

QUEBEC SCIENCE

LE BRONZAGE

La peau,
ça se protège

LES ENTREPRISES
ET L'ENVIRONNEMENT

LE PETIT RORQUAL

LE CINÉMA
MAX ET OMNIMAX

LE ZOO: L'ARCHE DE NOÉ
DES TEMPS MODERNES



BIRACONNER



c'est

voler!

S.O.S. 1-800-463-2191



Loisir,
Chasse et Pêche

Québec 

ARTICLES

20 Le bronzage La peau, ça se protège

Mauvaises nouvelles pour les «adorateurs» du soleil! Qu'il soit naturel ou artificiel, il faut se méfier de ses effets.

Par Claude Forand

26 IMAX et OMNIMAX: vers le cinéma total

Salle, projecteurs, caméras et pellicule: tous les éléments concourent à la création d'images d'un réalisme étonnant.

Par Sylvie La Ferrière
et Jacques Desbiens

30 Le zoo: l'arche de Noé des temps modernes

Dans les zoos, l'heure est à la sauvegarde des espèces. Pour y arriver, on n'hésite pas à recourir aux grands moyens.

Par Claude Forand

36 Environnement La recherche touche-à-tout

Les biotechnologies, la modélisation, la pyrolyse, voilà autant de secteurs de recherche qui concernent l'environnement.

Par Gilles Parent

42 Le comportement alimentaire du Petit Rorqual

L'essentiel du séjour du Petit Rorqual dans les eaux du Saint-Laurent consiste en une quête de nourriture spectaculaire.

Par Virginie Chadenet
et Edward Lynas



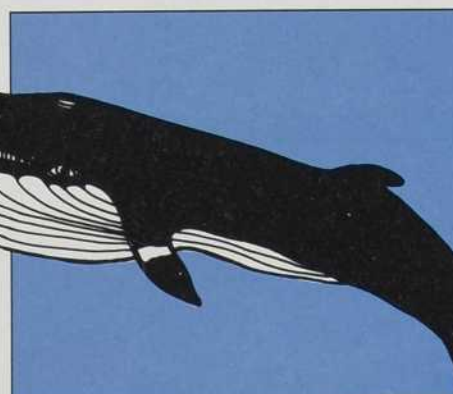
Page 20



Page 30



Page 36



Page 42

CHRONIQUES

7 POUR OU CONTRE?

Le développement des PME technologiques en région

Par Dominique Mascolo

8 LES PIONNIERS

*Wilder Penfield:
l'exploration du cerveau*

Par Claire Chabot

14 LA DIMENSION CACHÉE

Et que l'ombre soit!

Par Raynald Pepin

15 ACTUALITÉ

Par l'Agence Science-Presses

Le phytotron de McGill

Les jeunes à la conquête de l'espace

De l'or! De l'or!

Une aspirine par jour?

48 DES SCIENCES À LOISIR

La mycologie amateur

Par Denis Gilbert

5 ENTRE LES LIGNES

47 EN VRAC

49 LU POUR VOUS

La nature sans foi ni loi

Maux de tête et migraines

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

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec

Troisième trimestre 1988, ISSN-0021-6127

Répertorié dans Point de repère

© Copyright 1988 QUÉBEC SCIENCE
PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

LE CANADA SERAIT UNE ÎLE, SI...

Des scientifiques chevronnés armés d'une technologie perfectionnée ont récemment découvert une fosse énorme passant sous le lac Supérieur, dont l'évolution, si elle n'avait pas avorté, serait parvenue à découper en deux le continent nord-américain pour faire du Canada actuel une île gigantesque. Appelée «rift Keweenawien», cette structure géologique correspond en tous points à celles ayant formé les cinq océans.

On doit cette découverte au Programme international multidisciplinaire sur l'étude de l'évolution de la croûte terrestre dans la région des Grands Lacs (GLIMPCE), qui regroupe des scientifiques canadiens et américains. À l'automne 1986, on a effectué sur les lacs Supérieur, Michigan et Huron un important levé de sismique profonde. Financé conjointement par Énergie, Mines et Ressources Canada et le United States Geological Survey, ce levé fut confié à la société Geophoto Services Ltd. de Calgary.

Les grandes cibles du levé ont été le rift Keweenawien et les ceintures de roches vertes d'Hemlo et de Michipicoten dans le lac Supérieur, la chaîne Pénokéenne et la faille de Niagara dans le lac Michigan, ainsi que le front du Grenville et la chaîne Huronienne dans le lac Huron. Des données d'une qualité exceptionnelle et d'une densité jamais atteinte sur un continent furent recueillies.

L'existence du rift avait déjà été reconnue auparavant à cause des anomalies magnétiques et gravimétriques s'étendant sur près de 2 000 km qui lui sont associées. Ce nouveau levé a permis d'en préciser la structure.

On constate en effet que le rift se présente comme une cicatrice résultant de l'amarce d'une fragmentation du continent nord-américain il y a 1,1 milliard d'années. Il a la forme d'une fosse longue de 2 000 km, recouverte par 8 à 10 km de sédiments postvolcaniques (principalement du grès). Sa partie volcanique présente une réflectivité telle que des images d'une rare netteté ont pu en être tirées; les traits gardent toute leur cohérence jusqu'à des profondeurs de l'ordre de 30 km. Certaines anciennes coulées de lave enfouies furent même retracées sur plus de 90 km.

Les différents profils obtenus dans la région du lac Supérieur montrent le rift ployant sous environ 30 km de dépôts, ce qui en fait la plus importante structure du genre actuellement connue sur le globe. Dans la région centrale de cette structure, l'épaisseur de la croûte terrestre, dont la base est caractérisée par la discontinuité de Mohorovicic ou Moho, n'est

plus que de 15 km par opposition à une épaisseur originelle de 40 km. Il en résulte donc un amincissement important de l'ordre des deux tiers. Cela peut s'expliquer par le mécanisme ductile, analogue à ce qui se produit lorsqu'on étire un élastique: il devient plus fin.

Deux méthodes ont fourni les données à l'origine de ces conclusions: la sismique-réflexion et la sismique-réfraction couplée à la réflexion grand-angle. On obtient l'image de sismique-réflexion en émettant subverticalement et périodiquement, à l'aide de canons à air remorqués par un bateau, des ondes sonores de manière à ce qu'elles se propagent à travers l'eau du lac et les terrains situés en dessous, jusqu'à 60 et 70 km de profondeur.

L'autre méthode, par contre, touche à la propagation de cette énergie de telle sorte qu'il devient possible d'en observer les vitesses dans les différentes couches de la croûte terrestre. Enregistrées par des stations terrestres ou des systèmes d'enregistrement sous-marins, ces données renseignent sur les propriétés physiques des milieux traversés, tout en permettant d'établir la profondeur des discontinuités découvertes en sismique-réflexion.

En somme, ce ne sont là que les tout premiers résultats du levé effectué par le Programme: une foule de données doivent encore être analysées. On possède déjà une image claire du rift sous-jacent au lac Supérieur, et il est prévisible que les conclusions de l'ensemble de l'étude entraînent l'élaboration d'une nouvelle théorie sur la naissance d'un océan par fragmentation du continent.

De plus, en comprenant mieux l'évolution du rift Keweenawien, on pourra extrapoler sur l'étendue des gisements miniers actuellement à proximité ou à l'intérieur du lac Supérieur. Ainsi, l'industrie minière avoisinante pourra-t-elle concevoir de nouvelles stratégies d'exploration pour, éventuellement, devenir plus compétitive.



Énergie, Mines et
Ressources Canada

L'Hon. Marcel Masse,
Ministre

Energy, Mines and
Resources Canada

Hon. Marcel Masse,
Minister

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.

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

Eve-Lucie Bourque

Collaborateurs

Jean-Marc Carpentier, Claire Chabot,
Gilles Drouin, Claude Forand, François Goulet,
Michel Groulx, Fabien Grubier,
Elaine Hémond, Madeleine Huberdeau,
Yvon Larose, Claude Marcil, Félix Maltais,
Danielle Ouellet, Raynald Pepin, Gilles Provost,
Fernand Seguin, René Vézina.

PRODUCTION

Conception graphique

Richard Hodgson

Typographie

Raymond Robitaille

Photo couverture

Alain Vézina

Séparation de couleurs et photogravure

Gravel Photographeur Inc.

Impression

Interweb inc.

PUBLICITÉ

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:



CPPA

Abonnements

Au Canada: Régulier: (1 an/11 nos): 25,00\$
Spécial: (2 ans/22 nos): 44,00\$
Groupe: (1 an/11 nos): 23,00\$
(10 ex. à la même adresse)
À l'unité: 2,95\$
À l'étranger: Régulier: (1 an/11 nos): 35,00\$
Spécial: (2 ans/22 nos): 61,00\$
À l'unité: 3,50\$

Pour abonnement ou changement d'adresse:

QUÉBEC SCIENCE
C.P. 250, Sillery G1T 2R1



Entre les lignes

Pour Québec Science, le numéro de juillet-août marque la fin d'une année de publication. Au cours de cette année, qui marquait le 25^e anniversaire du magazine, de très nombreuses personnes se sont donné la peine de nous témoigner par écrit leur appréciation.

En guise de remerciements, nous aurions aimé, bien sûr, annoncer que le climat est désormais sous contrôle et que le beau temps va durer tout l'été... mais tel n'est pas notre pouvoir. Nous nous sommes donc contentés de donner à ce numéro une saveur estivale.

Au cours des vacances prochaines, nombreux seront nos lecteurs qui partiront en croisière d'observation des baleines sur le Saint-Laurent. Mais il faut l'œil averti de naturalistes-chercheurs comme Virginie Chadenet et Edward Leinas qui signent l'article sur le Petit Rorqual dans ce numéro, pour en apprendre autant sur la plus petite, mais la plus fréquente, des baleines rencontrées dans nos eaux. Ce mammifère vient en effet y faire le plein de nourriture avant d'aller se consacrer à ses ébats amoureux plus au sud!

Mais attention! Mieux vaudra passer plus de temps à lire l'article sur le Petit Rorqual que de rester au soleil à les observer ou à bronzer. Hélas! la fatalité s'abat sur les nordiques: 40% d'augmentation des cancers de la peau depuis 10 ans au Québec. Claude Forand explique pourquoi il faut désormais se méfier du soleil et de ses imitations: les salons de bronzage, et limiter les séances.

S'il avait un conseil à formuler (mais ça n'est pas son genre), ce collaborateur prolifique (il signe deux articles dans ce numéro!) suggérerait plutôt une visite au zoo le plus proche. Les zoos sont désormais considérés comme plus «naturels» que la nature et constituent en quelque sorte l'Arche de Noé des temps modernes.

Observer les Rorquals, même les petits, n'est pas à la portée de tous. Aller au zoo, non plus. Quant au bronzage, la Faculté nous le déconseille désormais. Heureusement, il est un endroit accessible à tous, ou presque, où vous ne risquerez rien: le cinéma Imax. La chose sera possible à Montréal, cet été. Les auteurs de l'article sur le cinéma Imax et Omnimax présenté dans ce numéro, Sylvie La Ferrière et Jacques Desbiens expliquent comment le cinéma de l'avenir aura l'air encore plus vrai.

Gilles Parent a réglé notre problème de traiter d'un sujet technologique dans un numéro tout entier estival, en présentant cinq projets de recherche appliquée dans le domaine de l'environnement.

Côté chroniques, Claire Chabot trace le portrait d'un second «Pionnier de la science québécoise», le neurologue Wilder Penfield. (Oui, vous avez raison, c'est le Docteur de l'avenue du Dr-Penfield!) Denis Gilbert consacre sa chronique «Des sciences à loisir» à la mycologie amateur. Raynald Pepin, il fallait s'y attendre avec toutes ces histoires à propos du bronzage, fait de l'ombre dans «La dimension cachée»!

Ah! J'oubliais: n'attendez pas d'autre numéro de Québec Science avant septembre. Depuis l'an dernier, Québec Science ne publie qu'un seul numéro au cours de l'été, daté de juillet-août. Vacances obligent! Bon été!

Jean-Marc Gagnon

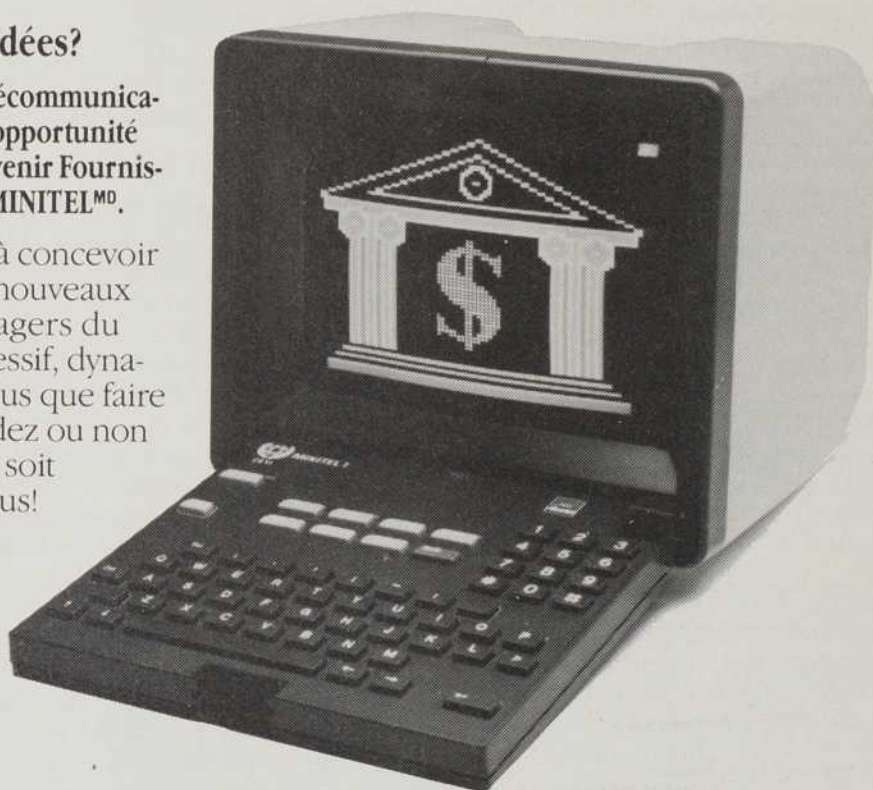
LE F.D.S.*

UNIQUEMENT POUR LES GENS D'ACTION !

* Vous avez de bonnes idées?

Le Centre d'Excellence en Télécommunications Intégrées (CETI) offre l'opportunité à des gens comme vous de devenir Fournisseur de Services (EDS) sur le MINITEL^{MD}.

Le rôle du F.D.S. consiste à concevoir et développer un ou des nouveaux services destinés aux usagers du MINITEL^{MD}. Vous êtes agressif, dynamique et vous ne savez plus que faire de vos idées? Vous possédez ou non une entreprise? Quel que soit votre projet, confiez-le nous! Nous saurons vous aider à en tirer profit. Pour toute information, composez le (514) 844-5539 ou complétez la demande d'informations ci-jointe et postez-la à:



CETI

Centre d'Excellence en
Télécommunications Intégrées
425, boul. de Maisonneuve O.
Suite 1200
Montréal (QUÉBEC)
H3A 3G5

(demande d'informations)

Veuillez me faire parvenir de la documentation concernant les Fournisseurs de Services (EDS).

Nom: _____

Adresse: _____

Ville: _____

Téléphone: _____

Code postal: _____

Entreprise: _____

Titre: _____

Le développement des PME technologiques en région

par Dominique MASCOLO *

Cette année seulement, près de 1,3 million d'entreprises naîtront aux États-Unis, c'est-à-dire environ une nouvelle entreprise par 170 personnes.

Transposés au Québec, ces chiffres signifieraient que près de 35 000 nouvelles entreprises verraient le jour chez nous, au cours de la même période. Par rapport aux 150 000 déjà existantes et sans tenir compte des fermetures d'entreprises, un tel phénomène représenterait un taux de renouvellement de 25%.

C'est évidemment beaucoup. Mais supposons qu'il soit possible que 15 000 nouvelles entreprises démarrent cette année au Québec, que près de 80% de ces entreprises fonctionnent toujours dans cinq ans et que, enfin, chacune d'entre elles crée en moyenne quatre emplois par année.

Une pareille performance permettrait, sans aucun doute, d'atteindre les objectifs proposés dernièrement par le président de la Fondation de l'entrepreneurship, M. P.-A. Fortin, qui nous invitait à imaginer une société québécoise de l'an 2000 à la recherche de... chômeurs en raison du fait que cette espèce « d'individus » aurait été éliminée de notre société par la vigueur et le succès de nos entrepreneurs. En y pensant vraiment, un tel avenir n'est pas si utopique qu'il peut sembler à première vue.

Idées, occasions d'affaires, entrepreneurs, capital humain, capital financier, climat social et économique favorables sont les ingrédients nécessaires à l'établissement des conditions permettant la réussite d'entreprises, qu'elles soient de nature technologique ou non.

Ces ingrédients se retrouvent de plus en plus dans notre milieu. En région, le rôle des universités et des autres institutions d'enseignement, de recherche et de diffusion de l'information s'amplifie constamment. Un réseau de plus en plus spécialisé de petites entreprises de sous-traitance existe déjà et quelques leaders et groupes industriels et technologiques moteurs se pointent à l'horizon.



Renée Méthot/Université Laval

Il est donc essentiel que les forces individuelles et institutionnelles des diverses régions facilitent l'émergence de tels groupes industriels moteurs. La chose est plus facile à dire qu'à faire, cependant.

Il ne faut pas se surprendre, par ailleurs, que toutes les occasions d'affaires, tous les résultats « commercialisables » de recherche, ne trouvent pas toujours des preneurs industriels. Le même phénomène se produit aussi dans d'autres milieux. Mais on ne peut pas toujours regarder passer le train et penser jouer un rôle déterminant dans le développement économique en région. Cela est vrai même aux États-Unis qui sont souvent pris en exemple en tant que terrain privilégié pour la commercialisation de nouveaux produits. Beaucoup de chercheurs et d'ingénieurs américains conceptualisent et développent un nombre important d'idées et de technologies nouvelles, sans que les entreprises qui les emploient les exploitent commercialement. L'histoire des magnétophones et des systèmes vidéo en est un exemple classique.

Plus près de nous, les effets conjugués de la récession de 1981-1984, de l'accès des PME québécoises aux marchés boursiers sous l'action des REA et de la Commission Saucier sur la capitalisation, ont eu pour résultat que le climat socio-économique québécois a effectué un virage marqué et est devenu favorable à l'entreprise.

La récession a été utile en ce sens. Le mythe de la sécurité reliée à la grande

entreprise et aux conventions collectives a été irrémédiablement ébranlé. L'accès rendu plus facile et attrayant aux marchés boursiers par les entreprises québécoises a fait en sorte que les professeurs au primaire et au secondaire parlent davantage d'indices boursiers que de grèves, et qu'une grande majorité de Québécois de la classe moyenne ont repris la route des placements dans les entreprises québécoises. Même si certains accidents de parcours se sont produits, c'est le prix à payer pour mieux réussir à l'avenir.

En outre, la Commission Saucier a confirmé les conséquences néfastes de la sous-capitalisation des entreprises.

Une telle prise de conscience permet d'entrevoir le succès de certains partenariats basés sur la notion suivante: la propriété de 30% d'une entreprise saine et rentable est plus intéressante pour les partenaires que de posséder 100% du capital-action d'une entreprise vouée à la stagnation.

D'où l'accroissement des perspectives de leadership et de partenariat entre les entrepreneurs et les divers agents de développement économique. Il se passe réellement des choses intéressantes au Québec, comme dans certaines régions canadiennes. L'une des formes de ce renouveau est la participation de plus en plus sentie du capital privé local, tant privé que public, au développement d'entreprises issues de leur milieu et ceci, dans certains cas, dès le départ de ces entreprises.

D'où également des possibilités accrues pour favoriser le démarrage de nouvelles entreprises technologiques (qui requièrent davantage de capital de risque) en région.

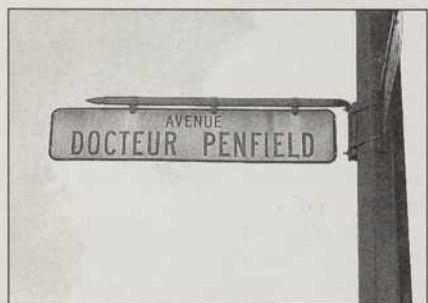
* Dominique Mascolo est directeur général de Tiem Canada Inc. Les propos rapportés ici sont extraits d'une allocution prononcée en mai dernier à l'occasion d'un colloque sur les conditions du développement technologique en région organisé par le Conseil de la science et de la technologie.

WILDER PENFIELD: l'exploration du cerveau

par Claire CHABOT *



Une rue large et silencieuse bordée de maisons victoriennes, patrimoine de l'Université McGill, escalade le Mont-Royal et conduit à l'Institut neurologique de Montréal: l'avenue du Docteur Penfield. Quelle rue appropriée pour ce célèbre neurochirurgien à l'esprit quelque peu victorien, fondateur du non moins célèbre Institut neurologique et qui a consacré sa vie aux circonvolutions du cerveau humain!



Ève-Lucie Bourque

Premier neurochirurgien de la province de Québec, Wilder Penfield, canadien d'origine américaine, a acquis une renommée mondiale grâce à ses recherches sur l'épilepsie. Et, pour traiter cette maladie, il a mis au point des techniques chirurgicales des plus avant-gardistes. Il est aussi le créateur d'un institut où l'enseignement, la recherche scientifique et la pratique médicale se sont fusionnés: une première mondiale!

