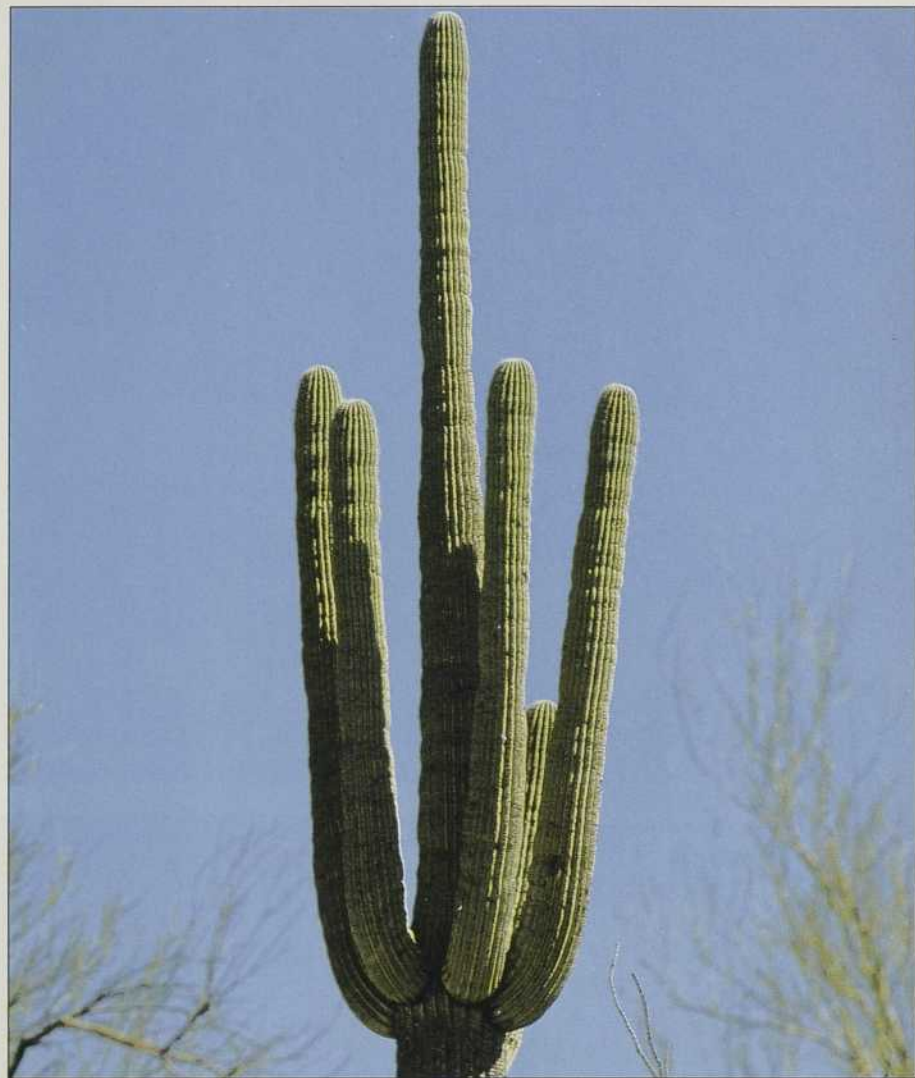
Parmi les amphibiens, l'alligator américain surprend avec ses 60 ans et plus. Mais chez les poissons, ce sont les esturgeons qui démontrent le plus de longévité. Avec leurs anneaux de croissance pour déterminer leur âge, il n'est pas rare de rencontrer des octogénaires, alors que l'âge moyen d'un poisson est de 5 à 20 ans. Et que penser de Shirley, un homard récemment pêché et relâché au large de Portland (Maine)? Plus de 11 kilogrammes de chair tendre et un âge estimé à 125 ans.

Et puis il y a la carpe qui a failli être la source d'un élixir de longévité. Elle le deviendra peut-être un jour! Un chercheur du 19<sup>e</sup> siècle avait expérimenté sur lui-même la «longévine», une protéine tirée de la flore intestinale de la carpe. Mangeant des viscères de carpe une fois par semaine, l'homme de 92 ans faisait état dans ses rapports d'une nouvelle vigueur sexuelle et d'une meilleure santé en général.

Au début des années 80, d'autres chercheurs ont étudié l'excellent état de santé et la vigueur des habitants très âgés de certaines îles. On a ainsi découvert que leur diète était composée essentiellement de poissons entiers. Quant à la longévine, elle accroît effectivement la longévité... des souris de laboratoire.

## LE SECRET DES VÉGÉTAUX

À Tucson, en Arizona, on vient de découvrir un cactus *saguaro* qu'on a surnommé «Old Grand Daddy» et qui surplombe tous ses congénères au pied des Rincon Mountains. Son âge: entre 250 et 300 ans. La longévité normale d'un cactus de cette espèce dépasse normalement 200 ans. Les botanistes expli-



Ivan Lamontagne

Un cactus *saguaro* dont l'âge se situerait entre 250 et 300 ans. Ayant largement dépassé la moyenne de longévité de son espèce, les scientifiques expliquent la durée de «Old Grand Daddy» par des conditions environnementales des plus favorables.

quent la longue vie de ce cactus par une «bonne vie». À l'abri des tempêtes et des vents qui frappent souvent cette région, sa situation le protège également du gel, mortel pour la flore du désert.

Le «Angel Oak», vieux chêne situé en plein cœur de Charleston, en Caroline du Sud, est sur le point de subir un procès. La ville a décidé d'établir un parc autour du noble vieillard. Âgé de 1511 ans, il serait l'organisme vivant le plus vieux à l'est des Rocheuses. À l'extrême ouest du continent américain, les séquoias et les pins de Californie règnent sur les forêts environnantes avec des spécimens de 3 500 et 4 000 ans respectivement.