Très grand et athlétique, cet ancien entraîneur de football de l'Université de Princeton n'avait pourtant pas le génie d'un Einstein. «Mais c'était un travailleur infatigable et un grand organisateur. Il savait qu'il n'avait pas un talent et un esprit supérieurs, et qu'il devrait bûcher pour satisfaire ses ambitions», confie Jefferson Lewis, biographe et petit-fils du docteur Penfield.

CHOIX DE CARRIÈRE: L'EXCELLENCE

Après deux ans d'études à Princeton, Wilder Penfield doit faire un choix: sera-t-il avocat, ingénieur, physicien, architecte? Sur une feuille blanche, il met le pour et le contre d'une vingtaine de disciplines, les éliminant les unes après les autres. Finalement, il ne reste plus, au bas de la page, que la médecine. C'est décidé, il sera médecin, et cela, malgré les déboires de son père médecin qui a abandonné sa jeune famille pour répondre à «l'appel de la nature».

Depuis l'âge de 13 ans, le petit Wilder souhaite accomplir le rêve que sa mère caresse pour lui: recevoir la bourse d'études Rhodes de l'Université d'Oxford. En 1915, il détient cette bourse tant convoitée et s'embarque pour l'Angleterre où il est reçu, à 24 ans, à l'École de physiologie d'Oxford. Depuis un an, les étudiants anglais ont déserté les classes pour les champs de bataille. C'est ainsi que Wilder Penfield côtoie plus intimement des professeurs de grand renom, dont William Osler, un

Canadien considéré comme le plus grand physiologiste de son époque, et Charles Sherrington, le père de la neurologie, qui ont tous deux reçu un prix Nobel.

C'est lors de son deuxième séjour en Angleterre que Wilder Penfield, devenu médecin, présente son projet de spécialisation à Sherrington: «Je lui fis part de mon désir de maîtriser tous les principes de base du système nerveux. Il aurait bien pu en rire, mais il se contenta de sourire et ajouta tranquillement: «Vous pourriez peut-être commencer par m'aider à résoudre l'énigme du réflexe de la jambe postérieure du chat.» Il faut dire que, dans les années 20, la neurologie et la neurochirurgie sont des sciences toutes neuves et, bien souvent, les recherches les plus modestes apportent de nouvelles connaissances sur les mécanismes du cerveau.

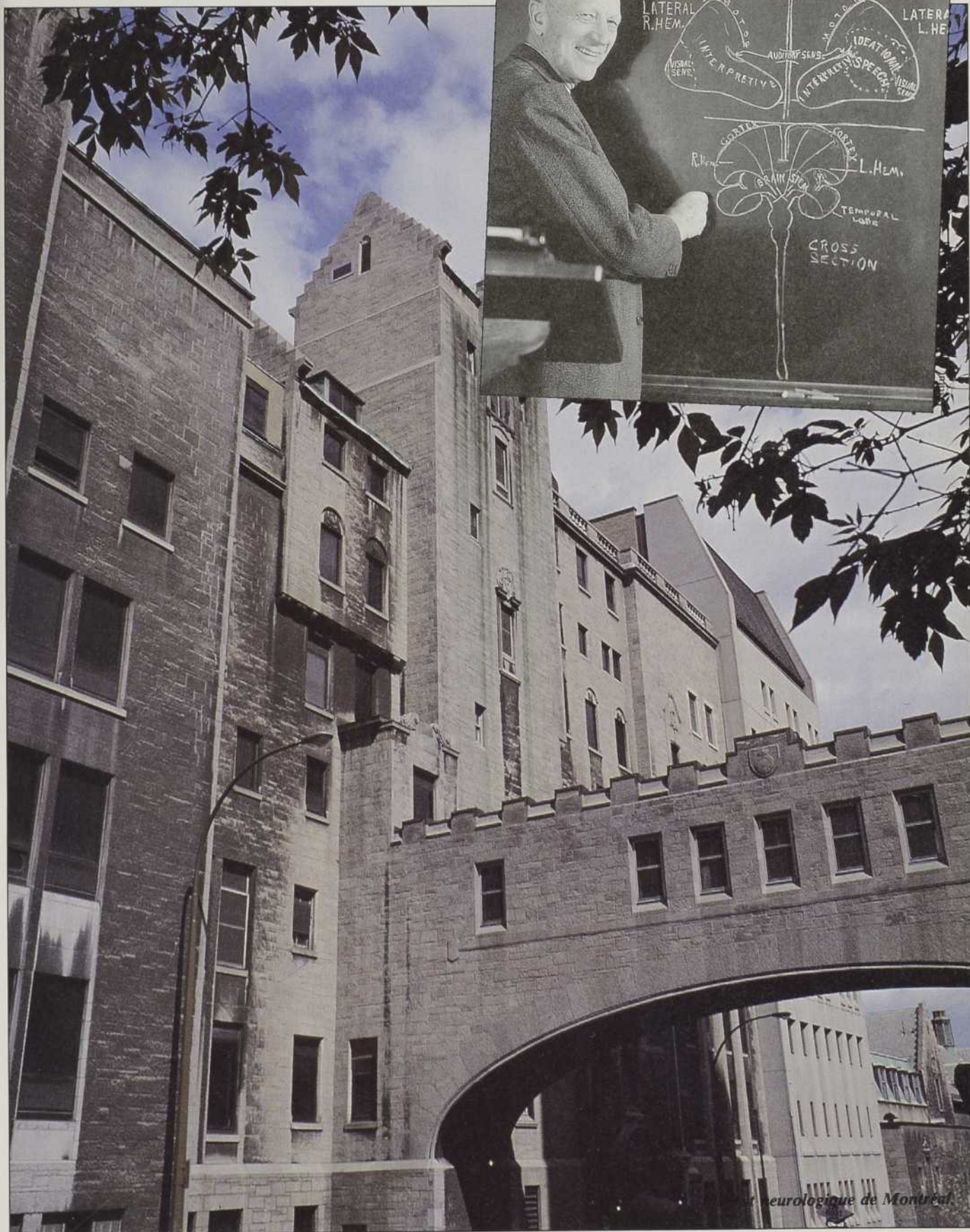
Trois découvertes importantes ont ouvert la voie à l'étude du cerveau, vers la fin du XIXe siècle: les nouveaux anesthésiques, les techniques antiseptiques de Joseph Lister et la localisation des régions motrices et sensibles du cerveau, à partir des expériences de Hughlings Jackson. Ces découvertes ont permis de diminuer la douleur, les risques d'infection et de complication lors des opérations.

CONNAÎTRE LE CERVEAU DE A À Z

À partir de 1921, Wilder Penfield se spécialise en neurochirurgie, un apprentissage long, puisqu'il désire connaître toutes les facettes de la neurologie et, en plus, maîtriser les techniques du diagnostic et de la chirurgie. C'est à l'Hôpital presbytérien de New York qu'il opère ses premières tumeurs au cerveau. Ce poste de chirurgien lui permet du même coup d'étudier les tissus pathologiques de ses malades.

Afin de parfaire ses connaissances en neurologie, il accepte également un poste à la clinique Vanderbilt, où

* La rédaction de cette série d'articles a été réalisée dans le cadre du Programme de soutien aux activités de diffusion de la culture scientifique et technique du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science.



Eve-Lucie Bourque

se tiennent des réunions neurologiques hebdomadaires. «Le patron de la clinique choisissait l'un d'entre nous et demandait de présenter notre malade de la semaine le plus intrigant, mais aussi le plus instructif. Après le départ du patient, chaque neurologue à tour de rôle devait discuter du cas, le diagnostiquer et recommander un traitement. Après cela, le patron dressait une synthèse et tirait ses propres conclusions.» Quelques années plus tard, le docteur Penfield inaugurerait des réunions semblables à Montréal.

Dans les années 20, le monde scientifique pouvait expliquer le processus de guérison de tous les tissus du corps sauf ceux du cerveau et du cordon de la moelle épinière. Dans ses temps libres, le jeune neurochirurgien va donc entreprendre des recherches sur le processus de cicatrisation du cerveau, espérant ainsi résoudre le problème de l'épilepsie. En effet, lorsque le cerveau subit un traumatisme, les cellules nerveuses de la blessure meurent mais d'autres cellules cérébrales, dont les astrocytes, forment un tissu fibreux. Contrairement aux autres cellules du corps, cette cicatrice se contracte constamment et, le plus souvent, est responsable de l'épilepsie.

À la surprise de ses collègues américains, Penfield décide de partir à Madrid apprendre les méthodes espagnoles de coloration des cellules, pour les appliquer à l'étude de la cicatrisation. «Madrid, pour les corridas, peut-être; pour l'art, certainement», lui dit le chirurgien en chef du Presbytérien, «mais personne n'est jamais parti à Madrid pour étudier les sciences ou la médecine!» De fait, les savants espagnols vivaient dans un monde clos et n'étaient pas très considérés par les grands spécialistes d'Europe et des États-Unis.

Pourtant, Santiago Ramón y Cajal, prix Nobel de physiologie et de médecine, et son ancien élève, Pio del Rio-Hortega, ont élaboré une méthode originale de coloration des cellules basée sur le principe de la photographie et qui utilise de l'argent et de l'or. Les résultats sont éblouis-



Wilder Penfield (adossé à la fenêtre) et Herbert Jasper (en sarrau blanc devant le tableau noir) participent, avec d'autres médecins, à une consultation d'équipe sur le cas d'un enfant épileptique.

sants : pour la première fois, on peut distinguer clairement chaque corps cellulaire, fibre, nucléus et granule, habituellement presque invisibles. Penfield fonde beaucoup d'espoirs sur cette méthode pour comprendre ce qui se passe au niveau des cicatrices du cerveau. À son retour à New York, il partage son enthousiasme avec son nouvel adjoint, William Cone. Ensemble, ils étudient chaque spécimen des laboratoires de pathologie chirurgicale et font un rapport sur chacun d'eux.

DESTINATION: MONTRÉAL

L'Institut neurologique de New York, avec lequel Penfield entretient des relations tendues, veut diriger le per-

sonnel de l'Hôpital presbytérien vers son nouveau centre médical. C'est donc avec intérêt que le docteur Penfield reçoit, en 1927, le chirurgien en chef de l'Université McGill, Edward Archibald, venu à New York à la recherche d'un neurochirurgien pour Montréal. Un peu plus tard, il fait part au docteur Archibald de son rêve de fonder un institut unique: «Le Canada a besoin d'une clinique neurologique bien organisée. Montréal me paraît être l'endroit rêvé pour la mettre sur pied. Le centre nerveux de cette clinique serait son laboratoire neuropathologique. Il servirait aussi bien à la neurologie qu'à la neurochirurgie...» L'idée de regrouper ces deux disciplines médicale et chirurgicale, jusqu'ici «inconciliables», est lancée!

L'année suivante, le docteur Penfield et son adjoint William Cone s'installent avec leur famille à Montréal. Ils apportent dans leurs bagages de nombreux spécimens de laboratoire, qui constituent pour eux une



Institut neurologique de Montréal

richesse inouïe pour la recherche pathologique. La Faculté de médecine de McGill les accueille avec enthousiasme; ainsi commence l'histoire de l'Institut neurologique.

Juste avant son arrivée à Montréal, Penfield s'est rendu à Breslau, en Allemagne, rencontrer le neurologue Otfrid Foerster, espérant approfondir ses connaissances sur le processus de cicatrisation du cerveau. Surtout connu pour avoir été le neurologue de Lénine, Otfrid Foerster a pratiqué des opérations sur des blessés de guerre qui ont donné des résultats encourageants. Dans le laboratoire de Foerster, le docteur Penfield applique les techniques espagnoles de coloration sur les tissus pathologiques des patients du neurologue allemand, devenus épileptiques longtemps après la «guérison» de leurs blessures au cerveau. C'est ainsi que le docteur Penfield a démontré le rapport entre les crises d'épilepsie et l'évolution des cicatrices au cerveau.

À l'époque, peu de médecins pensaient que la neurochirurgie pouvait s'avérer une approche intéressante pour traiter les maladies du cerveau. Harvey Cushing, premier neurochirurgien américain, avait prouvé, quelques années plus tôt, qu'il pouvait opérer des tumeurs au cerveau avec un taux de mortalité «acceptable». De retour à Montréal, Penfield est convaincu que la chirurgie est une voie intéressante pour les épileptiques sur lesquels les médicaments sont inefficaces.

Wilder Penfield élabore un protocole chirurgical pour le prélèvement de foyers épileptiques, ce qui, du même coup, va rendre possible l'étude approfondie de la physiologie du cerveau. Comme Foerster, il opère sous anesthésie locale; le patient reste conscient et s'entretient, pendant l'intervention, avec le chirurgien. Au moyen d'électrodes, celui-ci stimule le cortex cérébral et élabore une carte précise des aires sensibles et motrices, afin d'éviter l'aphasie ou la paralysie à son patient. Un jour, le grand neurologue Charles Sherrington lui avait dit: «Ce doit être merveilleux de pouvoir s'entretenir avec ses «spécimens» de recherche!»

Mais Penfield sait que l'anesthésie locale permet d'accroître les connaissances sur le cerveau sans pour autant en percer tous les mystères.

Les stimulations électriques des régions motrices provoquent des réponses «primitives», c'est-à-dire que les gestes involontaires ressemblent à des secousses, des automatismes. Il est intrigué par l'impossibilité de provoquer des gestes plus élaborés qui font appel à la mémoire. Comment le cerveau dirige-t-il les gestes d'un pianiste virtuose, se demande-t-il?

UNE NOUVELLE CAPITALE NEUROLOGIQUE

Montréal fascine le docteur Penfield. Il raconte, dans ses mémoires: «Un matin, en route vers l'hôpital, j'ai été absolument abasourdi. Une auto venait de s'arrêter. Sur son capot, on voyait un énorme panache: la tête et le cou d'un orignal. [...] Quelle autre métropole au monde, pensai-je, est aussi proche de la nature sauvage, que cette ville bilingue? Que de ruisseaux, de lacs et de forêts doit-on pouvoir visiter avant le petit déjeuner!» Ses expéditions bucoliques, il les fera, en famille, sur les bords du lac Memphrémagog, où il est, depuis peu, propriétaire d'une ferme.

L'autre particularité de Montréal qui étonne tant le neurochirurgien américain est l'absence marquée de relations entre les deux communautés française et anglaise, particulière-

Nom: Penfield
Prénom: Wilder
Date et lieu de naissance: le 26 janvier 1891, à Spokane, dans l'État de Washington, aux États-Unis.

Décédé: Le 5 avril 1976, à Montréal, à l'âge de 85 ans.

Wilder Penfield a été le premier neurochirurgien à pratiquer dans la province de Québec. Connue internationalement pour ses recherches sur le cerveau, il s'est particulièrement illustré par le traitement chirurgical de l'épilepsie. En 1934, il a fondé l'Institut neurologique de Montréal, réunissant sous le même toit un hôpital neurologique et des laboratoires universitaires. Son ouvrage, *Epilepsy and the Functional Anatomy of the Human Brain*, écrit en collaboration avec Herbert Jasper, demeure un classique de la neurologie.



ment en ce qui concerne la neurologie. Le neurologue en chef de McGill, Collin Russel, disait : « Nous ne nous sommes jamais mêlés aux neurologues canadiens-français. Leurs malades viennent rarement nous voir; ils préfèrent mourir, plutôt. »

Pour Penfield, la neurologie doit exister sans frontières. S'inspirant du modèle new-yorkais, il instaure des conférences hebdomadaires qui attirent, très tôt, les neurologues francophones de l'Hôtel-Dieu et de l'Hôpital Notre-Dame.

En 1932, le rêve de Wilder Penfield se réalise enfin : la fondation Rockefeller accepte de fournir une large part des fonds nécessaires à la construction d'un institut neurologique. Deux ans plus tard, avec l'aide financière des gouvernements provincial et municipal et de quelques donateurs, un immeuble de huit étages est érigé, sous l'étroite surveillance de son futur directeur, qui va même jusqu'à s'occuper de la décoration intérieure.

L'ouverture de l'Institut neurologique de Montréal, en 1934, se fait en grande pompe : on sort les kilts écossais aux couleurs de McGill, les toges et les chapeaux mous portés par les « fellows ». Dans tous les journaux, le docteur Penfield, ce célèbre neurochirurgien récemment devenu citoyen canadien, est honoré. Il faut dire que son institut réunit, pour la première fois, l'enseignement, la recherche scientifique et les soins médicaux.

L'arrivée d'un jeune chercheur américain, Herbert Jasper, a largement contribué à la réputation grandissante de l'Institut neurologique de Montréal. Il a été l'un des premiers à utiliser l'électro-encéphalogramme pour déterminer plus précisément les foyers épileptiques, et a eu l'idée de l'introduire dans la salle d'opération, avec comme résultat une diminution considérable de la chirurgie exploratoire : entre 1928 et 1937, 20% des patients subissent une craniotomie sans intervention, mais, à partir de 1937, ce pourcentage tombe à 5% et devient nul à mesure que se raffinent les techniques préopératoires.



Une chirurgie du cerveau, en 1947, à l'Institut neurologique de Montréal. Sous Wilder Penfield, les opérations se font sous anesthésie locale. Éveillé, le patient peut ainsi répondre aux questions du chirurgien.

DÉCOUVERTES SUCCESSIVES

L'utilisation de l'électro-encéphalogramme mène rapidement à l'étude plus vaste des fonctions du cerveau. Penfield et Jasper se rendent compte que la moitié des foyers épileptiques se situent dans la région temporale; les traumatismes à la naissance, le plus souvent provoqués par des forceps, en sont responsables. Lors des premières opérations au lobe temporal, le neurochirurgien fait une découverte étonnante : la stimulation du lobe temporal provoque des hallucinations auditives, olfactives ou visuelles. Aurait-il trouvé le siège de la mémoire?

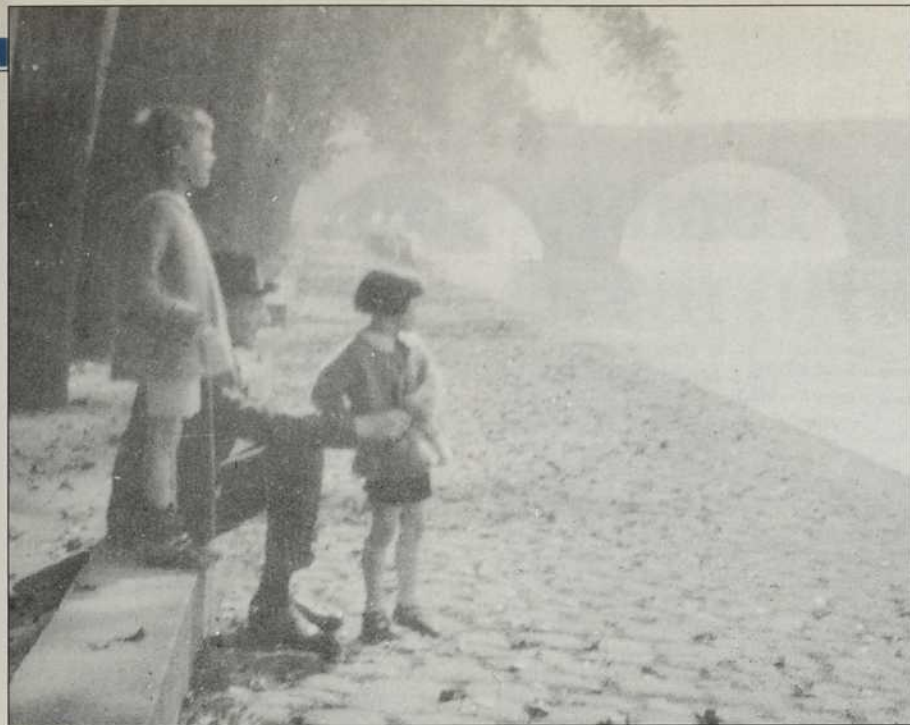
Dans la salle d'opération, une patiente entend clairement une musique : celle d'un récent concert symphonique auquel elle a assisté. Aussitôt l'électrode enlevée, la musique disparaît. Cette simple observation a ouvert un champ de recherches, entre autres exploré par Brenda Milner, qui a fait connaître la physiologie de la mémoire, jusqu'alors méconnue. Désormais à l'Institut neurologique de Montréal, chaque opération devient une occasion de mettre à contribution une équipe de recherche multidisciplinaire, composée de psychologues, de physiologistes, pathologistes, chimistes, radio-

logistes, etc., qui ajoutent aux connaissances du cerveau humain.

« Avec Penfield, tout est devenu neuro-ci et neuro-ça. Quand il invitait un chercheur d'une autre discipline, il accolait un « neuro » à sa spécialité », raconte Jefferson Lewis. C'est de cette façon que le chimiste K. Allen K. Elliot a porté, le premier, le titre de neurochimiste, marquant du même coup la naissance de cette spécialité et la création du premier laboratoire clinique et de recherche fondamentale.

Sous l'influence de Penfield, l'équipe multidisciplinaire de l'Institut neurologique de Montréal a élucidé plusieurs questions : la pathogenèse de la blessure du lobe temporal à la naissance, la technique chirurgicale d'une lobectomie temporale, la signification de l'automatisme et l'identification des changements électriques dans la région temporale.

Avec l'aide du psychologue Donald Hebb, de l'école behavioriste américaine, Penfield a démontré qu'une petite activité épileptogène peut quelquefois nuire aux fonctions du cerveau de telle façon qu'il est préférable d'envisager son prélèvement. Cette observation a donné lieu au commentaire : « Pas de cerveau,



Institut de neurologie de Montréal

La science n'avait pas de frontières pour Wilder Penfield. Il a travaillé un peu partout à travers le monde. On le voit ici, avec ses deux enfants, lors de l'un de ses séjours de recherche à Paris.

c'est mieux qu'un mauvais cerveau !»
(*No brain is better than bad brain*).

À LA RECHERCHE DE L'ESPRIT

Wilder Penfield était un homme profondément religieux. «Il a su incorporer sa foi à son travail scientifique, explique Herbert Jasper, mais, comme scientifique, ça lui a causé des problèmes. Toutefois, il n'a pas évité le sujet.» Il aurait aimé prouver l'existence d'un lien palpable entre le cerveau et l'esprit d'un être humain. Lorsqu'il écrit, à l'âge de 84 ans, *Mystery of the Mind*, cette question l'obsède. Pourtant, son esprit scientifique sait qu'il n'existe

pas, dans le cerveau, un endroit où se situent la volonté, l'initiative, la créativité ou le jugement. Il doit finalement accepter l'idée de la dualité entre l'esprit et le cerveau.

«Je crois que le mystère va rester mais Penfield a montré que la pensée concrète, basée sur une observation remarquable et une connaissance de l'anatomie et de la physiologie peut se superposer au mystère, écrit K. Allen K. Elliot, et ainsi les mécanismes derrière le mystère seront définis plus clairement.»

Un jour ou l'autre, tous les neurochirurgiens s'interrogent à leur façon sur cette fascinante dualité. «Quand on voit un malade souffrant de maux

de tête ou d'une tumeur, on se pose des questions sur les changements qui affectent son comportement, sa personnalité ou son raisonnement», explique le docteur William Feindel, ancien directeur de l'Institut. «Chaque être humain est différent. On connaît les capacités énormes du cerveau, d'ailleurs sous-utilisées par l'Homme, mais on ne comprend pas exactement pourquoi et comment il décide d'utiliser ses possibilités.» En d'autres mots, on n'a pas encore résolu les mystères de l'esprit humain.

«Ce qu'on apprend dans le champ de la neurologie, écrit le docteur Penfield, est plus important pour l'humanité et plus vaste que l'espace. Les secrets du cerveau et de l'esprit sont encore cachés. L'interrelation entre le cerveau et l'esprit est une énigme que les scientifiques et les médecins auront toujours à résoudre.»

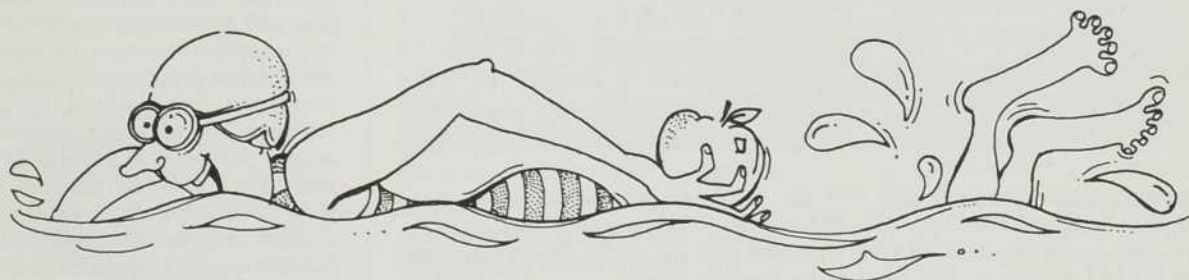
Pour en savoir davantage :

PENFIELD, Wilder, *No Man Alone: Neurosurgeon's Life*, Toronto, Little, Brown and Co., 1977, 398 p. Traduit en français: *Mémoires*, Stanké, 1979, 383 p.

LEWIS, Jefferson. *Something Hidden: A Biography of Wilder Penfield*, Toronto, Doubleday, 1981, 311 p.

PENFIELD, W., *The Mystery of the Mind*, Princeton, Princeton University Press, 1975, 123 p.

PENFIELD, W., et JASPER, H., *Epilepsy and the Functional Anatomy of the Human Brain*, Boston, Little, Brown and Co., 1954, 896 p.



Ça, ça fait du bien!



Et que l'ombre soit!

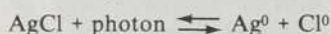
par Raynald PEPIN

C'est durant l'été, surtout autour du 22 juin, que la quantité de lumière dans l'environnement est la plus élevée: le soleil est alors haut dans le ciel et l'atmosphère atténue moins les rayons solaires. Dans certaines conditions — marcher ou conduire avec le soleil dans les yeux, se trouver au bord de l'eau ou sur l'eau, en montagne, sur le sable ou sur la neige — l'intensité de la lumière peut causer de l'inconfort ou même endommager l'œil. Dans ces situations, la pupille se contracte et réduit la quantité de lumière arrivant à la rétine, évitant ainsi à cette dernière d'être endommagée ou brûlée par les rayons infrarouges. Des radiations ultraviolettes très intenses, comme celles auxquelles est exposé l'alpiniste ou le skieur se déplaçant longuement sur la neige en altitude, peuvent affecter la cornée et causer ce qu'on appelle, justement, la cécité des neiges ou kératite. Heureusement, pour éviter tout cela, il y a les lunettes de soleil.

Les plus simples sont faites d'un verre ou d'un plastique coloré qui atténue la lumière par absorption. Par exemple, des verres de couleur bleue nous apparaissent tels parce qu'ils contiennent certaines molécules qui absorbent, de préférence, le rouge et le jaune, et qui réfléchissent

et laissent passer le bleu et le vert (les molécules excitées par les photons absorbés libèrent l'énergie captée sous forme de chaleur). Les lentilles les plus appropriées, de couleur grise, sont dites neutres parce qu'elles absorbent à peu près également toutes les longueurs d'onde, dans une proportion de 75% à 85%. Notons que les lentilles de verre absorbent aussi presque tout l'ultraviolet (ce que ne font pas les lentilles de plastique), mais peu d'infrarouges.

La chimie a permis de créer, il y a une vingtaine d'années, les verres photosensibles (ou photochromes). Le verre utilisé contient de minuscules cristaux de chlorure d'argent (AgCl) transparents à la lumière visible. Toutefois, quand l' AgCl absorbe des rayons ultraviolets et de courtes longueurs d'onde dans le visible (violet, bleu), il se décompose en argent métallique et en chlore:



Si l'intensité des ultraviolets est élevée, comme à l'extérieur, la réaction directe est favorisée et l'argent métallique formé rend le verre foncé. Si l'intensité est faible, l'argent et le chlore emprisonnés dans le verre se recombinent et le verre redevient transparent après quelques minutes.

Les verres polarisés constituent le fin du fin en matière de lunettes de soleil.

Ces «verres» sont en fait formés de plastique contenant, outre un peu de colorant, des molécules d'hydrocarbure à longue chaîne, encastrées parallèlement et rendues conductrices par l'ajout d'électrons. La radiation électromagnétique (lumière) incidente est formée d'une multitude d'ondes de polarisation quelconque, c'est-à-dire dont le champ électrique oscille dans une direction aléatoire. Les molécules conductrices absorbent la composante du champ qui est parallèle à leur orientation et ne laissent passer que la composante perpendiculaire. Résultat: l'intensité de la lumière est réduite d'au moins 50%, et plus encore, si on considère les réflexions à la surface, la présence du colorant et le fait que les molécules d'hydrocarbure ne sont pas parfaitement alignées.

Un avantage énorme des verres polarisants, en particulier pour les alpinistes, skieurs et marins, est qu'ils éliminent une proportion encore plus grande de la lumière réfléchie par la neige ou par l'eau. En effet, la lumière réfléchie par ces substances est partiellement ou totalement polarisée horizontalement (ou parallèlement à la surface du sol): si les molécules absorbantes sont, elles aussi, alignées horizontalement, comme c'est habituellement le cas pour les lunettes, une bonne partie de la lumière réfléchie, sinon toute, est éliminée.

LA QUESTION
DU MOIS

L'ÉTÉ EN RETARD

Dans l'hémisphère nord, c'est le 22 juin que la durée du jour est maximale et que le soleil éclaire et réchauffe le plus longtemps. Pourtant, il fait généralement plus chaud vers la mi-juillet. Pourquoi?

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 mai 1988 est: **M. Émile Paradis, 49, rue Fleurie, Saint-Mathieu-de-Belœil (Québec), J3G 4S5** - Pour sa réponse à la question «On n'y coupe pas», cette personne recevra un exemplaire du jeu *Le Docte Rat* (une valeur de 32,95\$), gracieuseté des Éditions du Boréal Express.

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

RÉPONSE

*Pourquoi les jets d'eau
des fontaines lumineuses
semblent-ils colorés?*

Les jets d'eau sont en fait les précurseurs des fibres optiques! Selon sa direction d'incidence, une partie de la lumière pénétrant dans un jet d'eau par le bas ne peut pas en ressortir et se propage à l'intérieur de l'eau par réflexion interne totale, exactement comme la lumière se propage à l'intérieur d'une fibre optique, en étant réfléchi d'une paroi à l'autre. Une fraction de la lumière réussit à sortir du jet d'eau (sans quoi on ne verrait rien!) par diffusion ou parce que le jet n'est pas exactement cylindrique.

par l'Agence Science-Press

LE PHYTOTRON DE MCGILL

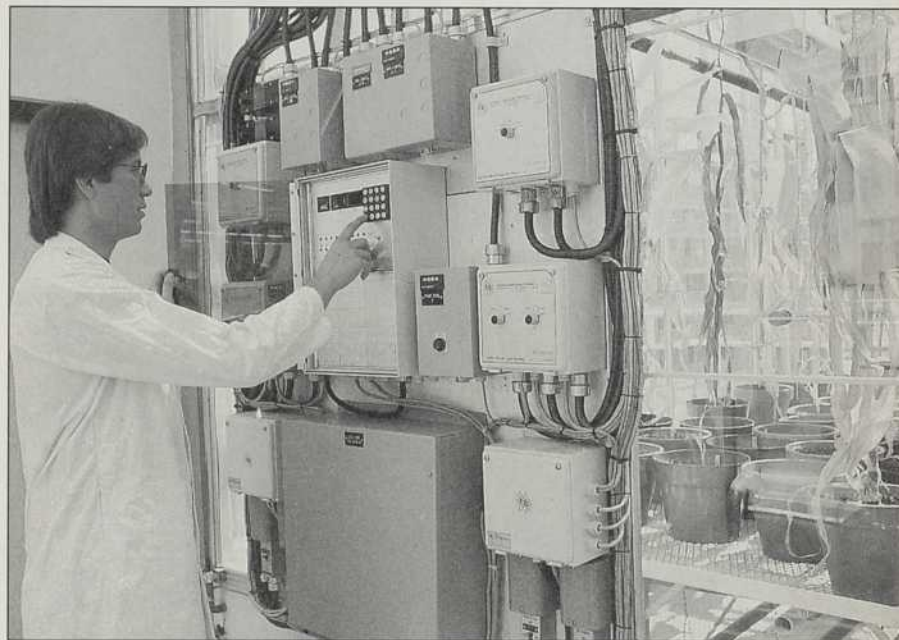
Depuis quelques mois, des serres surplombent le campus de l'Université McGill, dans le centre-ville de Montréal. À leur allure assez curieuse (le soir, elles émettent une lumière intense), on se doute que ce n'est pas une banale culture de concombres qu'elles abritent.

Ces serres forment en effet le *phytotron* dont vient de se doter l'Université McGill. Le phytotron est à la physiologie des plantes ce que le cyclotron est à la physique des particules: une installation de recherche puissante et sophistiquée, qui, l'espère-t-on, permettra de percer les secrets du monde végétal.

Il s'agit en fait d'un vaste complexe de chambres de croissance où l'on peut faire varier à volonté les principaux facteurs qui influencent la croissance des plantes: la lumière, l'humidité et la température. Ainsi, des lampes spéciales peuvent y produire, en pleine nuit, une lumière comparable par sa couleur et son intensité à celle du soleil de midi. Un système complexe de chauffage et de climatisation permet d'y recréer les conditions de température régnant à l'équateur ou aux pôles. L'air introduit dans les serres (après filtration, pour en éliminer les polluants) peut être rendu aussi sec que celui du désert ou aussi humide que celui de la forêt équatoriale.

Tous ces paramètres sont soigneusement contrôlés par un ordinateur qui pousse le raffinement jusqu'à téléphoner lui-même aux chercheurs, la nuit, en cas de panne! L'ordinateur est aussi en liaison permanente avec une station météorologique, et ajuste l'éclairage, le chauffage, le refroidissement et l'humidité de l'air selon les conditions régnant à l'extérieur.

Cette installation, construite pour la jolie somme de 2,4 millions



Guy L'Heureux

de dollars, n'est-elle qu'un jouet extravagant? «Non! répond Martin J. Lechowicz, directeur du phytotron. C'est un outil extraordinaire qui nous permettra de résoudre des problèmes fondamentaux de la botanique. Grâce au phytotron, nous pourrions, par exemple, comprendre les caractéristiques physiologiques des plantes résistantes au froid. Nous mènerons aussi des recherches appliquées visant à déterminer les conditions de croissance optimales de certaines espèces utiles ou de plantes «nouvelles» créées par biotechnologie.»

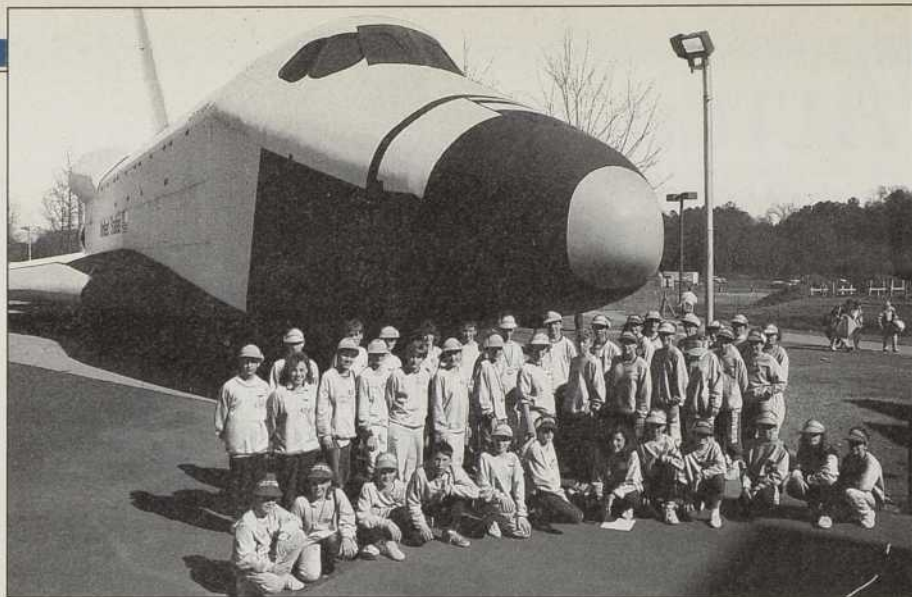
Une des possibilités les plus intéressantes du phytotron consiste à étudier l'impact de la concentration de gaz carbonique sur la végétation; celle-ci, en effet, pourrait augmenter considérablement, d'ici quelques dizaines d'années, du fait de notre activité industrielle. Étant donné que plusieurs des chambres de croissance sont complètement étanches, il sera aussi possible d'y étudier

M. Mark Romer, aux commandes du phytotron. Cet ordinateur permet de contrôler les grandes variables de la croissance des plantes.

l'effet de divers polluants. On peut même y augmenter la composante ultraviolette de la lumière, de façon à simuler les conditions que créerait la destruction de la couche d'ozone, par exemple.

Ces caractéristiques font du phytotron de McGill le plus sophistiqué au monde. Il pourra être utilisé non seulement par les chercheurs de l'Université, mais aussi par l'ensemble de la communauté scientifique. Déjà, plusieurs biologistes du Québec et d'autres pays (dont le Japon) ont exprimé le désir d'y travailler. «Le grand intérêt du phytotron, souligne Martin Lechowicz, c'est son haut degré d'automatisation: il permet aux scientifiques de faire de la science sans se préoccuper de l'appareillage...»

Michel Groulx



École Pierre-Brosseau

LES JEUNES À LA CONQUÊTE DE L'ESPACE

Agence spatiale ou pas, «garage canadien dans l'espace» ou pas, les Ontariens ont décidé de se lancer dans la formation des futurs spécialistes des technologies spatiales.

L'automne dernier, l'école secondaire Overlea, à Toronto, lançait un programme axé sur les mathématiques, les sciences et l'espace. Rebaptisée «Marc Garneau Institute», l'école établissait des liens avec la NASA (l'Agence américaine de l'aéronautique et de l'espace) et recevait l'appui de plusieurs firmes, dont Spar Aerospace et Unicys. Quarante-vingt-cinq élèves y suivent un programme enrichi en sciences, en mathématiques et en informatique, en plus de participer à diverses activités (visites industrielles, télé-conférences via satellite — l'école a sa propre soucoupe — avec des spécialistes, préparation d'une expérience qui sera réalisée en condition d'apesanteur, etc.).

Il y a quelques mois, l'Université Carleton, à Ottawa, devenait le premier établissement canadien à offrir un programme de premier cycle en génie aérospatial. L'automne prochain, on y accueillera 35 étudiants — et déjà, on se bouscule pour y avoir accès. De plus, l'Université Carleton et celle

de Toronto offrent des programmes de maîtrise et de doctorat en génie aéronautique.

Enfin, des spécialistes canadiens de l'espace — universitaires, industriels et fonctionnaires — participent à la mise sur pied de l'Université internationale de l'espace, de concert avec des spécialistes américains, européens, japonais, chinois, indiens et soviétiques. Dans un premier temps, l'Université offrira des programmes de formation, l'été, dans les diverses institutions participantes, dont l'Université McGill, à Montréal. La première session aura lieu cet été, au Massachusetts Institute of Technology, à Boston. Une cinquantaine d'étudiants, dont six Canadiens, y sont inscrits. Éventuellement, les étudiants poursuivront leur formation à bord de la future station spatiale américaine (ou soviétique...). Deux firmes canadiennes, Spar Aerospace et Canadian Astronautics, participent à ce projet.

Le système scolaire québécois tire de l'arrière dans cette conquête. Chez les jeunes, l'intérêt est là: au début de mars, 42 élèves de 1re et 2e secondaire de l'école Pierre-Brosseau, à Brossard, ont fait un stage d'une semaine au U.S. Space Camp, à Huntsville, Alabama. Très motivés, les jeunes avaient recueilli eux-mêmes la moitié des 1 000 \$ nécessaires à leur voyage, en plus de se préparer par des lectures, des recherches, etc. Le voyage a tellement emballé les étudiants que

Un groupe d'élèves de l'école secondaire Pierre-Brosseau de Brossard, lors de leur stage au U.S. Space Camp, à Huntsville.

plusieurs veulent y retourner l'an prochain.

De plus, à l'école Pierre-Brosseau, on songe à ajouter, dès septembre 89, au programme scolaire un cours d'initiation à l'astronautique pour les élèves du début du secondaire.

Au niveau universitaire, l'École Polytechnique de Montréal a inauguré cette année un programme de spécialité en technologie spatiale, pour 15 étudiants de génie électrique et mécanique, avec la collaboration de Spar Aerospace, qui fournit des ressources humaines et matérielles.

Félix Maltais

LA FIN DU «BABY BOOM»

Le nombre total de naissances à travers le monde devrait atteindre son sommet dans dix ou quinze ans, puis décliner. C'est du moins ce qu'estime le Dr William Foege, directeur de la Task Force for Child Survival (organisme qui œuvre à l'immunisation des enfants). Selon le Dr Foege, trois facteurs contribuent au déclin des naissances: 1. la baisse de la mortalité infantile (quand les parents savent que leurs enfants vont survivre, ils en font moins); 2. l'alphabétisation et la scolarisation plus poussées; 3. la stabilité politique. Cette baisse du nombre de naissances va être une date historique dans l'histoire de l'humanité, dit M. Foege, en rappelant que le nombre de personnes vivant sur la planète, actuellement, équivaut au nombre total d'êtres humains décédés depuis le début de l'humanité.

DE L'OR! DE L'OR!

Pour le géologue, l'Abitibi présente le même paysage que les îles Fidji... exception faite du climat! Il s'agit en effet de deux régions volcaniques situées en milieu marin. En fait, c'est l'Abitibi d'il y a 2,7 milliards d'années qui ressemble aux îles Fidji. Aujourd'hui, la mer s'est retirée, les volcans se sont éteints et l'érosion a fait son œuvre de nivellement. Mais les gisements d'or sont toujours là, aussi bien en Abitibi qu'aux Fidji.

Les géologues viennent de découvrir que les gisements d'or présents dans la ceinture insulaire qui va de la Nouvelle-Zélande et s'étend jusqu'au Japon sont en pleine formation. L'or remonte des profondeurs de la terre avec l'eau chaude des geysers et, au contact de la pluie oxydante, se dépose à l'état natif dans des étangs. «Il suffit de se pencher pour ramasser l'or», a raconté T. M. Seward, un chimiste néo-zélandais, aux participants du colloque sur les processus hydrothermaux, organisé à Montréal par l'Institut de recherche en exploration minérale (IREM).