Un naturaliste du 19<sup>e</sup> siècle ne voyait qu'une explication à la longévité des plantes. Il considérait que les végétaux n'ont pour ainsi dire pas de «terme défini d'existence». Ils peuvent mourir de maladies, de mauvaises conditions extérieures, d'accidents ou des actions de l'homme, mais non de vieillesse. Plus tard, au 20<sup>e</sup> siècle, un botaniste du nom de Wildemant ajoutait à cette théorie la notion d'immortalité des végétaux. Selon ses recherches, après avoir atteint sa pleine maturité, le végétal peut, sauf accident, demeurer éternellement dans cet état.

Par exemple, des spécialistes étudiant de près l'olivier et son étonnante capacité de produire des rameaux

répartis un peu partout sur son tronc ont constaté que cet arbre peut avoir une existence « théoriquement » éternelle.

Un environnement particulièrement hostile semble parfois favoriser le développement de réflexes de survie assurant la longévité. Ainsi, un vulgaire buisson d'herbages nommé *Larrea tridentata* ou « creosote bush », découvert dans un désert du sud-ouest des États-Unis, a révélé un âge de 11 700 ans. Une réserve naturelle de 4,5 hectares a été créée tout autour du buisson par les botanistes de l'Université de Californie pour étude ultérieure.

### LES RIDES DES CELLULES

La première ride, le premier cheveu blanc ou la première tache brune sur le dos de la main sont tous des signes d'une évolution irréversible: le temps fait son œuvre, on ne peut y échapper. Mais, s'il faut mourir un jour, pourquoi doit-on vieillir? Pourquoi ne s'éteint-on pas doucement sans maladies, ni courbatures, le corps aussi solide qu'un Angel Oak?

Au début du siècle, des scientifiques ont cru que les cellules humaines placées dans un « environnement convenable » pouvaient vivre éternellement. La théorie n'a pas survécu à l'avancement de la science et, en 1961, le Dr Leonard Hayflick démontrait que les fibroblastes des cellules ne se divisent que 65 fois pendant une période donnée au cours d'une vie, puis cessent leur division et meurent. Une horloge interne annonce-t-elle la fin de la partie? Presque. Les photographies de jeunes et de vieilles cellules démontrent clairement la différence: la plus jeune présente un fibroblaste élastique tandis que la plus âgée, complètement déformée, fait penser à une peau toute ridée.

Au Gerontology Research Center, à Baltimore, une recherche longitudinale de 25 ans implique présentement quelque 1 000 Américains âgés entre 20 et 96 ans. Des résultats prou-

vent l'apport de l'hérédité quant à la vitesse à laquelle les cellules se détériorent au fil du temps. En fait, les changements physiologiques associés au vieillissement commenceraient à se manifester dès l'âge de 30 ans.

« Si vos parents ou vos grands-parents sont morts relativement jeunes, vous n'avez statistiquement pas beaucoup de chances d'atteindre un âge très avancé, dit le Dr Emil Skamene, immunologiste à l'Hôpital général de Montréal. Même si vous avez un style de vie très sain, ce sont vos gènes qui mènent le bal. »

Le Dr Skamene travaille en étroite collaboration avec le Centre d'études sur le vieillissement de l'Université McGill. Ses expériences avec des souris provenant d'un peu partout dans le monde visent à déterminer les changements survenus dans leurs gènes selon un type précis d'environnement et de conditions sociales. « Le but des recherches, dit-il, est d'identi-

fier ce qui fait vieillir un individu prématurément. Ce peut être une enzyme, une protéine, on ne sait pas. Les recherches ne font que débiter. »

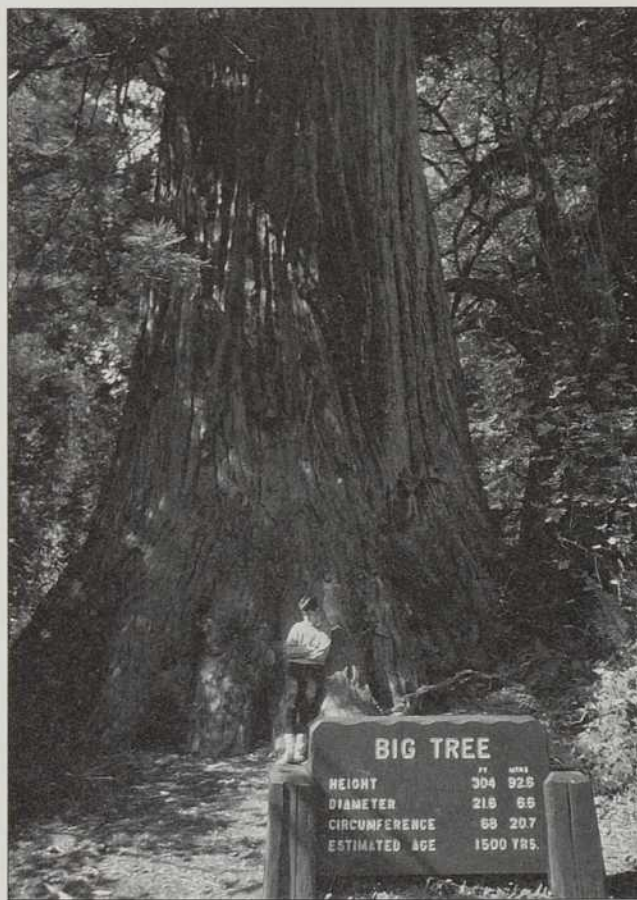
« Jusqu'à tout récemment, tout le monde tenait pour acquis le processus du vieillissement, quelque chose de tout à fait naturel, d'indiscutable », dit pour sa part le Dr Eugenia Wang, biologiste cellulaire de l'Institut Lady Davis de recherches médicales et directrice du Bloomfield Center for Research on Aging de Montréal. « On tient tous pour acquis que le soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest, mais les géophysiciens sont allés plus loin et en ont découvert la raison. Pourquoi ne pas savoir ce qui se passe dans nos cellules lorsqu'on vieillit? »