«Les événements qui se passent dans le Pacifique ouest nous intéressent car ils nous renseignent sur la mise en place des gisements de l'Abitibi», indique Joseph Fox, directeur de l'IREM, un institut formé de chercheurs de l'Université McGill, de l'École Polytechnique et de l'Université de Montréal.

L'Abitibi était une zone dite de subduction identique à celle où se trouvent les îles Fidji, la Nouvelle-Zélande, la Nouvelle-Guinée, l'Indonésie et le Japon. Cette zone correspond à l'enfoncement de la plaque océanique du Pacifique sous la croûte terrestre. Ce phénomène qui est responsable de la dérive des continents ne se fait pas sans heurt. La friction provoquée par l'enfoncement d'une plaque provoque de nombreux tremblements de terre. En s'enfonçant, la croûte océanique fond et des poches de magma



IREM/Joseph Fox

L'origine des gisements d'or de l'Abitibi s'explique par une activité volcanique qui a prévalu il y a 2,7 milliards d'années.

remontent vers la surface, formant ainsi une ceinture de volcans.

«Chez nous, à Broadlands, la lave n'est qu'à 1 000 mètres de la surface», affirme M. Seward.

Les sources d'eau qui atteignent la surface à une température de 90 °C sont riches en minéraux. Un kilogramme de dépôt minéralisé peut contenir 85 mg d'or et 500 mg d'argent. Ces sources d'eau chaude sont parfois exploitées pour produire de l'électricité. Mais la centrale de Broadlands éprouve des difficultés bien spéciales: les trous forés dans le sol pour recueillir la vapeur sont obstrués d'or et d'argent!

En Abitibi, il n'y a plus d'eau chaude parce que les volcans n'existent plus. Les gisements d'or sont captifs dans des veines de quartz qui les rendent difficiles à trouver. «L'étude des sources hydrothermales du Pacifique ouest devrait nous aider à comprendre les processus de transport de l'or pour en arriver à mettre au point des méthodes d'exploration plus efficaces», affirme Joseph Fox.

En attendant ces développements pour l'Abitibi, c'est la ruée vers l'or dans le Pacifique. Les géologues estiment à 100 millions de tonnes d'or les dépôts le long de cette zone volcanique. Mais en Nouvelle-Zélande, on n'ose l'exploiter car l'or est associé, tout comme en Abitibi, à de fortes concentrations de mercure et d'arsenic. «L'exploitation de l'or

pose des problèmes écologiques et de santé au travail, sans compter que, chez nous, ces dépôts sont situés dans un parc national», souligne M. Seward. Au moins, en Abitibi, le mercure et l'arsenic sont emprisonnés dans la roche, pour notre plus grand bien.

Éric Devlin

NOUVELLES IMAGES DANS LE VIEUX-PORT

Deux destinations attirent les pas... et les yeux du promeneur au Vieux-Port de Montréal depuis le début de juin: *Expotec 88* et *Images du futur 88*. Au menu du premier, une *Destination santé* qui propose un voyage fort instructif à travers cette merveilleuse machine qu'est le corps humain en faisant usage des technologies de pointe allant de la résonance magnétique nucléaire au cinéma IMAX. Juste à côté, *Images du futur 88* accueille les œuvres des meilleurs artistes des États-Unis utilisant les nouvelles technologies appliquées aux arts visuels.



Expotec

UNE ASPIRINE PAR JOUR?

Une aspirine par jour peut-elle éloigner pour toujours... les maladies du cœur? Selon une étude récente, publiée dans le *New England Journal of Medicine*, la consommation régulière d'aspirine réduit considérablement le risque de crise cardiaque chez les individus en bonne santé.

On sait déjà que l'aspirine aide à prévenir une nouvelle attaque cardiaque chez les victimes d'infarctus. L'étude récente, réalisée auprès de 22 000 médecins âgés de 40 à 84 ans et jusque-là en bonne santé, suggère que l'aspirine a le même effet bénéfique chez ceux qui n'ont aucun antécédent cardiovasculaire. Chez la moitié des sujets, qui prenaient un comprimé de 325 mg d'aspirine tous les deux jours depuis six ans, on a dénombré 47% moins d'infarctus que chez ceux qui ne prenaient pas d'aspirine. Les sujets du premier groupe ont aussi été moins souvent victimes de décès attribuables à des défaillances cardiaques que les autres.



D'après les auteurs de l'étude, ces résultats s'expliquent aisément par les propriétés anticoagulantes de l'aspirine, les infarctus étant généralement causés par la formation de caillots sanguins dans les artères rétrécies par l'athérosclérose.

Mais, selon d'autres chercheurs, il est imprudent de conclure que l'aspirine est un bon moyen de

prévenir les maladies du cœur. Deux jours après la publication de l'étude américaine, le *British Medical Journal* publiait en effet une étude où l'on ne décelait aucun lien entre le fait de prendre régulièrement de l'aspirine et l'incidence des crises cardiaques.

D'autre part, l'aspirine peut aussi avoir des effets néfastes. En effet, la même étude américaine révèle que la fréquence d'hémorragies cérébrales était légèrement plus élevée chez les sujets qui avaient pris de l'aspirine. Celle-ci est aussi un irritant pour le tube digestif.

Le Dr Pierre Thérout, de l'Institut de cardiologie de Montréal, croit tout de même que cette découverte est encourageante. «Les personnes à risque pour les maladies cardiovasculaires pourraient bénéficier d'une «diète à l'aspirine», estime-t-il. La population américaine, pour qui les maladies cardiovasculaires sont la première cause de mortalité, semble du même avis: les ventes d'aspirine et la valeur des actions des compagnies d'aspirine ont grimpé depuis la publication de l'étude.

DES COUPS DE MARTEAU DANGEREUX

Une équipe de chercheurs de l'Université de Toronto étudie présentement la nocivité des bruits «impulsifs», comme les coups de feu ou les coups de marteau. Selon les chercheurs, ces bruits, même s'ils ne durent que quelques millièmes de seconde, seraient plus dommageables pour l'oreille qu'un bruit continu, comme celui d'une presse d'imprimerie ou d'un marteau pneumatique. Un bruit bref de plus de 120 décibels provoque des dommages irréversibles et la perte d'audition peut survenir dans les jours suivants.

BLEUETS À LA CARTE



MAPAQ

Des géographes et des physiciens du laboratoire de télédétection de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) ont mis au point une méthode de cartographie du gel par télédétection, pouvant servir au réaménagement des bleuetières de la Sagamie.

Dans cette région, des gels se produisent occasionnellement pendant la saison de croissance, diminuant alors la production de bleuets. Les gelées tardives du printemps s'attaquent en effet à la fleur du bleuet, et les gelées hâtives de l'été endommagent les fruits avant la récolte.

Afin de déterminer où et quand ces gels se produisent et quelle est leur intensité, l'équipe de l'UQAC, dirigée par Gilles H. Lemieux, a cartographié à très petite échelle la température et l'écoulement de l'air froid près du sol, dans les bleuetières. Ces cartes détaillées ont été réalisées grâce aux données obtenues par satellite. Analysées par ordinateur, ces données ont permis de déterminer la probabilité de gel dans les espaces forestiers en régénération de la région, notamment ceux où des bleuetières sont en exploitation.

Les chercheurs de l'UQAC ont amorcé une nouvelle série d'études dans le but de repérer les sites les plus propices à l'établissement de bleuetières.

OURAGANS GALACTIQUES

Les galaxies sont le théâtre d'immenses ouragans. Ces cyclones cosmiques ressemblent beaucoup à ceux qui secouent notre atmosphère: ce sont des mouvements de gaz très rapides, ils ont une vie brève et obéissent aux lois qui régissent les cyclones terrestres. Cette découverte est le fruit de recherches menées par des astronomes québécois sous la direction du professeur Jean-René Roy, du Département de physique de l'Université Laval.

Depuis quelques années, les chercheurs soupçonnaient que les nébuleuses, ces nuages de gaz lumineux qui parsèment les galaxies, étaient agitées par de violentes turbulences. Grâce à un nouveau système de spectroscopie, mis au point par l'équipe du professeur Roy et utilisé à l'observatoire du mont Mégantic et par le télescope France-Canada-Hawaï, les chercheurs de l'Université Laval ont pu, les premiers, confirmer cette hypothèse.

«Ces ouragans sont associés à des étoiles très jeunes et très massives, explique Jean-René Roy. Celles-ci émettent une énergie intense qui illumine les gaz et les entraîne dans des tourbillons violents. Mais, parce que les étoiles se consomment très rapidement, ces tempêtes durent moins de 10 millions d'années, un laps de temps très court à l'échelle galactique. Elles s'apaisent alors et les nuages de gaz s'éteignent. Si l'on pouvait observer l'Univers pendant des millions d'années, on verrait ces nuages de gaz s'allumer et s'éteindre tour à tour, comme les lumières d'un arbre de Noël!»

L'équipe québécoise a découvert que ces bourrasques galactiques obéissaient aux mêmes lois que celles qui surviennent dans notre atmosphère. Il s'agit là d'une contribution importante à notre connaissance de l'Univers.

INRS TÉLÉCOMMUNICATIONS



Jacques Bissinger, maîtrise en Télécommunications, INRS, 1987

Une semaine après avoir obtenu sa maîtrise à INRS-Télécommunications, Jacques Bissinger était engagé à Ottawa comme ingénieur des systèmes, par Microtel Pacific Research, le centre de recherche et de développement de British Columbia Telephone.

«Ce que je fais, c'est de la macro-ingénierie. Dans mon équipe, nous planifions l'évolution du réseau de British Columbia Telephone.»

«Ma maîtrise à l'INRS-Télécommunications a été un gros atout pour l'obtention de ce poste. Par une première expérience de travail à Recherche Bell-Northern, j'avais déjà une formation en conception des systèmes d'exploitation de réseaux. Le programme de maîtrise de l'INRS-Télécommunications m'a permis d'être vraiment à la pointe des connaissances sur les technologies de traitement de la parole et des images.»

La recherche de pointe à l'INRS-Télécommunications

- ☐ Réseaux de télécommunications
- ☐ Logiciels des communications
- ☐ Traitement des signaux numériques
- ☐ Télévision numérique
- ☐ Synthèse et reconnaissance de la parole

Renseignements:

Tél.: Québec (418) 654-2500
Montréal (514) 765-7844

L'INRS LE SCEAU DE QUALITÉ EN RECHERCHE ORIENTÉE



Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique



Ça, ça fait du bien!



PARTICIPACTION

LE BRONZAGE

La peau, ça se protège

**Naturel ou artificiel,
le bronzage compte beaucoup d'adeptes.
Pourtant, en raison d'une augmentation
du cancer de la peau, la médecine
vient de lui déclarer la guerre.**

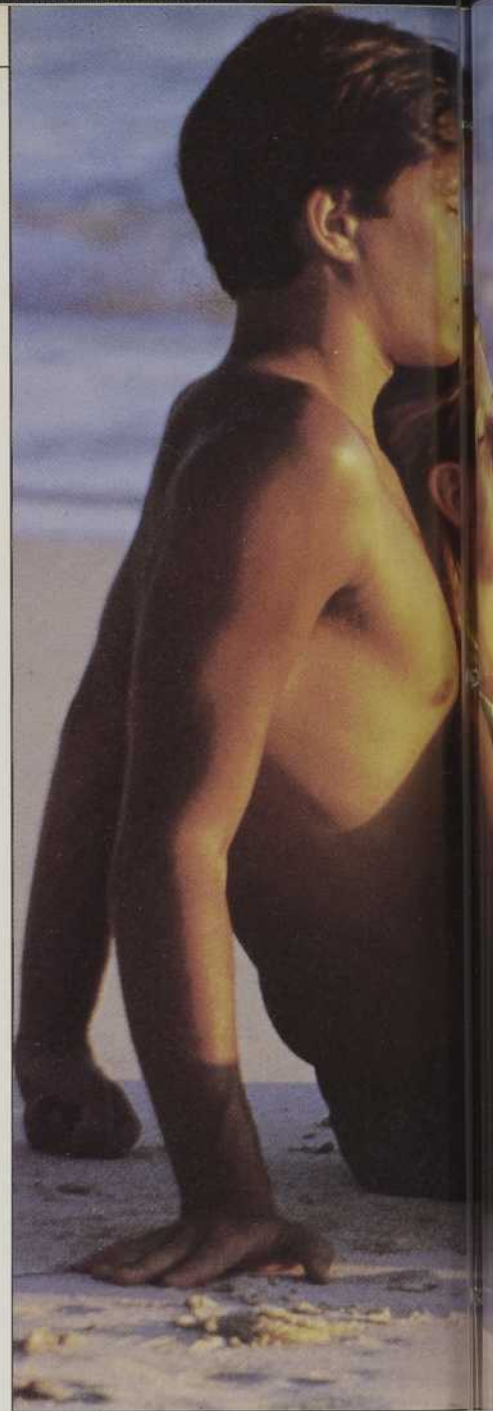
par Claude FORAND

Sur l'affiche géante, une fille superbe en maillot de bain expose son corps bien bronzé aux chauds rayons du soleil. Juste en dessous, le message de l'Académie américaine de dermatologie tranche, sur un ton alarmiste: «Rôtissez maintenant, payez plus tard»! Après l'alcool, le tabac et le sida, la médecine vient de déclarer la guerre au bronzage, l'un des «sports» les plus pratiqués, mais aussi l'un des plus dangereux.

Au cœur du débat, une constatation alarmante: on sait maintenant que la pratique du bronzage peut être coûteuse pour la santé. Ceux qui croient encore qu'ils ne risquent qu'un bon coup de soleil peuvent aller se rhabiller!

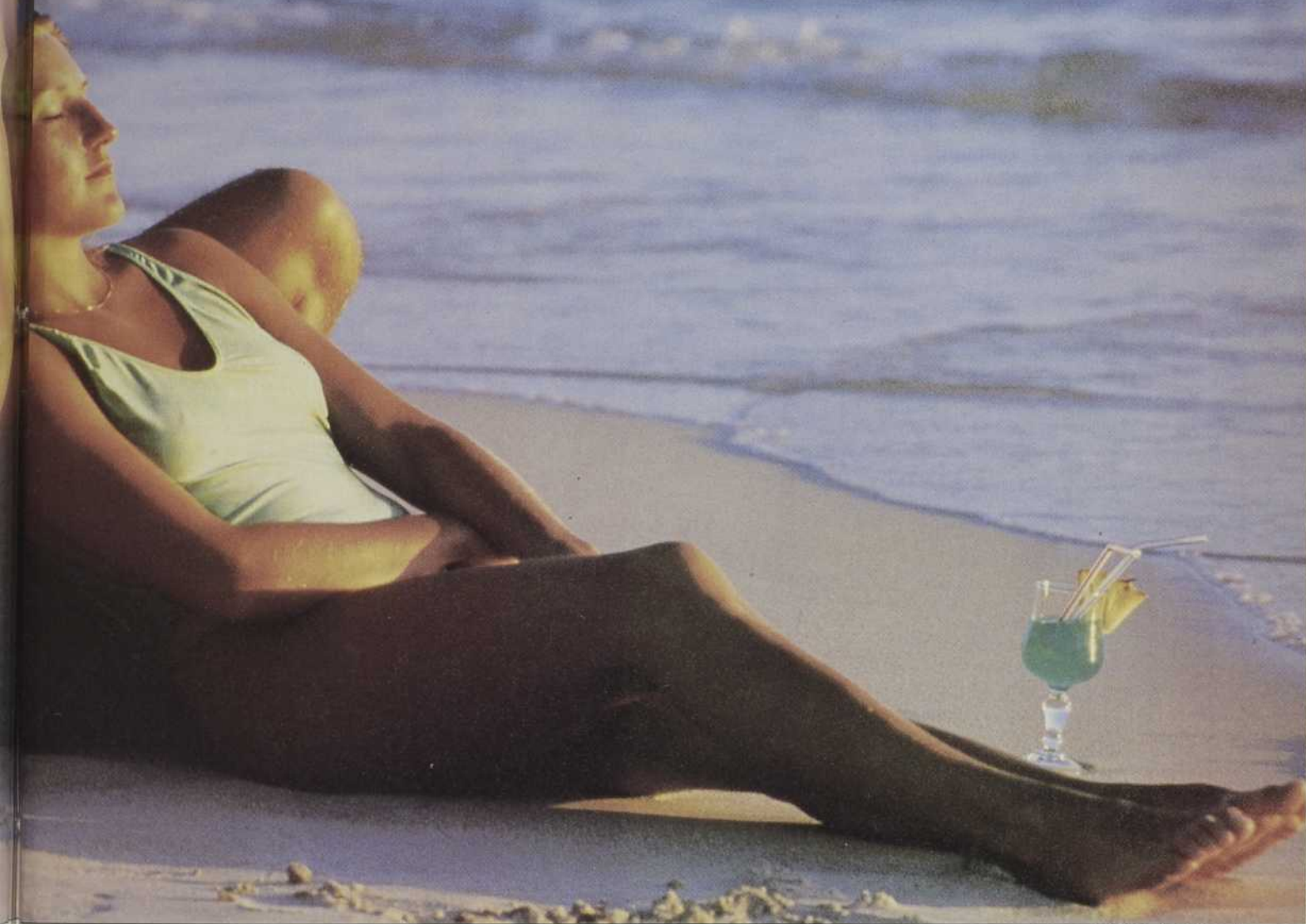
Ils pensent peut-être aussi que les vêtements les protègent. Faux — pas les tissus synthétiques. Qu'on ne brûle pas par temps nuageux. Faux — les rayons traversent les nuages. Qu'ils sont à l'abri sous le parasol. Faux — en raison de la réflexion du soleil sur l'eau, le sable ou la neige. Et que le meilleur bronzage s'obtient entre midi et 14 h. Faux — c'est plutôt l'heure du coup de soleil meurtrier.

«Beaucoup de cas d'abus du soleil sont attribuables simplement à l'ignorance de ces règles élémentaires», explique le Dr Gary Sibbald, de la Société canadienne de dermatologie. «Les gens se précipitent au soleil, espérant obtenir en vingt minutes un teint de charbon!»



Les spécialistes accusent le soleil de causer le vieillissement prématuré de la peau, qui se dessèche, se plisse et prend, vingt ans trop tôt, l'apparence d'une vieille peau de lézard! Mais, plus inquiétant encore, on sait, depuis peu, que la peau brûlée et meurtrie par le soleil, au fil des ans, n'oublie jamais et prédispose à certaines maladies graves, parfois incurables. Témoin, la hausse en flèche du nombre de cancers cutanés, depuis quelques décennies, que l'on attribue largement à l'abus des rayons solaires.

L'engouement des peuples nordiques pour les chauds rayons du sud



Alpha diffusion/Diaf

semble être universel. Les Parisiens qui se rendent sur la Côte d'Azur ou les Moscovites, en Georgie, n'ont rien à envier aux Québécois qui fréquentent la Floride, en hiver, et la côte de la Nouvelle-Angleterre, en été.

Les retours sont souvent moins heureux. «À tous les printemps, les vacanciers de Floride surgissent à mon bureau à pleine porte! Il faut alors réparer les dégâts, notamment soulager les rides et enlever les points noirs...», lance le Dr Pierre Ricard, président de l'Association des dermatologues de la province de Québec.

Les tarifs abordables des «destinations-soleil», conjugués à l'essor des salons de bronzage mettent maintenant à la portée de tous, comme jamais auparavant, le teint cuivré à longueur d'année. Au même moment, on commence à constater les effets nocifs pour la santé d'une telle exposition aux rayons du soleil.

LE CULTE DU SOLEIL

Le soleil, c'est bien connu, est essentiel à notre organisme. Il est responsable de la formation de la vitamine D, qui prévient le rachitisme; il soulage certaines maladies, comme l'ar-

thrite et le psoriasis, et constitue aussi l'antidote rêvé contre la déprime: les chercheurs croient en effet qu'il diminue le taux de mélatonine, substance du cerveau qui serait responsable des états dépressifs. Mais ce qui inquiète les dermatologues, ce sont les séances de bronzage prolongées et répétées.

Au Québec, on rapportait l'an dernier 7 000 cas de cancer de la peau, soit 2 000 de plus que l'année précédente. Une hausse de 40% en 10 ans seulement. «C'est énorme, pour une région où les individus ne s'exposent au soleil que quatre mois par année», indique le Dr Ricard.

De nos jours, on ne peut nier qu'un corps bien bronzé véhicule une image de jeunesse, de santé, voire d'attrait sexuel. Mais il n'en a pas toujours été ainsi.

Le bronzage «esthétique» est essentiellement un phénomène culturel, une mode, que véhiculent avec succès les agences de marketing. Avant le début du siècle, un teint bronzé était synonyme de pauvreté. C'était l'apanage des paysans et des travailleurs manuels. Les bourgeoises, elles, s'abritaient sous leurs ombrelles et préservaient ce teint laiteux des héroïnes des romans Harlequin.