### UNE HORLOGE INTERNE

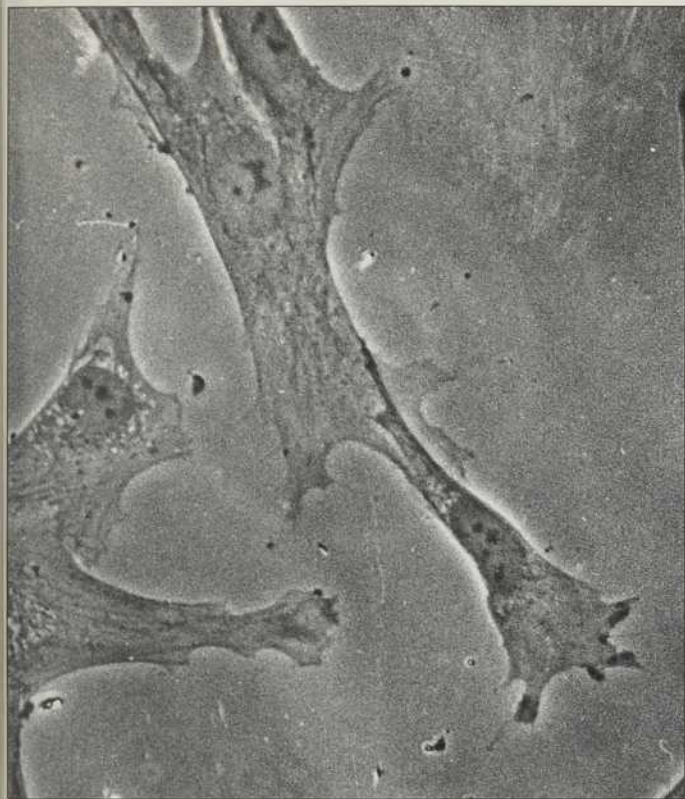
À la suite de la découverte du Dr Hayflick, on croyait, à tort, que les cellules cessaient de se diviser tout simplement à cause d'un manque soudain d'éléments nutritifs nécessaires à leur développement. D'innombrables théories ont noirci les pages des revues médicales du monde entier. Comme celle de la « catastrophe ». Une erreur s'introduirait dans la cellule à chaque division et, après 65 opérations semblables, le trop grand nombre d'erreurs ferait « sauter » le mécanisme. D'où la mort de la cellule.

Aujourd'hui encore, les scientifiques ne sont toujours pas d'accord sur une seule et unique théorie. De plus en plus de laboratoires étudient différentes causes du processus de vieillissement. Certains se penchent sur les « oxydants » produits par notre propre organisme, des poisons que les enzymes se chargent de détruire. La longévité pourrait être liée à cette protection qui, dans certains cas, laisserait passer trop d'oxydants à travers ses filets.

La théorie du Dr Hayflick, celle de l'horloge interne, s'est gagnée de nombreux adeptes. Le Dr Calvin Harley, biologiste moléculaire de l'Université



Ce chêne de 926 mètres de hauteur règne au cœur de Charleston, en Caroline du Sud. Il aurait plus de 1 500 ans d'existence.



Dr Eugenia Wang / Institut Lady Davis de recherches médicales

*Photos d'une jeune et d'une vieille cellule. Sur la photo de gauche, on remarque des fibroblastes élastiques proliférant au cœur d'une cellule prélevée chez un donneur de huit semaines fœtales. À droite, la cellule est déformée par des fibroblastes sénescents qui proviennent d'un donneur âgé de 72 ans. Les changements physiologiques associés au vieillissement commenceraient à se manifester dès l'âge de 30 ans.*

McMaster, à Hamilton, étudie le stade final de la cellule, juste avant la fin de sa série de divisions. Il croit que les gènes et les protéines porteuses du dernier message sont directement responsables du processus de vieillissement.

Le Dr Eugenia Wang soutient également cette idée. Elle a effectué des recherches pendant six ans sur les causes du cancer, à l'Université Rockefeller, avant de se tourner vers un nouveau champ de recherche. « En travaillant sur les causes du cancer, qui est un état anormal de la cellule, explique-t-elle, je me suis demandée pourquoi une cellule désobéissait ainsi aux règlements et devenait une tumeur. Mais je me suis rendu compte que, pour comprendre une situation anormale, il faut d'abord comprendre la situation normale des cellules. C'est ainsi que j'ai décidé d'étudier le processus normal des cellules. » Et le Dr Wang a découvert que ce « processus normal » est le vieillissement.

### PEUT-ON RAJEUNIR ?

Les études du Dr Wang sur le vieillissement se poursuivent depuis huit ans et une importante découverte lui est attribuée. Étudiant les protéines présentes dans les vieilles cellules, mais absentes dans les toutes jeunes, elle a pu repérer le « statin », une protéine visible seulement dans les cellules âgées.

Pendant ce temps, un immunologiste de Kingston, en Ontario, le Dr Myron Szewczuk, est arrivé à la conclusion que l'on peut rajeunir un organisme en lui injectant de jeunes cellules génétiquement identiques. Du moins, chez les souris de son laboratoire. Certaines plus âgées furent mises en présence d'un agent infectieux, mais n'ont pu le combattre à cause d'anticorps produits par leur organisme pour contrecarrer l'action des vrais anticorps, autrement dit, des anti-anticorps – qu'on n'a pas retrouvés chez les jeunes cellules. Des cellules plus jeunes ayant été transplantées chez ces

mêmes souris âgées, leur système a réagi en chassant l'infection. Non seulement les rongeurs ont retrouvé la santé, mais ils ont vécu beaucoup plus longtemps que prévu.

Dans la série des théories nouvelles, un chercheur de Boston a découvert un gène « périodique » en étudiant les mouches à fruit. Ce gène contrôle les rythmes de chaque fonction, du développement à la maturité sexuelle (ou à la période de reproduction), et détermine la durée de chacune. Serait-ce une autre piste ?

Par ailleurs, il ne faudrait pas oublier la diète miracle, une idée qui circule depuis 1935. Des chercheurs avaient alors démontré qu'une diète faible en calories avait augmenté la longévité des animaux de laboratoire.

Inscrit au cœur même de la nature, le phénomène de la longévité fascine et intrigue. Et toutes les recherches portant sur le vieillissement des organismes sont encore loin d'en avoir élucidé tout le mystère. □

# Le ciel à la mode « fluo »

par Raynald PEPIN

« Ça ressemble au ciel nocturne au-dessus d'une ville. La plupart du temps, la lumière est blanche, mais c'est particulièrement beau quand elle est verte. Souvent, j'ai eu l'impression que c'était vivant, que ça changeait de place. »

La personne qui s'exprime ainsi, ayant passé un an à la baie James, a eu l'occasion d'observer de nombreuses aurores polaires (appelées boréales ou australes, selon que l'on se trouve dans l'hémisphère Nord ou Sud). Pour la majorité d'entre nous, gens du « sud », ce spectacle mystérieux n'est pas aussi fréquent. Cet automne, toutefois, il y aura probablement des représentations supplémentaires. Le Soleil, à la source des aurores polaires, se trouve en effet dans une période d'activité maximale, comme à tous les 11 ans environ. Le « vent solaire », ce flux de particules chargées émises par le Soleil, est plus intense que d'habitude.

À proximité de la Terre, les particules chargées, principalement des électrons et des protons, sont piégées dans le champ magnétique terrestre. La configuration de ce champ fait qu'à des altitudes de plusieurs centaines ou milliers de kilomètres, les particules chargées vont et viennent entre les pôles magnétiques Nord et Sud. La convergence des lignes de champ près d'un pôle magnétique a pour effet d'exercer sur les particules chargées une



force qui tend à leur faire rebrousser chemin et à les renvoyer à l'autre pôle. Un électron d'énergie moyenne peut ainsi faire l'aller-retour entre les deux pôles en quelques secondes.

Les particules énergétiques, en majorité des électrons, s'approchent donc suffisamment de la Terre, aux environs des pôles magnétiques, pour interagir avec les atomes et molécules de l'atmosphère terres-

LA QUESTION  
DU MOIS

## VIS TA VINAIGRETTE

Quand on fait une salade, il est recommandé d'essorer la laitue qu'on vient de laver. Pourquoi est-il préférable d'enlever le plus d'eau possible à la laitue avant d'y ajouter la vinaigrette ?

Envoyez votre réponse, avec vos nom et adresse à :

LA DIMENSION CACHÉE  
Raynald Pepin a/s Québec Science  
2875, boul. Laurier, Sainte-Foy (Québec)  
G1V 2M3

La personne gagnante du mois de juillet-août 1989 est : **Mme Fleurette Falardeau, 861, 1<sup>re</sup> Rue Est, Amos (Québec), J9T 2W3** - Pour sa réponse à la question « La collection été », cette personne recevra un exemplaire de l'ouvrage *Agenda Loisir* (une valeur de 24,95 \$), gracieuseté des Presses de l'Université du Québec.

Les règlements de ce concours sont disponibles à l'adresse de Québec Science.

## RÉPONSE

*Le tonnerre éclate 6 secondes après l'éclair et dure 8 secondes. Quelle est la longueur de l'éclair ?*

La lumière de l'éclair est vue presque instantanément, mais le son se propage à environ 340 mètres par seconde (m/s). La base de l'éclair est donc à 2 kilomètres (340 m/s X 6 s). Le son provenant du haut de l'éclair prend 14 secondes avant d'arriver. La distance parcourue est donc de 4,8 kilomètres. Grâce à Pythagore, on calcule que la longueur approximative de l'éclair est de  $\sqrt{(4,8^2 - 2^2)} = 4,4$  kilomètres (en supposant que l'éclair est à peu près vertical).

## Du nouveau dans l'antirouille

*Une formule brevetée,  
vous permettant de conserver  
votre véhicule durant 15 ans.*

### La rouille

Parmi tous les problèmes auxquels doivent faire face les automobilistes, celui de la rouille en est un de taille. La rouille, hydroxyde de fer, produit de la corrosion du fer en présence de l'oxygène de l'air et en milieu humide, est un mal naturel qui affecte les véhicules. Il existe deux types de rouille: la rouille de surface et la rouille interne. La première origine de la disparition de la couche de peinture protectrice et la deuxième, beaucoup plus grave, ronge le métal à partir du dessous de la carrosserie.

### La mise au point

En partant du principe qu'il fallait protéger le métal de l'action néfaste de l'eau, de l'humidité et du calcium avec un enduit d'huile, il se révéla important de considérer les caractéristiques du produit à mettre au point. L'enduit devait être bien adhérent aux surfaces traitées, aussi limpide que possible ou mieux encore incolore, inodore ou du moins d'odeur agréable.



Suzanne Coulombe, André Tremblay et Marc Carreau du CRIQ ont travaillé à la réalisation de ce projet.

### La recherche

Au début des années 80, le CRIQ s'est impliqué dans la mise au point d'un produit antirouille pour la firme "Antirouille à l'huile Métropolitain inc.". Cette petite entreprise familiale a maintenant pignon sur rue à St-Louis-de-France, Québec, Longueuil, Laval, et bientôt Lévis (juin 89). Le CRIQ, toujours associé à l'amélioration de ce produit, a de nouveau été sollicité en 1988 pour une révision majeure de sa formulation. Les travaux, entrepris par le CRIQ et poursuivis par la firme elle-même, ont permis la mise au point d'un produit antirouille nettement amélioré: meilleure adhérence au métal, meilleure protection contre la corrosion et pratiquement sans odeur.

### Le secret

L'huile chauffée à (52 °C) est projetée sous pression. L'enduit pénètre donc aisément dans tous les replis de la carrosserie, et ce aussi facilement que l'eau peut le faire; lors de l'application du produit l'on peut remarquer que l'huile Métropolitain ressort toujours par les mêmes interstices que l'eau. Cette huile imbibe les tôles et son action pénétrante combinée à une facilité d'adhésion travaille plus d'un an.