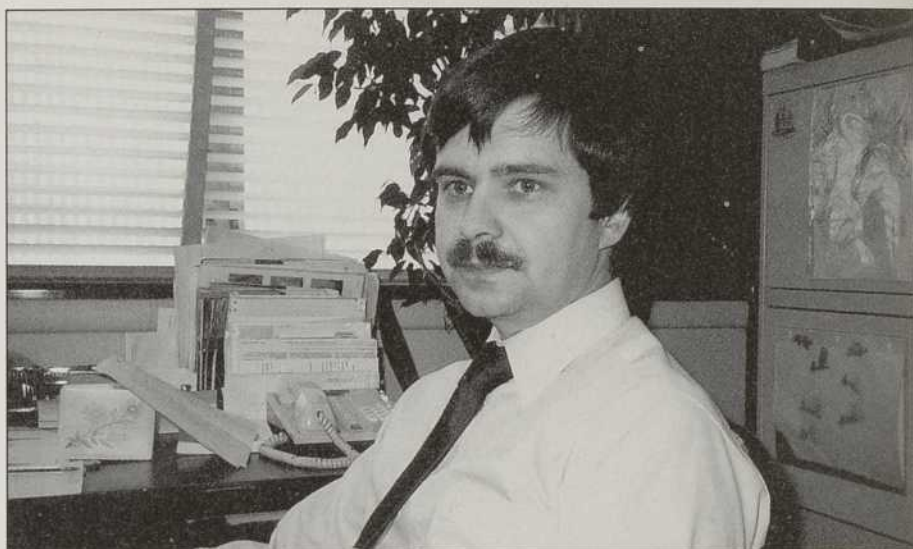
En 1921, le bronzage acquiert soudain ses lettres de noblesse. Sous l'influence de couturiers célèbres, dont Coco Chanel, le teint cuivré fait alors BCBG. La mode se répand et devient désormais la marque de ces aristocrates dont la fortune leur permet de jouer au golf ou au polo, et de... paresser au soleil, sous le regard envieux du commun des mortels.

Contrairement à nos ancêtres, qui ne s'exposaient au soleil qu'à contrecœur, pour le travail manuel, nous le faisons aujourd'hui avec entrain. «Un tel changement d'attitude comporte nécessairement des risques élevés pour la santé», soutient le Dr Gary Sibbald.

AUCUN AVANTAGE

Aux États-Unis, les statistiques révèlent que l'incidence du cancer de la peau s'est accrue de 1 000 % depuis 1930. On y dénombre 400 000 nouveaux cas par an. «Dans 15 ans, soutient le Dr Ricard, si la tendance se poursuit, un individu sur 100 courra le risque de se retrouver avec un mélanome malin durant sa vie.» Dans 90 % des cas, les cancers de la peau apparaissent sur les parties du corps exposées au soleil.

Heureusement, l'abus de soleil ne provoque pas toujours des effets aussi dramatiques! Dans beaucoup de cas, les fanatiques du bronzage auront compris la leçon après l'apparition de petits boutons blancs, de taches brunes (kératose solaire — à



Claude Forand

Les tissus synthétiques ne protègent pas la peau contre le soleil; on peut brûler par temps nuageux; le parasol n'est pas un abri sûr; l'heure du coup de soleil meurtrier se situe entre midi et 14 h. Selon le Dr Gary Sibbald, de la Société Canadienne de dermatologie (ci-dessus), «beaucoup de cas d'abus du soleil sont attribuables simplement à l'ignorance de ces règles élémentaires.»

GARE AU SOLEIL ARTIFICIEL!

On compte plus de 100 salons de bronzage à Montréal et près de 1 000 dans tout le Québec. Hier rares, ces centres constituent maintenant une industrie viable et bien organisée. Le soleil artificiel engendre des revenus de 300 millions de dollars par année en Amérique du Nord!

Que recherchent les clients? Un beau hâle à longueur d'année, qui les fasse paraître en santé et dix ans plus jeunes. D'autres viennent aussi se faire un «fond» avant de partir en vacances dans le sud.



Gilbert Gour / Magazine Protégez-vous

Pourtant, il n'est guère certain que cela en vaille la peine. Une étude menée en Angleterre auprès de clients qui se rendaient dans ces centres trois fois par semaine, pour des séances de 30 minutes chacune, indique que le teint ainsi obtenu procure un facteur de protection de 3 seulement. C'est-à-dire qu'il permet de rester au soleil trois fois plus longtemps sans brûler. Voilà un avantage bien faible, compte tenu que toute bonne crème solaire

permet d'y rester au moins huit fois plus longtemps...

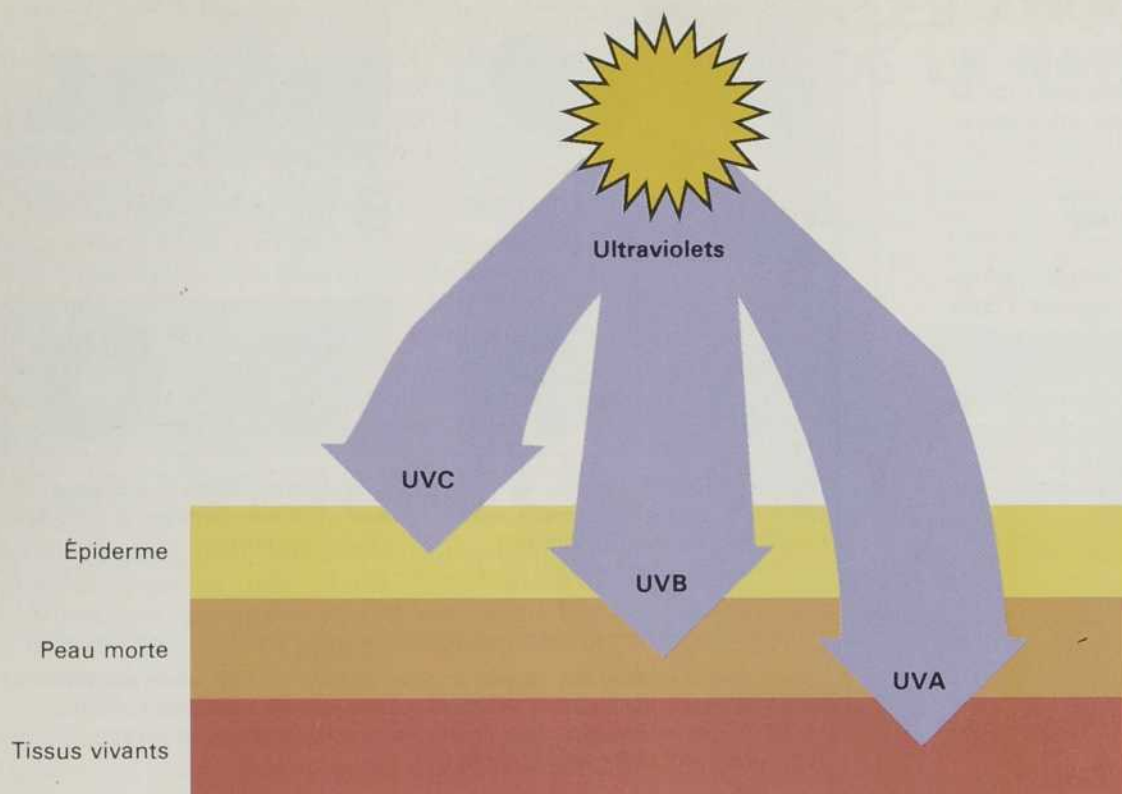
«Il est faux de croire que les salons de bronzage procurent une couche de fond qui nous protège des brûlures du soleil, indique le Dr Pierre Ricard. Le rayonnement des lampes à bronzer ne fait que brunir la peau en surface et les rayons UVB du soleil peuvent toujours la brûler.»

Lors de l'exposition au soleil, la peau est soumise à l'action des rayons UVA et UVB. Les rayons UVB, notamment, agissent comme un signal d'alarme, en provoquant un coup de soleil lorsque l'organisme en a assez. Les salons de bronzage, eux, n'utilisent que les rayons UVA, jugés responsables du vieillissement de la peau et de certains effets génétiques encore mal connus.

«Le client est alors à la merci des UVA, qui pénètrent profondément dans la peau, sans risque de provoquer un coup de soleil pour vous prévenir que c'est assez!», indique le Dr William Danby, président de la Société canadienne de dermatologie. Certains experts soutiennent qu'il faudrait en moyenne 600 heures de «soleil en cabine» avant d'afficher un vrai bronzage.

«Les lampes qui transmettent des UVA n'existent pas depuis assez longtemps pour qu'on ait une idée exacte des effets nocifs qu'elles risquent de provoquer», affirme le Dr Danby.

LES RAYONS ULTRAVIOLETS



Les rayons UVC

Longueur d'onde: 280 nm *

Force: Rayonnement de très forte énergie

Effets sur la peau:

- Ne parviennent pas jusqu'à la Terre;
- Protection incertaine contre ces rayons, à cause de la destruction de l'ozone;
- Provoquent des brûlures et des lésions graves, s'il y a contact avec les tissus vivants (plaies, blessures, etc.);
- Sont très dangereux. La législation régit sévèrement son utilisation commerciale (lampes ultraviolettes, appareils de bronzage dans les salons);
- Cancérigènes.

Les rayons UVB

Longueur d'onde: de 290 à 320 nm

Force: Rayonnement d'énergie moyenne

Effets sur la peau:

- Responsables des coups de soleil;
- Brûlent souvent avant de bronzer;
- Traversent l'épiderme et stimulent la production de mélanine;
- Peuvent provoquer le cancer.

Les rayons UVA

Longueur d'onde: de 320 à 400 nm

Force: Rayonnement de faible énergie

Effets sur la peau:

- Ne provoquent pas de coups de soleil;
- Oxydent légèrement la mélanine;
- Pénètrent la peau en profondeur;
- Endommagent le collagène (qui structure la peau) et l'élastine (qui donne l'élasticité à la peau);
- Comportent moins de risques de cancer;
- Les effets à long terme de leur importante pénétration dans les tissus humains restent inconnus.

* Un nanomètre (nm) équivaut à un milliardième de mètre.

surveiller), ou de rougeurs accompagnées de démangeaisons (eczéma ou urticaire solaire), qui disparaissent après un retour à l'ombre.

S'il soulage certaines maladies, comme on l'a souligné précédemment, le soleil en complique d'autres. Notamment, la rosacée (lésion cutanée), le vitiligo (décoloration de la peau) et le lupus érythémateux (plaques rouges). Certaines rougeurs et démangeaisons peuvent être causées par des médicaments (anovulants,

antibiotiques, tranquillisants) et les huiles essentielles de certains parfums. Ces substances sont sensibles au rayonnement ultraviolet et peuvent accroître la force des rayons solaires.

Les dermatologues, cela va sans dire, s'opposent à l'exposition au soleil. L'Académie américaine de dermatologie en est venue à la conclusion que, mis à part les effets purement esthétiques et psychologiques du bronzage, il n'existe aucune

preuve scientifique que l'exposition prolongée au soleil soit bénéfique pour l'organisme. Le Dr Sibbald va plus loin: «Bronzer, c'est exposer sa peau aux rayons ultraviolets suffisamment pour l'endommager, de telle sorte qu'elle brunit.»

Dans certains cas, l'obsession du soleil peut devenir malade. Le magazine américain *Newsweek* rapporte le cas d'une femme qui avait abandonné son travail pour s'exposer au soleil du matin au soir. Un

autre Américain, après s'être fait enlever 10 tumeurs bénignes en 12 ans, s'expose encore au soleil quotidiennement!

UVA OU UVB?

Le soleil émet trois types de rayons ultraviolets, dont les longueurs d'onde différentes produisent aussi des effets différents sur la peau.

L'un d'eux, le rayonnement UVC, ne parvient pas jusqu'à la terre. Il est capté par la couche d'ozone de l'atmosphère. Mais cette protection est de moins en moins sécuritaire puisque l'on s'inquiète, depuis peu, de la destruction de la couche d'ozone. Tout contact éventuel des rayons UVC avec l'organisme provoquerait des brûlures et lésions graves.

Les rayons UVB, d'une longueur d'onde de 290 à 320 nanomètres, sont responsables du coup de soleil, qui n'est rien de moins qu'une brûlure des parois des cellules de la peau. Les UVB ont en effet la réputation de brûler avant de faire bronzer. Gare à la période critique, entre midi et 14 h! Le soleil est alors à son zénith et les UVB provoquent l'insolation sans pitié.

La longueur d'onde des UVB leur permet de traverser la couche superficielle de la peau, c'est-à-dire l'épiderme, pour stimuler la production de mélanine, ce pigment brun qui monte alors à la surface de la peau, l'épaissit et lui donne sa coloration foncée. Une fois à la surface, les pigments de mélanine absorbent une partie du rayonnement subséquent, évitant un nouveau coup de soleil.

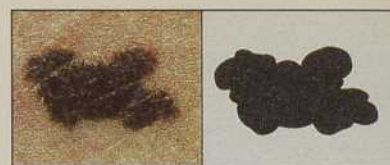
Contrairement aux UVB, les rayons UVA sont plus longs (320 à 400 nanomètres) et trop peu énergiques pour provoquer le coup de soleil. Tout au plus vont-ils oxyder légèrement la mélanine. Résultat: un teint un peu rougeaud, un hâle léger, laissant deviner les premières marques du bronzage. Dans ces conditions, on a longtemps cru qu'ils étaient sans danger.

Les chercheurs s'inquiètent, par contre, de la profondeur à laquelle les UVA pénètrent dans la peau. On

L'ABCD DU DANGER



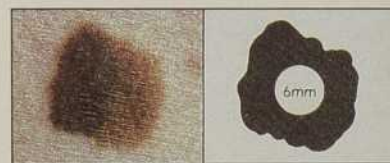
A Asymétrie: Une moitié de la lésion est différente de l'autre moitié.



B Bord: le contour est dentelé ou mal circonscrit.



C Couleur: la couleur varie d'une zone à l'autre. On peut y retrouver du brun, du marron, du noir, parfois du blanc, du rouge ou du bleu.



D Diamètre: le diamètre de la lésion dépasse 6 mm, soit celui d'un crayon.

L'exposition de la peau aux rayons du soleil prédispose à certaines maladies souvent bénignes, mais parfois sérieuses comme le mélanome malin. D'où l'importance de reconnaître, très tôt, les signes qui annoncent le danger et nécessitent une visite chez le médecin.

LE BRONZAGE: UNE AFFAIRE DE PIGMENTS

Le bronzage est un mécanisme de défense de la peau contre l'agression du soleil. Mais encore faut-il que la peau soit en mesure de parer les coups!

L'arsenal défensif de l'organisme humain contre le soleil repose sur la kératine, protéine responsable de l'épaississement de la couche cornée de la peau, et surtout sur la mélanine, ce pigment brun qui, lorsque stimulé par les rayons solaires monte à la surface de la peau pour lui donner sa coloration foncée.

L'intensité du bronzage dépend directement de la quantité de mélanine disponible. Notre capacité de brunir est donc génétiquement programmée et on ne peut aller au-delà.

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, la peau blanche possède le même nombre de mélanocytes (les cellules produisant la mélanine) que la peau noire. Mais les mélanocytes des Noirs produisent en permanence — avec ou sans soleil — des pigments de mélanine qui protègent très bien. Chez l'individu à la peau blanche, les mélanocytes n'entrent pas en action sans la stimulation des rayons solaires.

Les individus blonds, mais surtout les roux, ont une capacité de pigmentation quasi nulle. Ils brûlent toujours et bronzent rarement. Des recherches démontrent que leur peau absorbe

1 000 fois moins les radiations UVB que celle des individus à la peau noire. Le Dr Pierre Ricard rappelle que 25 % des cancers frappent ces individus à la peau très pâle.

En Australie, un habitant sur deux a un cancer de la peau après l'âge de 50 ans. Une enquête a permis de conclure que ce véritable problème de santé publique était lié au type de peau des habitants de ce pays!

Historiquement, l'Australie fut d'abord peuplée par les bagnards irlandais que la Couronne d'Angleterre déportait ainsi au bout du monde. On déversa donc, en plein désert australien, de jeunes prisonniers à la peau laiteuse et aux cheveux roux, très mal préparés à ce climat. Leurs descendants paient aujourd'hui chèrement la note de cette erreur historique...

Contrairement aux blonds et aux roux, les individus à la peau noire sont naturellement pigmentés. Ils brunissent toujours et ne brûlent jamais. Selon Kligman, chercheur de l'Université de la Pennsylvanie, ils peuvent rester au soleil 15 fois plus longtemps que les autres.

«Il ne s'agit pas d'interdire le bronzage, fait valoir le Dr Ricard, mais de s'y adonner avec précaution.» Une lotion solaire avec un facteur de protection minimal de 8 est essentielle.

croît qu'ils endommagent le collagène et l'élastine, substances responsables de la structure et de l'élasticité de la peau, provoquant le vieillissement prématuré. C'est aussi le type de rayonnement auquel ont recours les salons de bronzage (voir l'encadré: «Gare au soleil artificiel!»).

Une étude menée à l'Université du Texas indique que, passé un certain niveau d'exposition au soleil, non seulement le vieillissement de la peau est accéléré, mais le système immunitaire chargé de protéger l'organisme est affaibli. Selon le Dr Margaret Krippe, ce mécanisme de défense deviendrait incapable de reconnaître les cellules malades pour les détruire. Les cellules «détraquées» déclencheraient alors les tumeurs et autres séquelles.

MIEUX VAUT TÔT QUE JAMAIS...

Le mélanome malin, tumeur qui se développe souvent sur un grain de beauté, ne constitue que 3% des cancers de la peau, mais est responsable de 75% des cas mortels. Près de 6 000 personnes en meurent chaque année sur le continent.

Après 300 émissions de radio et de télé, le Dr Ricard reconnaît que le message commence à être compris. «En 1972, lorsque j'ai commencé à parler des risques de la surexposition au soleil, les gens croyaient que j'étais cinglé! Pourtant, je ne faisais que rapporter les résultats alarmants d'études publiées aux États-Unis et en Europe.»

L'avantage évident de la prévention, c'est de détecter les tumeurs à leurs débuts. «Près de 90% des cancers de la peau sont guérissables lorsque le traitement est entrepris tôt», explique le dermatologue. Ce fut le cas du président américain, Ronald Reagan, que les médecins ont traité avec succès, en 1985, pour une tumeur de type basocellulaire sur le nez. Il s'agit, avec le type spino-cellulaire, de la forme la plus fréquente de cancer de la peau. À surveiller: une petite lésion cutanée qui ne guérit pas, change de couleur ou de forme, sur le visage, les jambes, les lèvres et le dos des mains.

Alors, adieu au bronzage? Ce n'est pas pour demain, n'en déplaise aux dermatologues. Les chances sont minces pour que les plages deviennent désertes et que les luxueux hôtels de Saint-Tropez ou de Miami aient bien des chambres libres en pleine saison touristique.

Malgré tout, le 40e anniversaire de la création du bikini par le couturier français Louis Reard vient d'être superbement ignoré aux États-Unis. Signe des temps? □

Pour en savoir davantage:

JEANMOUGIN, Michel, *Photodermatose et photoprotection*, Del-tacom, Paris, 209 p.

L'Association des dermatologues de la province de Québec a regroupé plusieurs articles pertinents sur la surexposition au soleil. On peut se les procurer en écrivant à: L'Association des dermatologues du Québec, C.P. 216, succ. «Desjardins», Montréal (Québec), H5B 1G8, tél.: (514) 842-4556.

La Société canadienne du cancer publie deux brochures sur la protection contre le soleil et les risques de cancer de la peau. Écrire à: La Société canadienne du cancer, 550, rue Sherbrooke ouest, bureau 985, Montréal (Québec), H3A 3C5, tél.: (514) 842-3424.

POUR LES GOURMETS ET LES AMOUREUX DE LA NATURE

CHAMPIGNONS DU QUÉBEC ET DE L'EST DU CANADA

DENIS LEBRUN
ANNE-MARIE GUÉRINEAU



NUIT BLANCHE ÉDITEUR

«... Tous les mycologues en herbe que j'ai rencontrés ne disent pas aimer cueillir des champignons, ils disent être fous des champignons. ... Procurez-vous au plus vite un guide de poche que vous pourrez transporter facilement avec vous lors de vos balades en forêt, vous permettant ainsi d'identifier avec précision plusieurs espèces savoureuses. Champignons du Québec et de l'est du Canada de Denis LeBrun et Anne Marie Guérineau est sans contredit le meilleur guide actuellement sur le marché.»

Simone Piuze, La Presse Plus,
28 sept. 1985

Champignons du Québec et de l'est du Canada
Denis LeBrun et Anne Marie Guérineau
NUIT BLANCHE ÉDITEUR, 288 pages,
105 photographies couleurs, 17,95 \$

Dans toutes les bonnes librairies
Diffusion Dimédia

ou chez l'éditeur:
NUIT BLANCHE ÉDITEUR
1026, rue Saint-Jean, bureau 403,
Québec, QC G1R 1R7

Enfin réédité

IMAX ET OMNIMAX: vers le cinéma total

Ces deux procédés ont permis au cinéma de franchir un nouveau pas. Désormais, l'image englobe le spectateur, le faisant pénétrer dans l'illusion.

par Sylvie LA FERRIÈRE et Jacques DESBIENS

Montréal a maintenant sa salle de cinéma IMAX, et Hull sera bientôt dotée de la première salle au monde réunissant les systèmes IMAX et OMNIMAX. Ces nouveaux procédés cinématographiques viennent répondre à un rêve vieux de plus d'un siècle: envelopper le spectateur, le faire entrer dans l'image.

Depuis les tout premiers temps du cinéma, il s'est fait une recherche technique et formelle constante dans le but de faire éclater les limites de cette fenêtre qu'est l'écran, pour que le spectateur ait l'impression de faire partie d'un environnement où la fiction est à la limite de la réalité. Beaucoup se souviennent des sensations provoquées par le cinéma 180° de la Ronde ou le 360° à Terre-des-Hommes. Ces systèmes cherchaient à transporter le spectateur dans l'es-

pace au moyen d'une image panoramique, mais l'illusion était fortement atténuée par le fait que l'image n'était élargie que sur l'axe horizontal. Les films sur écran géant du système IMAX et sur écran hémisphérique, dans le cas d'OMNIMAX, créent, quant à eux, une illusion beaucoup plus forte; les apparences sont si réalistes que, à défaut de pouvoir réellement voyager dans l'espace ou dans les fonds marins, voire à l'intérieur de l'atome ou du corps humain, ces nouvelles approches du spectacle cinématographique donnent presque l'impression d'y être.

La particularité fondamentale d'IMAX et d'OMNIMAX réside dans cette nouvelle relation qu'ils établissent entre le spectateur et l'écran. L'image projetée est de si grande dimension qu'il faut bouger la tête de gauche à droite et de haut en bas pour





IMAX Systems Corporation

tout voir. Cette relation avec l'image cinématographique redonne à l'œil sa liberté et accentue l'impression de réalité, au point de créer une illusion spatiale grandement supérieure à celle du cinéma traditionnel.

Le procédé IMAX-OMNIMAX est issu de l'expérience du spectacle audio-visuel multiécran qu'était le «Labyrinthe» du pavillon l'ONF à l'Expo 67. L'équipe d'Imax Systems Corporation, dirigée par Greame Ferguson et composée de Bill Breukelman, Robert Kerr, Roman Kroitor et Bill Shaw, s'est regroupée pour une recherche assidue dont le but était d'accentuer l'illusion cinématographique. Cette recherche s'est développée au point que l'équipe est arrivée à concevoir un système de production cinématographique basé sur des procédés de pointe et allant d'une pellicule qui défile à l'horizontale jusqu'à un nouveau concept de salle de cinéma, en passant par des caméras et des projecteurs des plus perfectionnés.

Une caractéristique fort singulière de ce procédé est sans aucun doute l'utilisation d'une pellicule 70 mm — 15 perforations par image, la plus grande de toute l'histoire du cinéma. Un photogramme d'un film IMAX est dix fois plus grand que celui d'un 35 mm et trois fois plus grand qu'un 70 mm standard. Cette pellicule dont le grain est extrêmement fin, presque imperceptible, permet d'obtenir des images dont les contrastes et la luminosité sont d'une qualité encore inégalée par les autres pellicules de l'industrie cinématographique.

IMAX: DU CINÉMA SUR ÉCRAN GÉANT

En entrant dans une salle IMAX, on remarque, outre l'immense écran, qui peut atteindre la hauteur d'un immeuble de sept étages, l'angle d'inclinaison de la salle qui est beaucoup

La salle IMAX à Sandusky, en Angleterre. Scène tirée du film «En direct de l'espace». Le type de projection IMAX permet une relation plus étroite entre le spectateur et l'écran.

plus accentué que dans une salle de cinéma traditionnelle. Par exemple, la salle IMAX de 380 places du Vieux-Port de Montréal a une inclinaison d'environ 30°, face à un écran de 18,60 m de hauteur sur 25 m de largeur. Dans une salle IMAX, les spectateurs sont donc très près de l'écran. Cette proximité avec un aussi grand écran fait que l'image projetée couvre presque tout le champ de vision, selon la position dans la salle (60° à 120° sur l'axe horizontal, 40° à 80° sur l'axe vertical).

Le concept de l'écran géant n'est pas une idée nouvelle. Plusieurs procédés de films et d'écrans larges ont été mis au point tout au long de l'histoire du cinéma. Conçus généralement pour de grandes foules dans le cadre d'expositions universelles, le principal inconvénient de ces expériences fut la grande perte de qualité de l'image due à son agrandissement lors de la projection. L'avantage du système IMAX, quant à lui, est d'agrandir la superficie de l'image autant à l'horizontale qu'à la verticale tout en maintenant une qualité de définition supérieure.

Pour atteindre ces résultats, le système est doté d'un projecteur très puissant, capable de tirer profit de tous les attributs de la pellicule IMAX. Un mécanisme appelé la «boucle déroulante» (inventé par l'australien Ron Jones) entraîne le film horizontalement dans le projecteur avec une régularité et une stabilité de la pellicule supérieures à ce que permettent tous les autres systèmes de projection existants. De plus, grâce à son obturateur à 68%, le projecteur IMAX transmet un tiers plus de lumière que les projecteurs ordinaires. Dans ces conditions, l'image projetée dépasse largement les normes de netteté et de clarté des systèmes de projection sur écran géant standard. Ainsi, l'utilisation conjuguée du projecteur et de la pellicule IMAX, soutenue par l'architecture d'une salle conçue à cette fin, permet de projeter des images dont les dimensions et la qualité, dans la reproduction des apparences, produisent un impact sensible sur notre perception.

OMNIMAX: DU CINÉMA HÉMISPHERIQUE

Dans une salle de cinéma traditionnelle, l'écran est un obstacle; ce support de l'image projetée constitue la limite qui nous sépare de la fiction. Le cinéma hémisphérique du procédé OMNIMAX ouvre, encore plus qu'IMAX, de nouveaux horizons dans la conception de l'illusion spatiale au cinéma. En effet, dans une salle OMNIMAX, l'image est projetée à l'intérieur d'un dôme de façon à ce qu'elle dépasse notre champ de vision en couvrant 180° sur l'axe horizontal et 125° sur l'axe vertical. En stimulant l'ensemble de la rétine, ce type de projection se rapproche ainsi beaucoup plus des conditions de perception visuelle naturelles. L'image n'est plus encadrée, mais elle englobe, et l'écran semble alors presque immatériel. Les repères d'échelle, les distances et les déplacements, à l'intérieur de l'image, apparaissent ainsi dans des conditions comparables à la réalité. Il en résulte une meilleure sensation de profondeur et de relief qui accentue l'illusion de la présence réelle des objets.

Pour obtenir cet effet, le tournage d'un film OMNIMAX se fait à l'aide d'un objectif très grand angulaire, type œil-de-poisson (*fish-eye*), 30 mm F3,5 décalé qui forme une image ovoïde sur une pellicule IMAX. Le projecteur est, lui aussi, muni d'un objectif œil-de-poisson, qui permet de projeter une image couvrant 86% de l'écran. La projection sur un écran concave corrige les déformations géométriques créées par l'objectif très grand angulaire.

Ce procédé permet de reconstituer les apparences de l'espace tridimensionnel en utilisant la perspective curviligne, qui respecte beaucoup plus, dans la représentation spatiale, les conditions de vision naturelle que ne le fait la perspective classique. Dans le cinéma traditionnel, l'espace est représenté à partir d'une projection de la pyramide visuelle sur un plan. On appelle ce système de représentation «perspective classique ou linéaire». La perspective curviligne, quant à elle, est une projection géo-

LE CINÉMA IMAX-OMNIMAX DU MUSÉE CANADIEN DES CIVILISATIONS

Dès l'été 1989, le Musée canadien des civilisations, à Hull, rassemblera dans une même salle, grâce à ses écrans amovibles, les deux systèmes cinématographiques innovateurs que sont IMAX et OMNIMAX. Cette salle d'environ 1 000 m² pourra accueillir 320 spectateurs. Un système de treuils permettra de monter ou d'abaisser les écrans, de façon à ce que les spectateurs puissent apprécier alternativement les deux types de projection cinématographique. Cette opération devrait s'effectuer en moins de cinq minutes.

L'écran géant IMAX est fait de vinyle flexible perforé et mesure 26 m de largeur sur 19 m de hauteur. L'écran hémisphérique OMNIMAX, quant à lui, mesure 23 m de diamètre et s'incline à 165° au-dessus des spectateurs. Sa surface de projection est composée de 343 panneaux perforés,

faits d'un alliage d'aluminium de 1 mm. Son poids est de 8 600 kg.

La cabine de projection est située au centre du cinéma et le même projecteur est utilisé pour les deux systèmes. Les plateaux à bobines peuvent recevoir 6 150 m de pellicule pour environ une heure de projection. Cet imposant système de projection a un poids total de 6 600 kg. La salle est aussi dotée d'un système de son stéréophonique haute fidélité à six pistes.

Outre des feuilles de films IMAX et OMNIMAX, on prévoit présenter, dans la salle du Musée canadien des civilisations, des productions multimédias. On songe aussi à produire des films pouvant répondre aux besoins du Musée. Enfin, l'ouverture de cette salle transformable démontre bien l'ambition nourrie pour IMAX et OMNIMAX: en faire le cinéma le plus spectaculaire au monde.

LE CINÉMA ENVIRONNEMENTAL

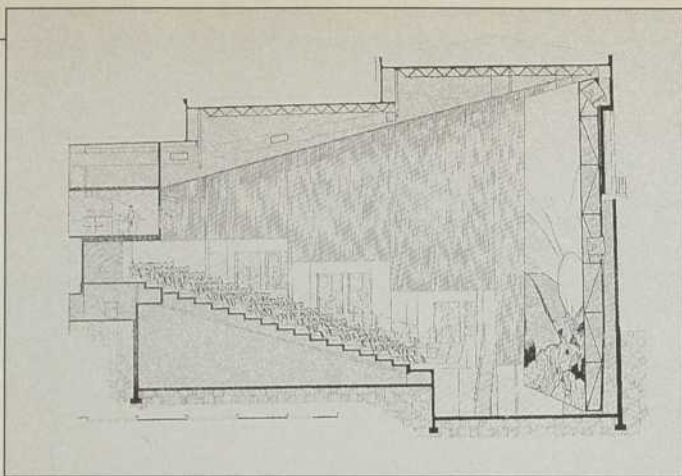
La recherche d'un environnement illusoire, d'un moyen de simuler les grands espaces, a véritablement pris son envol avec l'invention du PANORAMA par le peintre anglais Robert Barker, en 1787. Les panoramas étaient des peintures circulaires qui plaçaient les spectateurs au centre d'un paysage fictif. Ces images qui englobent le spectateur ont fait l'objet, depuis 200 ans, de progrès technologiques importants dans lesquels se sont insérées les techniques cinématographiques.

Avec l'avancement technologique qu'a connu le XIXe siècle, les peintures des panoramas ont été remplacées par des projections optiques. On a donc vu apparaître le PHOTORAMA, puis le CYCLORAMA qui étaient, en fait, des cinémas panoramiques à 360°. L'une des expériences les plus intéressantes fut sans doute le CINÉORAMA-BALLON (en 1986) de Raoul Grimoin-Sanson. Dans ce cinéma, les visiteurs étaient installés dans une nacelle et, au moyen de dix projecteurs synchronisés, on obtenait une image panoramique donnant l'illusion d'un survol des capitales du monde. Les problèmes techniques du cinéma panoramique ont grandement freiné les recherches dans ce domaine. Ce n'est qu'en 1952, avec le CINÉRAMA, qu'on assiste à une relance de ce type de cinéma. Les années 60 ont connu une prolifération des cinémas panoramiques (180° et 360°) qui utilisaient des projections multiples.

Bien que la recherche de l'illusion environnementale se soit surtout effectuée dans le cadre du cinéma panoramique, l'industrie cinématographique a cherché à agrandir l'image en mettant au point plusieurs concepts d'écrans géants et de films larges. Il y eut ainsi, sur le marché, des pellicules de 60 mm, 65 mm, 75 mm et même de 90 mm. La crise économique des années 30 et la standardisation des techniques cinématographiques ont fait disparaître la plupart de ces procédés. Outre la pellicule 70 mm standard, qui fut inventée en 1911 par l'ingénieur italien Filoteo Alberini, le système IMAX constitue une percée dans ce domaine.

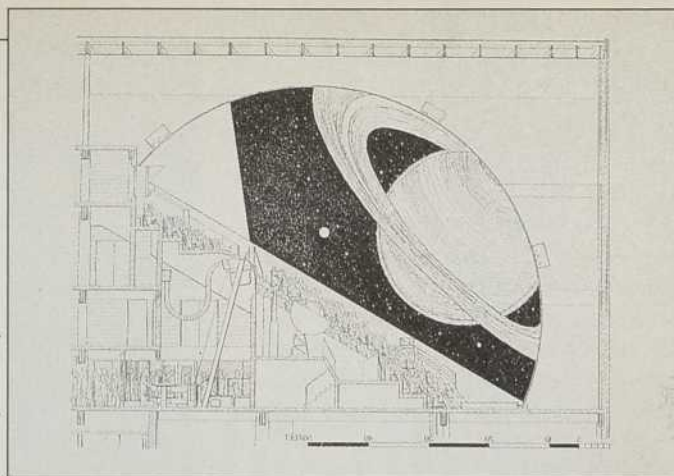
Depuis environ 20 ans, les techniques panoramiques ont très peu progressé; le «cinéma environnemental» s'oriente davantage vers les systèmes hémisphériques qui créent une meilleure illusion spatiale. Les premiers projets (non réalisés) de cinéma hémisphérique sont apparus vers 1957, mais cette technologie s'est développée surtout avec le système PANRAMA de Philippe Jaulmes qui eut l'idée de projeter une image curviligne unique à l'intérieur d'un dôme. Depuis, de nombreux systèmes de projection hémisphérique se sont succédés, dont OMNIVISION, DYNAVISION et le CINÉSPHÈRE. OMNIMAX reste le plus prometteur en raison de la qualité de son système.

Ces 200 ans d'histoire ont préparé la voie vers le «cinéma total».

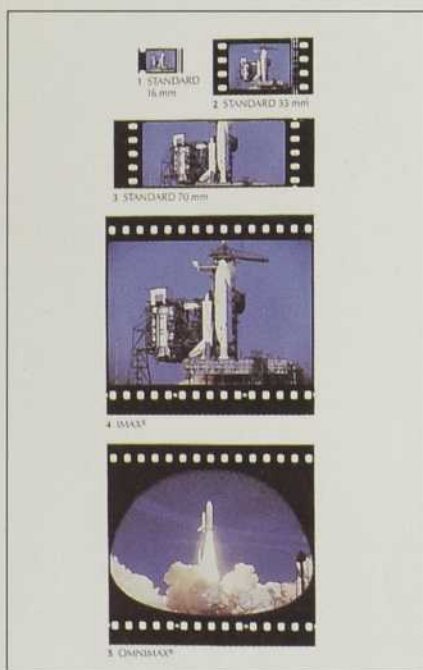


IMAX Systems Corporation

La salle IMAX possède les caractéristiques suivantes: écran immense, angle d'inclinaison accentué, proximité spectateur-écran, image recouvrant presque tout le champ de vision, de 120 à 1 000 sièges.



La salle OMNIMAX se caractérise ainsi: cinéma hémisphérique, image projetée à l'intérieur d'un dôme, image englobante et dépassant notre champ de vision, écran qui semble immatériel, de 100 à 500 sièges.



IMAX Systems Corporation

Les deux systèmes IMAX et OMNIMAX utilisent la pellicule la plus large de toute l'histoire du cinéma (en 4 et 5), soit 70 mm, 15 perforations par image.

VERS UN SPECTACLE VISUEL COMPLET

Ce procédé cinématographique, toutefois, entraîne certains problèmes techniques. Par exemple, il faut éviter de placer la ligne d'horizon trop haut, pour ne pas donner de torticolis aux spectateurs; les lignes verticales importantes, situées sur les bords de l'écran, peuvent apparaître légèrement courbées; et des réflexions croisées peuvent atténuer les contrastes et délayer les couleurs. Il est cependant possible de remédier à ces problèmes par une sélection et une composition judicieuses des images. Mentionnons aussi l'impossibilité pour le spectateur de se placer au point de vue idéal, soit le centre de la salle, puisque cet endroit est occupé par le projecteur. Afin d'atténuer les conséquences de cet inconvénient, le système OMNIMAX utilise un projecteur IMAX modifié, dont la partie optique est placée sur un élévateur et hissée au centre de la salle sans trop empiéter, de cette façon, sur les meilleures places. Enfin, on pourrait dire que le principal défaut du système OMNIMAX se résume à une légère perte de définition de l'image, puisque celle-ci est encore plus agrandie que celle d'une projection IMAX. Malgré tout, la qualité de cette image surpasse les résultats du système hémisphérique français Panrama, principal concurrent, qui utilise un équipement et une pellicule 35 mm.

Les caméras IMAX ont été sous l'eau et en orbite autour de la terre.

Il est déjà possible de visionner des films stéréoscopiques, autant pour OMNIMAX que pour IMAX. Les projections OMNIMAX ont même été utilisées en conjonction avec un projecteur de planétarium. En dernière analyse, ces nouvelles technologies cinématographiques que sont IMAX et OMNIMAX vont ajouter une «nouvelle dimension» au cinéma, lui permettant ainsi de franchir un autre pas vers le spectacle visuel le plus complet possible.

Les effets perceptuels engendrés par ces systèmes et la nouvelle conception de la représentation spatiale qu'on retrouve dans le cinéma hémisphérique impliquent une reformulation du langage cinématographique, autant dans la composition des images que dans leur montage. Il ne s'agit plus seulement de regarder une fiction à travers la fenêtre-écran, mais d'entrer dans l'illusion. □

Pour en savoir davantage:

SHAW, William C., DOUGLAS, J., Creighton, «IMAX and OMNIMAX Theatre Design», dans *Society of Motion Pictures and Television Engineer Journal*, vol. 92, n° 3, mars 1983, pp. 284-290.

Les systèmes cinématographiques IMAX, IMAX Systems Corporation, 38, rue Isabelle, Toronto (Ontario), M4Y 1N1, 1986, 16 p.

JAULMES, Philippe, Lherminier, *L'écran total — pour un cinéma sphérique*, coll. «Cinéma Futur», 1981, 103 p.

BARRÉ, André, FLOCON, Albert, *La perspective curviligne — de l'espace visuel à l'image constructive*, Flammarion, Paris, 1968, 220 p.

métrique du champ visuel sphérique entier sur un plan. L'image curviligne projetée à l'intérieur d'une coupole est homologue à l'image rétinienne. Au lieu d'une image, le cinéma hémisphérique projette un espace, puisque la vision périphérique est prise en considération. La caméra peut ainsi être substituée à l'œil pour créer des images dont l'organisation spatiale est susceptible de mieux faire adhérer le spectateur à l'illusion cinématographique.

Le 2000

L'arche de Noé des temps modernes

**Dans les zoos, l'heure est à la sauvegarde
des espèces menacées d'extinction.
Et à la panoplie des moyens
les plus complexes pour y arriver.**

par Claude FORAND

La Bible nous apprend que, à la veille du déluge, Dieu ordonna à Noé de faire monter dans l'arche un couple de chaque espèce animale peuplant la terre. Ce faisant, le brave homme accomplit ce qui préoccupe le plus les dirigeants des jardins zoologiques actuels : la préservation des animaux menacés d'extinction.

Pour les visiteurs des zoos, la question n'est pas évidente. Bien sûr, les acrobaties des singes nous font sourire, la puissance du rhinocéros nous stupéfie et le plumage écarlate du cacatoès nous fait pâmer d'admiration. Mais ce spectacle cache une réalité beaucoup plus désolante.

Il y a de fortes chances pour qu'aucun d'entre eux n'ait connu la

jungle ou la brousse équatoriale. Plus de 90% des pensionnaires des jardins zoologiques sont nés en captivité. Et la tendance va en s'accroissant, à mesure que l'habitat naturel de ces animaux est détruit.

«L'alarme fut sonnée dans les années 50, lorsqu'on réalisa que les ressources de la faune sauvage n'étaient pas inépuisables», explique le Dr Kay Mehren, vétérinaire au Zoo de Toronto. Pour l'heure, on constate que des siècles de carnage et de destruction de l'habitat naturel des animaux exotiques ont déjà éliminé plusieurs espèces. Dans certains cas, le jardin zoologique reste le seul refuge d'espèces disparues à l'état sauvage.





La naissance de ce jeune élan a été rendue possible grâce à un transfert d'embryons... et à une mère porteuse.

Zoo de Cincinnati

Le Rhinocéros noir d'Afrique, par exemple. On en comptait 15 000 spécimens à l'état sauvage, il y a 20 ans. Il en reste aujourd'hui moins de 2 000. L'espèce sera probablement éteinte d'ici la fin du siècle, puisqu'on attribue des propriétés magiques (et convoitées!) à sa corne. Le Bison d'Amérique, que Buffalo Bill décima joyeusement, ne compte que 200 survivants. Pour le Cerf du Père David, il est déjà trop tard. Même s'il en existe 1 300 spécimens en captivité, ce cervidé est disparu à l'état sauvage depuis belle lurette.

Voilà pourquoi le rôle des jardins zoologiques est en train de changer. Radicalement. Finie l'époque où l'on tentait d'exhiber l'éléphant le plus grassouillet ou le gorille le plus terrifiant. L'heure est à la préservation des espèces menacées de disparition. Le mot d'ordre: les établissements doivent collaborer entre eux!

«Les jardins zoologiques continuent d'exhiber des animaux exotiques pour le plaisir des visiteurs», soutient le Dr Clément Lanthier, vétérinaire au Zoo de Granby. «Mais derrière cela, des efforts énormes visent à sauver de l'extinction les espèces menacées à l'état sauvage.»