### Un investissement sûr !

Un calcul simple permet de constater que pour un investissement de moins de (55 \$) par an, vous évitez des réparations majeures à la carrosserie, vous pouvez facilement retarder de quelques années l'achat d'un autre véhicule et obtenir une meilleure valeur de revente, soit une économie de plusieurs milliers de dollars, ce qui fait de l'Antirouille à l'huile Métropolitain un placement sûr !

### La garantie

Antirouille à l'huile Métropolitain vous offre une garantie d'un an. Si le véhicule reçoit le traitement tous les ans, la garantie se prolonge pour une durée de 15 ans.

### Maintenant cinq succursales

Antirouille à l'huile Métropolitain a maintenant cinq succursales à travers la province: à Québec, au 2655, boul. Hamel, (418) 687-5660, à Trois-Rivières (St-Louis-de-France), au 1600, boul. Saint-Louis, (819) 378-8222, à Longueuil, au 340, boul. Rolland-Therrien, (514) 651-5531, à Laval, au 600, boul. Saint-Martin est, (514) 668-9883 et au 3760, boul. de la Rive-Sud, Saint-David (Lévis), (418) 833-3411.

**ANTIROUILLE ?**  
à l'huile  
Métropolitain

re et produire la lumière aurorale. Un électron frappant un atome lui transfère de l'énergie et ainsi l'excite ou l'ionise. Après un temps relativement court, l'atome excité se désexcite en émettant l'énergie excédentaire sous forme de lumière. Ce processus, qui s'appelle la fluorescence, est à la base du fonctionnement des tubes fluorescents (on l'aurait deviné!) et de la télévision. Lors d'une aurore polaire, l'atmosphère joue, en quelque sorte, le rôle d'un immense écran de télévision!

Puisque les électrons sont focalisés dans la région des pôles magnétiques, c'est près et autour de ces régions que l'on observe surtout des aurores boréales. Le pôle géomagnétique de l'hémisphère Nord est situé vers l'extrémité nord-ouest du Groenland. Pour cette raison, on observe plus d'aurores boréales à la baie James que dans le sud du Québec, et plus au Québec qu'en Europe. D'autre part, une activité solaire intense injecte davantage de particules chargées dans le champ magnétique terrestre: les aurores polaires sont alors plus brillantes et s'étendent davantage vers le sud (dans l'hémisphère Nord). La panne d'électricité générale du 13 mars dernier avait été provoquée par une activité solaire intense, qui a aussi eu pour effet d'engendrer des aurores brillantes jusqu'aux Bahamas!

Les molécules d'azote ionisées émettent dans le bleu et le violet. Les atomes d'oxygène excités émettent surtout de la lumière verte et, parfois, dans les hautes altitudes (200 à 400 kilomètres), de la lumière rouge peu intense. Cela ne signifie pas que l'on bénéficie de la télévision en couleurs. En effet, la lumière d'une aurore polaire est généralement peu intense. C'est pourquoi, étant donné la luminosité ambiante de la ville qui peut facilement occulter celle d'une aurore, il est préférable de sortir de la ville pour observer ce phénomène. Dans ces conditions, les cellules rétinienne de l'œil responsables de la vision des couleurs, les cônes, sont inopérantes (voilà pourquoi on ne distingue pas les couleurs dans la pénombre). Seules les cellules appelées bâtonnets restent sensibles, fournissant une image en « noir et blanc ». La plupart des aurores de faible intensité apparaissent donc blanchâtres. Dans le cas d'aurores intenses, il est possible d'observer du jaune, parce que la perception simultanée du vert et du rouge donne une impression de jaune.

Les aurores boréales sont une belle excuse pour aller à la campagne cet automne!

## LA POULE AUX ŒUFS DURS

Il n'est jamais drôle de découvrir un ou deux œufs cassés dans la douzaine qu'on vient d'acheter. C'est que les poules plus âgées pondent des œufs à la coquille moins solide et que ça coûte cher de vérifier le produit. Mais un test simple et économique permet de mesurer la densité de la coquille: faire flotter l'œuf dans des seaux d'eau contenant différentes concentrations de sel. Plus la concentration est élevée, plus la coquille est solide. On pourrait ainsi choisir des poules qui pondent des œufs plus solides et éviter les pertes. Ça ne vaut peut-être pas une mine d'or, mais ça pourrait aider les mines de sel.



## UN GÈNE GÉNANT

Les techniques de clonage (duplication d'un organisme vivant à partir d'une de ses cellules) ont récemment permis à une équipe de recherche de reproduire un gène qui serait relié à certaines maladies, telles la schizophrénie, la dépendance aux drogues ou la maladie de Parkinson. On croit depuis longtemps que des défaillances dans le système de neurotransmission, au niveau du cerveau, sont responsables de tels désordres et le gène cloné est justement à l'origine de la production de la protéine qui est le récepteur d'un neurotransmetteur, la dopamine. Si ce gène est fautif, c'est peut-être qu'il lui manque certains atomes crochus.

## POUR LE PLAISIR DE FAIRE UNE MONTRE

Quel cadeau! La firme suisse Patek Philippe s'est offert pour son 150<sup>e</sup> anniversaire une montre en or 18 carats qui pourrait rapporter des millions de dollars dans une vente aux enchères. Il a fallu à Patek 5 ans et 1 600 plans pour fabriquer sa montre; elle contient 2 cadrans, 24 aiguilles, 68 ressorts, 126 rubis, 184 roues, 332 vis et un to-

tal de 1 728 pièces; elle pèse 1 kilogramme et fait 8,6 centimètres de diamètre; elle a 33 fonctions, dont un calendrier perpétuel, les années bissextiles, y compris à tous les 400 ans, la date de Pâques pour les 30 prochaines années, l'heure du lever et du coucher du soleil, une carte de la Voie lactée et de 2 800 étoiles de l'hémisphère Nord; elle carillonne aux demi-heures et indique s'il est temps de remonter le mécanisme, etc. Elle donne aussi l'heure, mais elle est moins précise qu'une montre au quartz...

## Y A PAS D'QUOI RIRE!

Une étude américaine tend à démontrer que l'exposition constante des personnes travaillant dans les cabinets de dentistes au protoxyde d'azote, un anesthésique aussi appelé «gaz hilarant», peut causer l'infertilité (tant chez les hommes que chez les femmes), les fausses couches et les difformités fœtales. Le gaz bloquerait dans l'hypothalamus une importante hormone de reproduction, entravant ainsi l'ovulation. Malgré cela, certains travailleurs médicaux et dentaires useraient du gaz hilarant comme drogue pour la détente, devenant même parfois dépendants. Si seulement le gaz lacrymogène avait lui aussi un effet contraire à ce que suggère son nom...



## PAPYRUS ET LASER

Ceux qui avaient prédit, avec l'arrivée de l'ordinateur, la disparition du papier ont peut-être été un peu vite en besogne. Non seulement la quantité de papier comme support imprimé a-t-elle augmenté, mais le «papier» pourrait bien servir au stockage direct de l'information. Voulant rendre le disque numérique plus mince et plus souple, les chercheurs ont en effet mis au point le «papier digital» à gravure et lec-

ture au laser. Avec moins de 80 microns d'épaisseur, ce support est aussi mince et souple que la feuille de papier ordinaire, et peut stocker l'équivalent de 1 600 disques compacts, soit 1 000 milliards d'octets - ce qui fait pas mal de mots par page.

## UN OBSERVATOIRE... SOUS TERRE



Pour observer les neutrinos du Soleil, rien de mieux qu'une énorme «piscine creusée», remplie de 1 000 tonnes d'eau lourde, à plus de... 2 000 mètres sous le roc ontarien. Huit universités de trois pays participeront à ce projet gigantesque, dans le but d'étudier ces particules fondamentales qui ont, entre autres, la particularité de traverser la matière à la vitesse de la lumière sans être altérés ou déviés, mais sont impossibles à détecter directement. Ils seront, croit-on, plus faciles à étudier en temps réel grâce à leurs réactions avec le deutérium de l'eau lourde. Mais la baignade est interdite par crainte de «coups de soleil».

## UN LOGICIEL POUR L'UNIVERS

Le génial informaticien américain Edward Fredkin a peut-être ajouté une pièce majeure au puzzle de l'univers: l'information. Selon lui, cette dernière serait même plus fondamentale que le duo matière-énergie. L'auteur de la «physique numérique» pense aussi que le temps et l'espace ne sont pas continus, que les atomes, les électrons et les quarks ne sont en fait que des unités binaires d'information, que l'univers, en somme, n'est qu'un gigantesque ordinateur, le tout régi par un logiciel qui doit répondre à une question. Laquelle? L'«informaticien-physicien-métaphysicien» sans diplôme universitaire n'a pas de réponse à cette question.

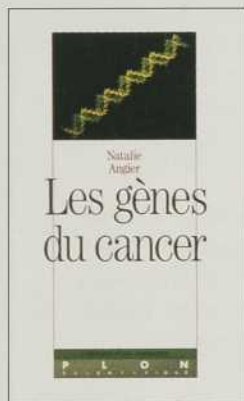
Le fil historique est un excellent conducteur de vulgarisation scientifique. L'histoire, utilisée comme source d'anecdotes ou comme objet même du livre, permet souvent d'explorer les chemins de la science à un rythme enlevant. Mais l'approche historique autorise surtout les lecteurs à découvrir étape par étape les obstacles, les erreurs, les échecs, les « coups de génie » et le dur labeur qui marquent presque toutes les découvertes et inventions, grandes ou petites. Elle montre la vraie nature du travail scientifique et non pas simplement ses manifestations les plus spectaculaires. L'histoire permet aussi de passer du simple au complexe, sans heurt. Il n'est donc pas surprenant de voir, sur les rayons des librairies, beaucoup de livres dont les auteurs prennent la voie de l'histoire pour aborder les sujets scientifiques. Ce mois-ci, nous présentons quatre exemples de ce phénomène.



**ORTOLI, Sven et KLEIN, Jean**  
*Histoire et légendes de la supraconduction*  
Éditions Calman-Lévy  
Paris, 1989, 215 pages  
ISBN 2-7021-1742-2

Avec *Histoire et légendes de la supraconduction*, Sven Ortoli et Jean Klein racontent l'histoire de la découverte de la supraconduction, cette propriété inusitée de la matière. Intercalés entre les chapitres de présentation des principes clés de la supraconduction, on retrouve des pastiches de contes et de courtes nouvelles d'auteurs connus comme Poe, Gogol ou Borges. Cet agencement, tout en donnant une vision différente, plus débridée du contenu du chapitre qui précède, per-

met aux lecteurs de se reposer un peu. Une démarche fort originale qui mérite d'être soulignée et même applaudie, car le résultat est attrayant et captivant, d'autant plus que le sujet n'est pas facile à vulgariser.



**ANGIER, Natalie**  
*Les gènes du cancer*  
collection Scientifique  
« Chronique d'une découverte »  
Éditions Plon  
Paris, 1989, 432 pages  
ISBN 2-259-02071-2

De son côté, la journaliste Natalie Angier convie les lecteurs, dans un style plus classique, à une rencontre historique tout aussi captivante. Dans *Les gènes du cancer*, elle décrit la vie quotidienne d'un prestigieux laboratoire de recherche sur les oncogènes, celui de Robert Weinberg, au Whitehead Institute for Biomedical Research de Cambridge. Ceux qui désirent connaître les dessous et les dessous de la recherche se doivent de lire ce livre qui, par ailleurs, est un excellent ouvrage de vulgarisation sur une voie de recherche très prometteuse dans le domaine du cancer.