Chaque établissement concentre ses efforts de reproduction sur certaines espèces en voie de disparition. À Granby, c'est le Condor des Andes. À Toronto, c'est le Guépard (*Cheetah*), félin dont la vitesse de pointe atteint 100 km/h!

PRÊTE-MOI TON GORILLE

Comme la plupart des 200 jardins zoologiques et aquariums du continent, le Zoo de Granby participe, depuis quelques années, à un Programme de survie des espèces, géré par l'association américaine (AAZPA). La liste actuelle regroupe une dizaine d'espèces menacées: Oryx de Scimitar, Orang-outan, Gibbon à mains blanches, Tigre sibérien, Rhinocéros blanc, Lion asiatique, Lion des neiges. Au Zoo de Toronto, la liste s'allonge de quarante noms: Léopard chinois, Cheval przewalski, Hippopotame pygmée, Crapaud de Porto Rico, Guépard, Panda...

« Dès qu'un animal est menacé de disparaître dans son milieu naturel, explique le Dr Mehren, le programme de reproduction vise à assurer la survie à long terme de l'espèce. »

Au cœur de ce programme, un fichier contenant des renseignements détaillés sur 100 000 pensionnaires des zoos: âge, sexe, origine, généalogie de l'espèce, groupe sanguin, histoire médicale, etc. Cette véritable agence de rencontres informatisée supervise les échanges planifiés et les accouplements discrets avec le partenaire idéal, partout sur le continent.

Entre eux, les jardins zoologiques se prêtent, pour des périodes fixes, plus de 3 000 animaux, comme de simples livres de bibliothèque! « En raison de l'urgence de préserver les espèces menacées, fait remarquer le Dr Lanthier, la notion de propriété animale a beaucoup évolué au cours des dernières années. »

Le système fonctionne dans les deux sens. Ainsi, Granby songe à acquérir temporairement un autre Chimpanzé, pour remplacer le mâle actuel, peu enclin à s'accoupler avec la femelle du zoo. À l'inverse, Granby pourrait prêter un Oryx de Scimitar ou son Condor des Andes, dont le bagage génétique — qui intéresse les autres zoos — lui assure des conquêtes amoureuses pour les années à venir!

Peu importe l'établissement, l'objectif du programme reste le même: ces échanges d'animaux exotiques visent à maximiser la reproduction des sujets en captivité, afin de les réintroduire éventuellement dans leur milieu naturel. Ce dernier objectif est parfois irréaliste. C'est le cas du Tigre sibérien qui fait l'objet d'un effort international de préservation. Avec succès: 250 à l'état sauvage, 2 500 en captivité. « Même si les efforts de reproduction réussissent, fait valoir le Dr Mehren, cet animal représente un danger constant pour la population dans son habitat naturel. » À l'inverse, l'Oryx arabe — antilope longtemps décimée par le braconnage — fut récemment réintroduite dans des réserves arabes, où des gardes armés surveillent ses moindres déplacements.

BON SANG NE SAURAIT MENTIR

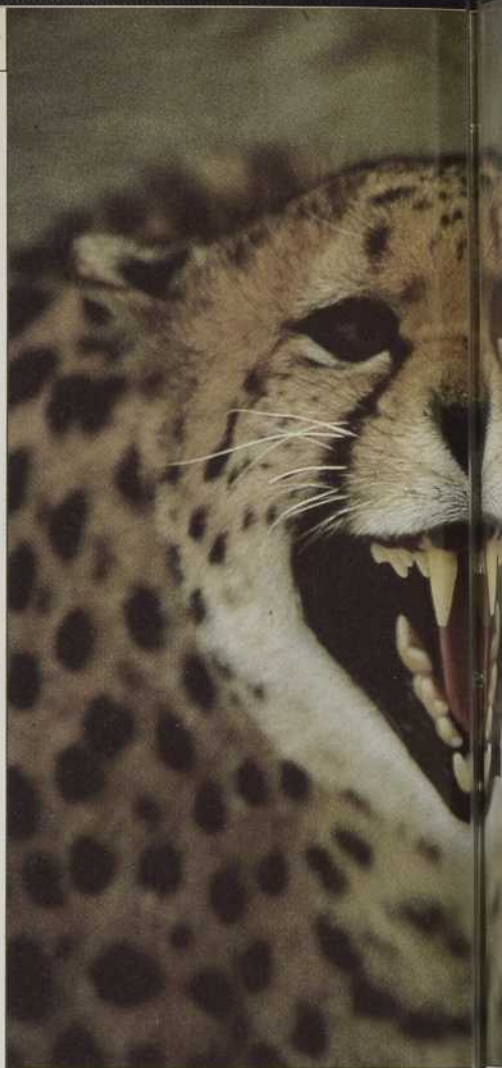
Les prêts d'animaux ne visent pas seulement à multiplier la population d'une espèce donnée dans les zoos. Ils permettent surtout de diversifier le bagage génétique, ce qui est essentiel pour assurer la survie d'une espèce à long terme. Les dirigeants des zoos ont mis du temps à saisir le message. Depuis Mendel, on sait que les unions consanguines, c'est-à-dire découlant d'ancêtres communs, peuvent réduire la diversité génétique et accroître la mortalité en bas âge.

Diversité génétique: le mot est lancé. C'est le facteur qui permet à un animal de s'adapter à un environnement nouveau. Son importance est cruciale lorsque l'on prévoit réintroduire des spécimens dans leur milieu naturel. Au Zoo national de Washington, le Dr Katherine Rawls a constaté que les unions consanguines diminuent l'espérance de vie chez 93% des primates en captivité.

À Granby, le Dr Lanthier avoue que ces unions sont désormais chose du passé. « Nous possédons maintenant des registres sur l'origine et le roulement des animaux », note le vétérinaire. Par le passé, les effets de la consanguinité ont été désastreux, entraînant des malformations congénitales. Par exemple, des lionceaux sont nés avec les yeux croches.

Au Zoo de New York, le Léopard des neiges est né en captivité. Comme ses parents et quatre générations avant eux. Ces unions douteuses n'ont pas manqué d'affaiblir l'espèce. Quant au Tamarin, singe de petite taille, il fait l'objet d'un programme de reproduction soutenu dans les zoos d'Amérique du Nord. Une centaine de spécimens sont prêtés en vertu du Programme de survie des espèces. L'objectif: diversifier le bagage génétique et éliminer l'hernie, tare qui frappe régulièrement les représentants de cette espèce.

L'idéal, c'est évidemment de mettre la main sur un animal capturé à l'état sauvage, dont le bagage génétique nouveau permet d'éviter la consanguinité. Le Zoo de Toronto a réussi, récemment, à obtenir un



Les jardins zoologiques consacrent beaucoup d'efforts de recherche pour sauver certaines espèces menacées d'extinction. Ainsi, le Zoo de Toronto s'intéresse particulièrement au Guépard et le Zoo de Granby, au Condor des Andes.

Léopard des neiges capturé en URSS. Mais l'exploit reste rare. Au Zoo de Granby, plus de 80% des 850 spécimens (350 espèces) sont nés en captivité. À Toronto, moins de 35 des 3 500 animaux (400 espèces) ont connu la vie sauvage.

Dans beaucoup de cas, les accouplements planifiés permettent effectivement d'accroître l'espèce menacée et même de réintroduire des spécimens dans leur milieu naturel. Dans d'autres cas, il faut faire preuve d'ingéniosité. Après plusieurs vaines tentatives de reproduction du Crapaud de Porto Rico, un employé du Zoo de Toronto a découvert qu'une pluie diluvienne et une musique d'ambiance donnaient les résultats souhaités.



Metropolitan Toronto Zoo

reproduction, notamment le transfert d'embryon, les banques de sperme et l'insémination artificielle.

« Ces méthodes ne viennent pas remplacer l'accouplement naturel, précise le Dr Lanthier. Mais elles constituent un outil de plus dont disposent désormais les jardins zoologiques pour faire face à la disparition de certaines espèces. »

La technique la plus prometteuse semble être le transfert embryonnaire. Elle consiste à administrer des hormones à la mère, afin de provoquer une ovulation multiple. On recueille ensuite ses nombreux embryons qu'on insère dans l'utérus de mères porteuses.

Les résultats, on le sait, sont spectaculaires chez les bovins laitiers, puisqu'une grosse productrice peut avoir, en une seule année, la progéniture d'une vie entière! Dans les zoos, l'espoir est évidemment d'accroître, au plus vite, la population des espèces menacées.

Dès 1976, deux chercheurs de l'Utah ont réussi à insérer l'embryon d'un mouflon dans l'utérus d'une brebis. Depuis, les résultats font dresser les cheveux sur la tête: une mule a donné naissance à une jument, une jument a accouché d'un zèbre et une vache a engendré un Buffle indien.

Au détriment, semble-t-il, de leur équilibre psychologique: certains nouveaux-nés élevés par des mères porteuses présentent des troubles d'adaptation sérieux, allant jusqu'à refuser de s'accoupler avec des animaux de leur propre espèce à l'âge adulte.

Le recours aux mères porteuses d'une autre race animale semble une nécessité, puisque le nombre de femelles disponibles au sein de l'espèce menacée est généralement très limité. Ce qui exige de synchroniser la durée de la grossesse entre les deux mères. On sait, par exemple, qu'une oursonne peut porter un panda, ou une truie un pécari, en raison de leurs gestations apparentées. Le principal accroc est toutefois d'ordre immunitaire: le rejet.

Comme lors des greffes d'organes chez l'humain, la réaction immunitaire entre en jeu. L'utérus de la mère

porteuse ne reconnaît pas le nouvel embryon et le rejette. Au Zoo de Toronto, les essais n'ont pas été couronnés de succès. Des moutons domestiques, à qui on avait greffé des embryons de moutons Dall, ont spontanément avorté au moment de mettre bas.

D'autres zoos, comme Cincinnati, New York et Washington, ont eu plus de chance et contrôlent assez bien le transfert d'embryons chez les espèces domestiques. « Il est inutile, explique le Dr Mehren, de songer à utiliser cette technique sur une grande échelle dans les zoos tant que ses applications domestiques ne seront pas maîtrisées davantage. »

Pour l'heure, diverses équipes de recherche pratiquent la haute voltige technologique. À l'Université Guelph, on tente de court-circuiter la réaction de rejet en recouvrant l'embryon étranger d'une couche de cellules provenant de la mère porteuse. Au Zoo de Cincinnati, le Dr Betsy Dresser, directrice de recherche, a réussi à diviser un embryon fertilisé, créant ainsi des jumeaux! La technique fut appliquée chez les Bongos, variété d'antilope dont seulement 1 000 spécimens vivent à l'état sauvage.

DES ÉLÉPHANTS EN BOUTEILLE

Une autre limite à l'utilisation tous azimuts de ces nouvelles méthodes vient du manque de connaissances sur la physiologie du système reproducteur des animaux exotiques. « Le travail est très souvent à recommencer, dit le Dr Lanthier, car les techniques ne sont connues que pour certaines espèces domestiques. » Il faut extrapoler. On dit alors que le système reproducteur d'une espèce exotique est « comme celui d'un chat » ou « comme celui d'un cheval ».

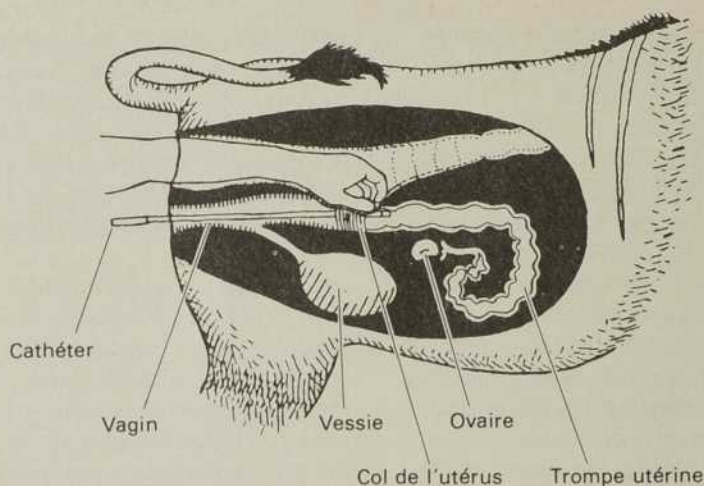
C'est notamment le cas avec l'insémination artificielle du Panda. Il reste moins de 1 000 spécimens en liberté. Le manque d'informations sur son système reproducteur et son comportement lui a permis de déjouer la plupart des efforts de reproduction entrepris jusqu'ici.



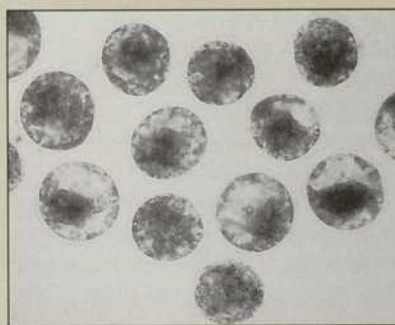
Zoo de Granby

LA JUMENT QUI ACCOUCHA D'UN ZÈBRE

Certains animaux rares ne se reproduisent pas ou très peu en captivité. C'est notamment le cas du Panda. La survie de l'espèce est alors sérieusement compromise. D'autres ont des ébats amoureux où le mâle est très violent, ou tout simplement impotent. Pour donner un coup de pouce à la Nature, les chercheurs font alors appel aux techniques modernes de



Le schéma ci-dessus illustre l'intervention (non chirurgicale) qui permet de prélever les embryons. Un cathéter achemine une solution saline jusqu'à l'utérus pour en «détacher» les embryons qui sont ensuite recueillis et congelés dans l'azote liquide en attendant leur implantation dans l'utérus d'une mère porteuse. À droite, un «troupeau» d'embryons d'Élan africain recueillis au Zoo de Cincinnati.



Zoo de Cincinnati

Sauf au Zoo de Washington, où la semence congelée d'un mâle, expédiée le jour même de Londres, a permis de pratiquer une insémination artificielle avec succès chez la femelle.

«Cette technique m'apparaît la solution à court terme au problème de la consanguinité des espèces et à d'autres tracasseries tels que le transport de l'animal sur de longues distances, etc.», explique le Dr Lanthier.

Sans compter que le tempérament parfois viril du mâle, ou son infertilité, peut empêcher l'accouplement naturel. C'est le cas de l'Éléphant asiatique, espèce menacée mais peu populaire dans les zoos. «L'insémination artificielle de la femelle apparaît alors la seule solution», précise le vétérinaire de Granby. Par électro-éjaculation, on recueille la semence du mâle endormi, pour l'insérer dans l'utérus de la femelle.

La technique pose aussi le problème de la congélation du sperme.

La température idéale varie, selon les espèces, et la durée de conservation, de même que le transport sans risques, continuent de défier les scientifiques. Pour le Tigre sibérien, les scientifiques ont bien réussi à congeler sa semence, mais l'insémination artificielle s'est avérée jusqu'ici un échec. Même chose pour le Guépard...

«Nos chances de succès augmentent à mesure que nous en apprenons davantage sur la physiologie du système reproducteur des animaux exotiques», explique le Dr Sylvie Gosselin, vétérinaire québécoise à l'emploi du Zoo de Cincinnati. Les techniques artificielles de reproduction ne peuvent réussir que lorsque les chercheurs disposent de méthodes suffisamment précises pour prédire le moment de l'ovulation et de la grossesse.

Il faut, pour cela, connaître la fréquence, la durée et la saison du cycle menstruel de chaque espèce, des paramètres qui peuvent changer en

captivité. De plus, il faut connaître les niveaux d'hormones entre les cycles, durant l'ovulation et la grossesse. La marge d'erreur permise est très mince. Ce qui suppose la mise au point laborieuse d'un modèle animal domestique, qu'on extrapole pour l'appliquer à l'espèce exotique avec plus ou moins de bonheur.

«Ce n'est pas par hasard si les Zoos de Cincinnati et du Bronx à New York ont jusqu'ici obtenu les succès les plus remarquables, fait remarquer le Dr Gosselin. Ces deux établissements embauchent à temps plein des spécialistes de la reproduction qui appliquent ces nouvelles techniques.»

De ce côté-ci de la frontière, les moyens sont plus limités. Toronto a récemment embauché un spécialiste à plein temps, ce qui témoigne de ses intentions. Calgary dispose de deux vétérinaires assignés à la reproduction artificielle. À Granby, le Dr Lanthier indique que le zoo — qui fut sans un vétérinaire à temps plein de 1982 à 1985 — doit reprendre le temps perdu avant de se lancer dans la reproduction de haute technologie. La proximité du Centre d'insémination artificielle de Saint-Hyacinthe et de l'École de médecine vétérinaire constitue un atout, précise-t-il.

Insémination artificielle, banque de sperme, transfert d'embryons... Malgré l'éventail des moyens de reproduction modernes, allons-nous réussir à sauver de l'extinction les espèces menacées?

Le tableau est plutôt sombre: les experts prédisent que d'ici deux siècles, seulement 20% des espèces actuelles seront encore parmi nous. En attendant, les derniers spécimens du Pigeon voyageur et du Loup de Tasmanie sont morts en captivité, dans les zoos... □

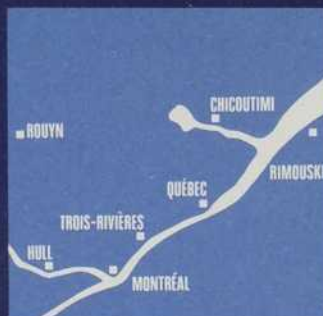
Pour en savoir davantage:

Zoo Biology, vol. 5, n° 2, 1986, Éditions Alan R. Liss, New York.

BOMSEL, Dr Marie-Claude, *Pas si bêtes*, Éditions Jean-Claude Lattès.

«From Horse to Zebra», *International Wildlife*, 14: 12-13, novembre, décembre 1984.

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



Créée en 1968 par l'Assemblée nationale, l'Université du Québec constitue aujourd'hui un réseau implanté dans sept villes et rayonne, en outre, dans quelque 35 sous-centres.

Le réseau compte 11 établissements : **six universités constituantes** — l'Université du Québec à Montréal (UQAM), l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), l'Université du Québec à Hull (UQAH), l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT);

deux écoles supérieures — l'École nationale d'administration publique (ENAP), l'École de technologie supérieure (ETS);

deux instituts de recherche — l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), l'Institut Armand-Frappier (IAF);
un établissement de formation à distance — la Téléuniversité (TELUQ).

L'Université du Québec regroupe aujourd'hui une communauté universitaire de plus de 78 000 étudiants, plus de 1 800 professeurs réguliers et 3 000 employés non-enseignants.

L'Université du Québec offre 370 programmes d'études de 1er cycle, 117 programmes d'études de 2e et 3e cycles.

Elle rassemble aussi une communauté scientifique travaillant sur plus d'un millier de projets de recherche recensés et disposant annuellement de 34 millions de dollars en subventions, contrats et commandites.



Université du Québec

LE RÉSEAU DE L'EXCELLENCE



Grâce au procédé de pyrolyse, ces vieux pneus seront transformés en huile à chauffage.

La recherche touche-à-tout

Péto-Lysis, Ultramar, Bionov, INRS-Eau et Tourbières Premier sont des entreprises et des organisations différentes, mais qui ont toutes en commun de poursuivre des recherches sur l'environnement.

par Gilles PARENT

Un chercheur en météorologie, en biologie ou dans une quinzaine d'autres disciplines fait peut-être de la recherche en environnement sans le savoir ! « La recherche en environnement est très complexe, précise Henri Saint-Martin, directeur de la recherche au ministère de l'Environnement du Québec. C'est une fonction diffuse, horizontale, qui touche à tous les secteurs. » À la limite, des chercheurs en chimie pourraient travailler sur un projet susceptible de s'appliquer à la protection de l'environnement sans en être pleinement conscients.

Comment savoir quand il devient nécessaire d'apposer une double étiquette à une recherche ? Il n'est pas question de considérer comme pertinentes à l'environnement toutes les recherches sur les sols ou la géologie, par exemple. « C'est la finalité qui permet de faire la distinction, précise M. Saint-Martin. Tout dépend s'il y a contribution à la protection ou à la conservation de l'environnement. »

La nature même de cette forme de recherche nous empêche d'en connaître les origines précises. « Plusieurs équipements antipollution ont été mis au point il y a plus de cent ans, mais il est difficile de savoir quand le concept d'environnement, par le fait même, de recherche en environnement, a vu le jour », explique André Marsan, biologiste spécialisé dans ce domaine. Selon lui, même si, déjà dans les années 40, des écologistes comme Pierre Dansereau traitaient abondamment d'environnement, c'est l'adoption de l'Environmental Protection Act, aux

États-Unis, à la fin des années 60 qui demeure le jalon le plus important.

Presque 30 ans plus tard, est-il possible d'avoir une idée d'ensemble de ce qui se fait dans ce secteur de recherche ? Difficilement. Un comité formé par le Conseil canadien des ministres de l'environnement et des ressources a voulu connaître le nombre de projets de recherche en environnement. Il a dû se limiter et ne tenir compte que des 450 projets d'origine gouvernementale ou paragouvernementale. Pour aller plus loin, il aurait été nécessaire d'imiter les Américains et de créer une banque de données spécialisées. Il faudra donc éventuellement faire de la recherche pour savoir ce qui se fait dans son propre domaine !