**RAMUNNI, Jérôme**  
*La physique du calcul, histoire de l'ordinateur*  
collection Histoire et philosophie des sciences  
Éditions Hachette  
Paris, 1989, 287 pages  
ISBN 2-01-012417-0

*La physique du calcul* de Jérôme Ramunni amène les lecteurs du côté de la « vraie »

histoire des sciences, celle qui décrit rigoureusement les grandes étapes d'une invention ou d'une découverte. L'histoire de l'ordinateur qu'il propose est très instructive et bien vulgarisée. Ce livre devrait plaire à ceux qui ont le goût d'aller plus loin que l'anecdote.

Enfin, Josette Dall'Ava-Santucci, présidente de l'Association française des femmes médecins, signe une histoire des femmes en médecine. *Des sorcières aux mandarines* brosse un tableau clair de l'évolution de la perception des femmes médecins au cours de l'histoire. On y retrouve d'ailleurs des éléments très pertinents quant à certains débats contemporains, comme la place des sages-femmes ou la transformation de la pratique médicale par les femmes médecins. On y apprend que ce n'est pas d'hier

que les hommes considèrent la médecine comme une chasse gardée...



**DALL'AVA-SANTUCCI, Josette**  
*Des sorcières aux mandarines, histoire des femmes médecins*  
Éditions Calman-Lévy  
Paris, 1989, 266 pages  
ISBN 2-7021-1782-1.

À S I G N A L E R

**DE ROSNAY, Joël**  
*L'avenir en direct*  
Fayard, Paris, 1989, 464 pages

Transcription de 200 chroniques sur la science diffusées sur les ondes d'Europe 1. Les textes sont courts et se lisent très bien. Les sources de chaque texte sont fournies en annexe, ce qui permet aux lecteurs curieux d'aller plus loin.

**Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche**  
*La faune menacée au Québec*  
Publications du Québec  
Québec, 1989, 8,95\$, 69 pages

Excellente et indispensable brochure portant sur 10 espèces animales québécoises menacées. Elle contient une information



dense, de belles photographies et des cartes. Un petit guide pédagogique indique où, quand et comment utiliser la brochure. On peut aussi se procurer une série de 20 fiches sur la faune menacée au Québec au coût de 4,95\$.

**DURAND, Guy**  
*La bioéthique*  
collection Bref  
Éditions du Cerf-Fides  
France, 1989, 128 pages

Plaquette intéressante pour ceux qui voudraient réfléchir aux questions d'éthique qui touchent à la vie, que ce soit la reproduction in vitro, l'euthanasie, l'expérimentation sur des humains ou l'avortement. Pas si rébarbatif qu'il n'y paraît.

**LABORIT, Henri**  
*La vie antérieure*  
Les Éditions de l'Homme  
Montréal, 1989, 297 pages

Ouvrage autobiographique surtout accessible à ceux qui connaissent déjà l'œuvre du célèbre chercheur français et que n'effraie pas un certain jargon scientifique.

## Spécial espace

### ALERTE AUX DÉBRIS DANS L'ESPACE!

(Sylvie Gourde et Ivan Lamontagne)

Un vieux morceau de satellite par-ci, un étage de fusée par-là, l'orbite terrestre est encombrée par de très nombreux débris. Il devient de plus en plus hasardeux de s'y aventurer. Ces objets qui se promènent allègrement autour de la Terre sont-ils inoffensifs? détectables? D'où proviennent-ils? Sylvie Gourde et Ivan Lamontagne nous offrent un voyage sur l'autoroute déjà embouteillée de l'orbite terrestre.

### VOYAGEURS INFATIGABLES (Jean-Marc Carpentier)

En 1979, les sondes Voyager ont visité Jupiter et Saturne. Leurs caméras nous ont transmis des images fort instructives de ces planètes. Alors que Voyager 1 poursuivait son voyage à l'extérieur du système solaire, Voyager 2 continuait jusqu'à Neptune où il avait rendez-vous en août dernier. À l'aide de nombreuses photos, Jean-Marc Carpentier rend compte de l'odyssée des deux sondes spatiales.

### LE QUÉBEC ET L'ESPACE (Françoise Côté)

Quel est l'apport québécois dans le plan spatial canadien? Françoise Côté présentera les principaux programmes auxquels participe le Québec: station spatiale, télédétection et télécommunication par satellite, analysera le rôle des universités et des industries québécoises dans le domaine spatial, et évaluera les retombées de l'Agence spatiale canadienne.



National Research  
Council Canada

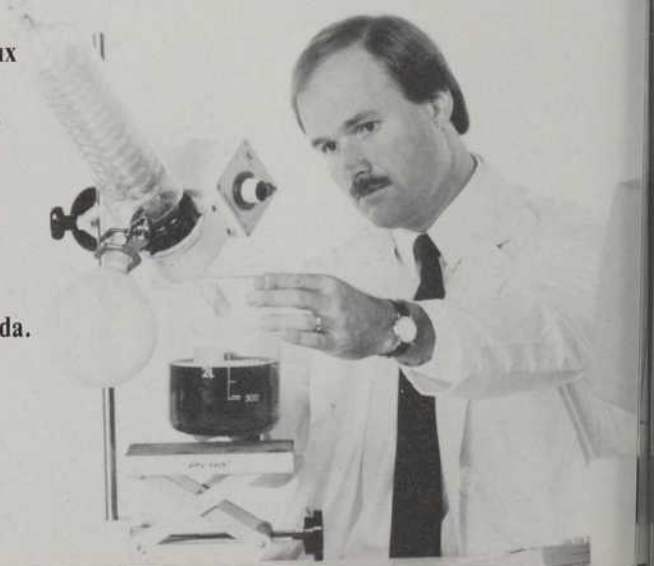
Conseil national  
de recherches Canada

# Ne vous laissez pas engloutir par la masse documentaire Faites appel à l'ICIST

L'ICIST peut vous fournir l'information dont vous avez précisément besoin pour mener à bien vos travaux de recherche. Étant le plus important service d'information scientifique au Canada, nous pouvons accéder à des millions de documents publiés à travers le monde. Nous vous offrons aussi la possibilité de consulter, à partir de votre propre terminal, les bases de données du système CAN/OLE.

L'ICIST, le service d'information scientifique et technique du Conseil national de recherches du Canada.

Pour en savoir davantage sur les services de l'ICIST, faites parvenir votre carte de visite et cette annonce à : Institut canadien de l'information scientifique et technique (ICIST)  
B.P. 911, Succursale U, Toronto (Ontario) M8Z 5P9.



Canada

QS1089



## **PROTÉGER L'ENVIRONNEMENT...**

### **C'EST TOUT NATUREL**

#### *La concertation*

Conformément à sa Politique d'environnement, Hydro-Québec s'assure de la participation des individus, groupes et organismes concernés au cours du processus d'étude et de conception de ses projets.

Ainsi, à la suite de l'entente conclue en 1986 avec l'Union des producteurs agricoles, Hydro-Québec a modifié ses pratiques en vue d'une intégration plus harmonieuse de ses équipements en territoire agricole. L'UPA est consultée lors de l'étude des corridors et du choix du tracé des lignes, comme le sont les propriétaires au moment du choix de l'emplacement ou du type de pylônes. Hydro-Québec procède également à la restauration des sols après la construction.

De plus, une table permanente de concertation assure la mise en oeuvre de l'entente tout en donnant à Hydro-Québec et à l'UPA la possibilité d'échanger leurs points de vue et de convenir d'ententes particulières.

**L'ÉLECTRIFICITÉ**



# LISEZ L'AVENIR...

DANS  
LES REVUES  
QUÉBÉCOISES  
DE VULGARISATION  
SCIENTIFIQUE



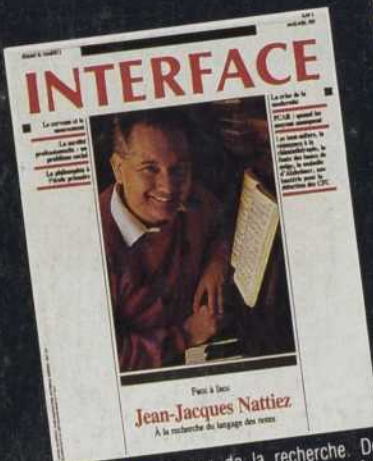
**QUÉBEC SCIENCE**, le magazine sans frontière. Soyez à la fine pointe de l'actualité scientifique : énergie, santé, écologie, informatique, génie et plus. Découvrez aujourd'hui ce qui sera important demain! Un an, onze numéros, 28\$. Deux ans, 49 \$.



**JE ME PETIT-DÉBROUILLE**. Expériences «scientifx», jeux, bandes dessinées et reportages illustrés sur le corps humain, l'espace, la vie animale, la technologie, les inventions, etc. Pour les 7-14 ans qui veulent apprendre en s'amusant. Un an, onze numéros, 18 \$ (carte de membre du Club des petits débrouillards incluse). Deux ans, 34 \$.



**LE QUÉBEC ASTRONOMIQUE**, pour tous ceux et celles que l'astronomie et l'astronautique intéressent. On y trouve une carte du ciel, des observations de phénomènes célestes, des expériences réalisées par des astronomes amateurs, une chronique sur les expéditions et les sondes spatiales. Le moyen idéal pour découvrir les merveilles célestes. Un an, six numéros, 16 \$.



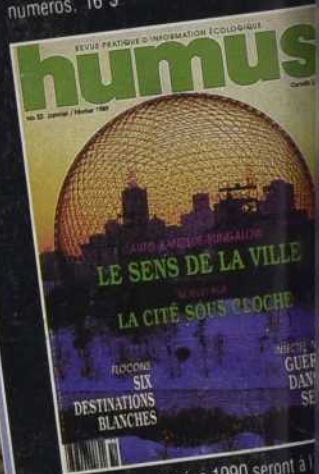
**INTERFACE**, la revue de la recherche. De l'astronomie à la zoologie, **Interface** vous fait parcourir le pays de la recherche. Quels sont les travaux importants effectués chez nous? Qui sont nos chercheurs? Pour le savoir, lisez **Interface**. Cinq numéros par année, plus le Bottin annuel de la recherche. Un an, 25 \$ (étudiants: 12.50 \$, institutions: 50 \$).



**FRANC-NORD**, pour ceux qui s'intéressent à la conservation de l'environnement. On y traite de faune, de flore, d'environnement, de loisir et de sites naturels, le tout illustré de superbes photos couleurs. Un an, six numéros: 17 \$. Deux ans, 32 \$. Inclut le membership à l'Union québécoise pour la conservation de la nature.



**FORÊT CONSERVATION**, pour lire l'avenir et comprendre le présent dans tous les domaines reliés à la forêt. L'environnement, les sciences naturelles (faune, flore, entomologie), l'exploitation et la conservation des ressources. Abondamment illustré. **Forêt Conservation**, est accessible à tous. Un an, dix numéros, 20 \$. Deux ans, 36 \$.



**NUMUS**. Les années 1990 seront à l'honneur de ce qu'ont été les années 1980: le monde des affaires, l'actualité, le développement et l'agriculture biologiques, le monde, l'alimentation, la santé, tout cela faut savoir et faire. **Humus**, de l'information pratique, unique. Un an, six numéros, 28 \$.

Prix en vigueur jusqu'au 1<sup>er</sup> juillet 1990

Veuillez abonner... au(x) magazine(s) suivant(s):

QUÉBEC SCIENCE

JE ME PETIT-DÉBROUILLE

LE QUÉBEC ASTRONOMIQUE

INTERFACE

FRANC-NORD

FORÊT CONSERVATION

HUMUS

C'est un abonnement-cadeau de la part de: \_\_\_\_\_

Ci-joint un chèque de \_\_\_\_\_ à l'ordre de: **AGENCE SCIENCE-PRESSE**  
3995, Ste-Catherine Est  
Montréal (Québec) H1W 2G7

NOM \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_

CODE POSTAL \_\_\_\_\_

TÉL.: \_\_\_\_\_

**DONNEZ UN ABONNEMENT-CAD**  
Nous enverrons en nom une superbe c  
à la personne chance