En attendant pareille initiative, voici cinq exemples de recherches poursuivies au Québec dans des domaines et par des organismes très différents, mais qui ont tous en commun de porter sur l'environnement et de chercher à régler des problèmes bien concrets : comment utiliser le purin de porc pour nourrir des espèces animales (Bionov) ; comment neutraliser les polluants contenus dans l'encre des sacs de pain (Tourbières Premier) ; comment calculer si des résidus de pesticides agricoles ne polluent pas les eaux souterraines (INRS-Eau) ; comment les compagnies Péto-Lysis et Ultramar comptent utiliser le nouveau procédé de pyrolyse sous vide mis au point par le professeur Christian Roy, de l'Université Laval, pour recycler les vieux pneus et les boues de raffinage du pétrole.

PÉTRO-LYSIS et ULTRAMAR: vieux pneus et boues de raffinage

Transformer des déchets dont personne ne veut en produits recyclables et commercialisables, voilà qui est fort avantageux lorsqu'on se préoccupe d'environnement. Or, c'est justement ce qu'offre la pyrolyse. Cette technique permet de décomposer en un rien de temps 100 kg de vieux pneus déchiquetés en 57 kg d'huile, 33 kg de noir de carbone, 7 kg d'acier et 3 kg de gaz. Elle pourrait faire subir un sort semblable à différentes matières organiques, comme les boues résultant du raffinage du pétrole et de l'épuration des eaux, ainsi que les résidus de culture ou les copeaux de bois.

La pyrolyse a l'air de sortir tout droit du chapeau d'un magicien de la haute technologie, mais il s'agit en fait d'une pratique fort ancienne. Par exemple, dans certains pays d'Afrique, on y a recours depuis très longtemps pour fabriquer du charbon de bois. Pour cette forme de pyrolyse rudimentaire, on creuse d'abord un trou dans le sol; on y place ensuite du bois dont la combustion sera amorcée avec des braises; on recouvre enfin le tout de terre, en laissant une petite cheminée destinée uniquement à laisser s'échapper les gaz. Malgré l'absence d'oxygène, il s'ensuit une réaction chimique due à la seule chaleur.

Le charbon de bois ainsi obtenu est plus léger, plus facile à stocker et à brûler que le bois. Les amateurs de barbecue le savent, même si la fabrication des briquettes qu'ils utilisent n'est pas tout à fait la même que celle du simple charbon de bois.

La pyrolyse conventionnelle devient plus efficace si on se sert d'un cylindre de métal chauffé électriquement et dans lequel on fait circuler des gaz inertes comme l'azote. Par suite du fractionnement des différents produits, les gaz inertes entraînent les molécules et permettent la récupération de sous-produits.



L'usine pilote de pyrolyse sous vide, à Saint-Amable. Chaque année, les Québécois mettent au rebut entre quatre et cinq millions de vieux pneus. Le procédé de la pyrolyse sous vide offre une solution à ce problème environnemental en transformant les déchets de pneus en produits recyclables et utiles.

Mais, pendant l'opération, certaines molécules demeurent trop longtemps dans le réacteur. Elles se combinent avec d'autres molécules, se collent aux parois du réacteur et limitent les possibilités de récupération. C'est alors que la pyrolyse sous vide entre en jeu. On supprime le gaz inerte et on crée une pression négative à l'aide d'une pompe sous vide. Les produits ne demeurent alors que quelques secondes dans le réacteur après leur fractionnement. Soudés les uns aux autres au départ, les éléments sont dissociés en douce sans destruction. En somme, c'est un peu comme si on refaisait en sens inverse le cheminement de la nature lors de la formation, par exemple, des combustibles fossiles.

La technique offre tellement de possibilités qu'on lui trouve sans cesse de nouvelles applications qui débordent parfois le domaine de l'environnement. Par exemple, à partir de copeaux de bois, on peut obtenir des produits aux vocations aussi nombreuses que diversifiées: donner du goût aux produits alimentaires, remplacer le sucre dans l'alimentation des diabétiques, augmenter l'indice d'octane de l'essence ou encore se substituer avantageusement au charbon activé dans la fabrication de filtres.

Le grand responsable de la mise au point du procédé de pyrolyse sous vide est le professeur Christian Roy, de l'Université Laval. «On se plaint souvent que la recherche fondamentale est inutile. C'est pourtant ainsi que cette recherche a commencé», explique-t-il. Les préoccupations environnementales de Christian Roy aidant, cette démarche a rapidement laissé entrevoir de nombreuses applications concrètes susceptibles d'intéresser l'industrie.

Pour l'instant, deux entreprises sont engagées dans le processus qui mène

à la construction d'usines fonctionnelles. La firme Péto-Lysis termine les essais en vue de la construction d'une usine pilote de pyrolyse de vieux pneus à Saint-Amable près de Montréal, où un gigantesque amoncellement d'au moins 5 millions de vieux pneus constitue un risque environnemental évident. Le tout pourrait éventuellement se transformer en quelque 28 millions de litres d'huile à chauffage avec une usine «pleine grandeur» dont la construction débutera vraisemblablement au cours des prochains mois.

L'autre filière intéressante est la pyrolyse des boues provenant des raffineries et produites, entre autres, lors du nettoyage de cuves et de réservoirs. La compagnie Ultramar a pris les devants dans ce dossier. Les recherches préliminaires pour l'utilisation de la pyrolyse sous vide ont été menées avec succès. Une deuxième phase est prévue pour bientôt et consistera à construire une usine pilote.

Le pyrolyseur destiné aux vieux pneus constitue une première mondiale et le moins qu'on puisse dire, c'est qu'un climat de fébrilité entoure le développement de la pyrolyse sous vide au Québec. Christian Roy multiplie les rencontres à l'étranger et de nouvelles ententes sont à prévoir sous peu.

Un groupe d'étudiants spécialisés en biotechnologie, ayant commencé à voir des applications concrètes à leurs travaux de recherche, forment une petite entreprise qu'ils nomment Bionov CNP inc. Après une période d'incubation, à l'Université Laval, la firme quitte le milieu universitaire et décide de voler de ses propres ailes.

Bionov a construit deux installations pilotes utilisant les biotechnologies, l'une à la base de plein air du Lac Édouard, pour les eaux usées domestiques, l'autre à la ferme Roch Buteau de Saint-Henri de Lévis, près de Québec, pour valoriser le purin de porc. Dans ce dernier cas, on utilisera le purin pour nourrir des micro-algues qui serviront à leur tour de nourriture à des crustacés comestibles par plusieurs autres espèces animales.

C'est d'ailleurs la plupart du temps de cette façon que les biotechnologies interviennent dans la protection de l'environnement. Des micro-organismes se nourrissent d'éléments polluants et les transforment en biomasse. Toute la difficulté se résume souvent à favoriser, par différentes techniques, la croissance d'un type particulier de micro-organismes. Quant à la biomasse, on peut en tirer une foule de produits. Souvent, il s'agira de nourriture pour les animaux et, parfois même, pour les humains. Les biotechnologies jettent souvent un pont entre le domaine de l'environnement et celui de l'agro-alimentaire.

TRANSFORMER DES RÉSIDUS EN NOUVEAUX PRODUITS

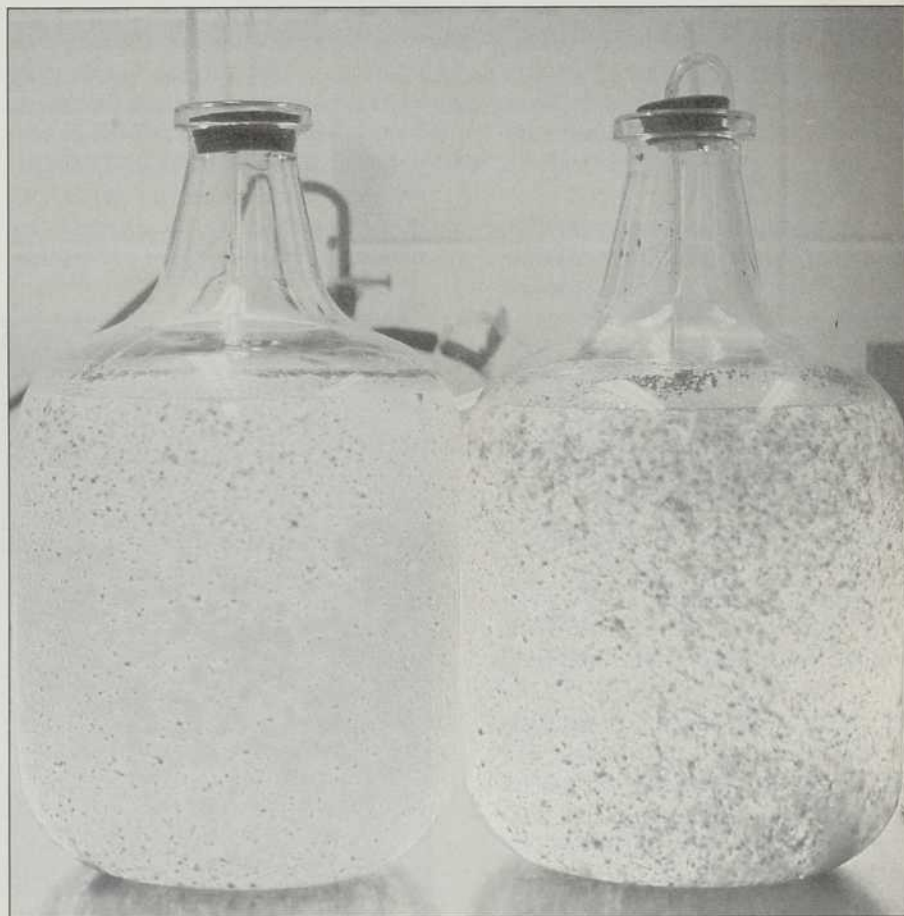
Certains s'offusqueront de «voir» des polluants, même transformés, dans leur assiette. Yvan Pouliot, président de Bionov, rétorque que ce n'est pas plus grave que pour d'autres formes de nourriture. «Le fumier qui engraisse un champ fera pousser du foin qui sera mangé par les bœufs et donnera finalement un bon steak. La principale différence, avec les biotechnologies, c'est que tout se passe dans un milieu aqueux.» En fait, biotechnologies ou pas, ce sont toujours

les trois principaux éléments — l'azote, le phosphore et le potassium qui recirculent.

Outre les micro-algues, Bionov a reconnu un potentiel dans le recyclage des résidus de crustacés. Les usines de transformation de crevettes, de crabes et de homards produisent des quantités de déchets qui coûtent cher à enfouir et qui dégagent de mauvaises odeurs. Or il est possible d'en tirer une foule de produits, qui étonnent par leur diversité. Par exemple, selon la technique utilisée, on pourrait obtenir, à partir de la carapace de crustacés, de la chitine, ingrédient pouvant jouer le rôle de fibre alimentaire que l'on utiliserait dans la fabrication du pain. Les carapaces de crustacés peuvent aussi aider à fabriquer plusieurs autres produits, dont le «chitosan», qui sert

à la floculation dans les usines de traitement des eaux.

«Le principal problème, explique Yvan Pouliot, c'est de trouver un marché pour ces produits. Au Québec, cela signifie automatiquement penser à l'exportation.» Quant aux fonds alloués à la recherche, le Canada est tout simplement au dernier rang de tous les pays de l'OCDE. Et puis, il y a la difficulté de répondre à d'exigeantes normes pour mettre sur le marché de nouveaux produits alimentaires, un travail long et fastidieux. Malgré tout, Yvan Pouliot croit fermement à l'avenir des biotechnologies. «Nous n'en sommes encore qu'au début, un peu comme les tout premiers agriculteurs, qui n'étaient pas très efficaces, mais dont les méthodes ont été retenues et grandement perfectionnées.»



Bionov, une firme spécialisée en recherche et développement en procédés biologiques, utilise le lisier de porc pour nourrir des micro-algues. Ces algues serviront de repas à des crustacés qui alimenteront, à leur tour, d'autres espèces animales. Très polluant, le purin de porc devient ainsi utile en agro-alimentaire.

Si vous voulez être certain que des résidus de pesticides d'origine agricole ne polluent pas la nappe d'eau souterraine, vous apprécierez sûrement le modèle mathématique mis au point par Jean-Pierre Villeneuve et son équipe de l'INRS-Eau. En fournissant à un micro-ordinateur des données de base essentielles, comme le type et la quantité de pesticide utilisés, le type de sol et de culture, il suffira de quelques minutes pour savoir, par exemple, si le produit utilisé sera dégradé avant d'avoir atteint la nappe d'eau ou si, au contraire, il la contaminera pendant dix ans.

Complicés, les modèles mathématiques? Pas du tout. «Si vous vous êtes rendus jusqu'à mon bureau, nous dit M. Villeneuve, vous avez fait de la modélisation, puisque vous avez conceptualisé le parcours.» Voilà comment s'explique, en deux mots, la modélisation. «Construire un modèle réduit d'avion, le placer dans une soufflerie et effectuer différents tests, c'est aussi de la modélisation. Cependant, pour les modèles mathématiques, tout se fait par calculs, avec des équations.»

Par exemple, si on veut connaître les répercussions d'une inondation, pas question de faire une simulation en conditions réelles! La construction d'une maquette est plus facile. En augmentant le niveau de l'eau, on verra où celle-ci se répand. «Un modèle mathématique, explique Jean-Pierre Villeneuve, donnera les mêmes résultats. Un bon logiciel produira d'excellents graphiques aussi précis qu'une maquette.»

Dans le domaine de l'environnement, il est particulièrement utile de pouvoir rationaliser données et décisions. Par exemple, dans le cas des pesticides, il ne saurait être question de tous les bannir à court terme. Par contre, on ne peut tolérer que les nappes d'eau souterraine soient contaminées. Il faut donc intervenir au niveau du choix et du dosage des produits utilisés, selon des critères bien précis. Et il n'y a pas que les pesticides. Ainsi, c'est un modèle mathématique qui a servi à choisir l'emplacement optimal des usines

d'épuration le long de la rivière Yamaska. Il s'agissait de repérer les meilleurs sites, de déterminer les types de traitement les plus appropriés, etc. Appliquer les résultats de cette modélisation a entraîné des économies de plusieurs millions par rapport aux installations prévues.

DES MINES À L'ENVIRONNEMENT

Si la modélisation est utile pour représenter des phénomènes physiques et produire des données, un autre outil mathématique, le «krigeage», s'avère fort pertinent pour interpréter avec le maximum d'efficacité des données existantes. Mis au point dans le secteur du génie minier, le krigeage est un ensemble d'équations mathématiques qui permet de faire des déductions à partir de données recueillies sur le terrain.

Par exemple, la mesure des précipitations s'effectue à l'aide d'un réseau de stations d'échantillonnage. Le krigeage permet de faire des interpolations entre ces stations. D'abord, on peut en dégager les tendances directionnelles, en l'occurrence les régions les plus touchées par les pré-

cipitations, pendant un temps donné. On peut aussi connaître le nombre minimum de stations d'échantillonnage qu'il faut utiliser pour obtenir le niveau de précision souhaité. De plus, et c'est sans doute son principal attrait, le krigeage indique le niveau d'erreur des évaluations obtenues.

Ainsi, pour évaluer la repousse des jeunes plants de bouleaux en forêt, on compte le nombre de plants sur une certaine superficie et on obtient un tableau de la situation. «En traitant les données par krigeage, affirme Jean-Pierre Villeneuve, on peut aller jusqu'à indiquer à quelle hauteur dans la montagne les bouleaux cessent de pousser.» En comparant deux cartes indiquant l'importance des dépôts acides, l'une basée sur les données brutes, l'autre sur les données obtenues par krigeage, on se rend nettement compte des différences de précision. Voilà qui sera utile, lors d'une étape ultérieure, pour déterminer la provenance exacte des pluies acides.

La modélisation mathématique et le krigeage sont donc deux outils qui permettent à l'INRS-Eau de prévenir les dommages causés à l'environnement.



M. Jean-Pierre Villeneuve, professeur-chercheur à l'Institut national de la recherche scientifique. L'équipe d'INRS-Eau a développé deux outils mathématiques efficaces: la modélisation et le krigeage qui permettent de prévenir les dommages causés à l'environnement (inondations, contamination des eaux etc.), de préciser les données et d'éclairer les décisions dans ce domaine.

TOURBIÈRES PREMIER : un biofiltre à base de tourbe

Pour la plupart des Nord-Américains, le rituel du petit déjeuner consiste à manger des rôties et à boire un café. Sur la table ou le comptoir de cuisine, entre le litre de lait et le pot de beurre d'arachides, on retrouve donc inmanquablement un sac de pain en plastique. Mais très peu de gens sont conscients que ce sac est une source de pollution. Encore moins souvent qu'il est également une excellente occasion de recherche dans le domaine de l'environnement.

Pour être plus précis, ce n'est pas tant le sac de plastique qui cause problème, mais plutôt ce qui y est imprimé. La fabrication accélérée de ces sacs implique que l'encre utilisée sèche très vite, à grands renforts d'air pulsé. Or les diluants contenus dans l'encre — éthanol, propanol ou autres — rejettent alors, par les systèmes de ventilation, des composés organiques volatils fort toxiques. Sur son territoire, la Communauté urbaine de Montréal (CUM), est l'organisme qui a juridiction en matière de contrôle de la pollution. Elle voudrait bien forcer les entreprises à respecter certaines normes, mais il n'y a tout simplement pas d'équipement de dépollution capable d'extraire et de neutraliser les polluants contenus dans l'air. Les seuls systèmes sur le marché ne conviennent qu'à de très grosses entreprises. De concert avec un regroupement de fabricants de produits de plastique imprimé, la CUM décide donc de faire de la recherche pour trouver une solution au problème.

LA TOURBE-ÉPONGE

Elle se tourne alors vers le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) qui, après avoir examiné les différentes techniques qu'on est à mettre au point à l'étranger, décide de s'associer avec Tourbières Premier Ltée, de Rivière-du-Loup. Qu'est-ce que la tourbe vient faire dans une démarche visant à éliminer des composés organiques volatils? «La tourbe a une capacité d'absorption incroyable», explique Alain Bélanger, vice-président à la recherche-développe-



Eve-Luce Bourque

Les diluants utilisés par les entreprises d'impression sur des pellicules de plastique comme les sacs de pain libèrent des gaz très polluants. Afin de neutraliser leurs effets, Tourbières Premier, en collaboration avec le Centre de recherche industrielle du Québec, a mis au point un filtre biologique à base de tourbe.

ment chez Tourbières Premier, «qu'il s'agisse de produits contenus dans l'eau ou dans l'air. Même les odeurs seront stoppées par un filtre utilisant la tourbe.»

L'entreprise de Rivière-du-Loup peut se vanter d'être pratiquement seule au Québec à disposer d'un centre de recherche privé engagé en grande partie dans le domaine de l'environnement. «Avec nos différents partenaires, explique M. Bélanger, nous prévoyons investir plus de deux millions de dollars pour résoudre le problème des composés organiques volatils.» Pourquoi de telles sommes pour un simple filtre à base de tourbe? C'est que, une fois les composés absorbés, il faut s'en débarrasser. C'est alors qu'interviennent les biotechnologies.

En ajoutant des bactéries dévoreuses de composés organiques volatils, les polluants seront dégradés, pour finalement donner deux produits inoffensifs: du dioxyde de carbone et... de l'eau. La principale

difficulté à résoudre réside dans le contrôle des bactéries à l'intérieur du filtre. Il faut pouvoir poser rapidement un diagnostic sur la quantité et l'efficacité des bactéries. La mise au point d'un filtre combiné tourbe-biotechnologie pourrait permettre au Québec d'occuper un créneau intéressant, dans le domaine des équipements antipollution. «Nous sommes nez à nez avec les Européens au niveau de la recherche, indique Alain Bélanger. Mais, en plus, la variété et la quantité de la matière première nous avantagent.»

Si, comme c'est prévu, on installe un prototype dès la fin de cette année, ce ne sera plus qu'une question de temps avant de passer à l'étape de la commercialisation. On aura alors assisté à une rare séquence complète de recherche en environnement, à partir de la reconnaissance d'un problème, de la concertation entre industrie et gouvernement, jusqu'à la recherche de solutions et la mise en marché d'un produit. □

Le comportement alimentaire du PETIT RORQUAL

Chaque année, le Petit Rorqual vient faire ses réserves de graisse dans l'estuaire du Saint-Laurent. Des repas-spectacles qui durent de mai à octobre.

par Virginie CHADENET et Edward LYNAS

En quittant Tadoussac, nous nous dirigeons vers le large, lorsque soudain la surface de l'eau semble exploser à quelques centaines de mètres du bateau pneumatique... Nous pouvons nous rapprocher encore un peu, — mais pas trop pour ne pas déranger l'animal — lentement, pour mieux observer le spectacle qui va s'offrir à nous.

Ainsi, le ballet recommence: l'animal vient respirer à la surface plusieurs fois — on entend son souffle en même temps que l'on voit le dos noir luisant et l'aileron dorsal défiler sous nos yeux. Il a disparu à nouveau mais, soudain, sa gueule ouverte fend l'eau, puis on peut voir son ventre strié tellement gonflé d'eau qu'il apparaît rosé. Une fois la gueule refermée d'un coup sec, l'eau sort à travers les fanons et quelques proies échappées frétilent à la surface de l'eau, tandis que l'animal retombe lourdement sur le dos.

L'animal a maintenant disparu. Nous avons environ cinq minutes

pour nous préparer à travailler. Nous sommes quatre à bord du pneumatique de l'ORIS (Ocean Research Information Society), mais nous utilisons aussi régulièrement, le *R.V. Béluga*, bateau diesel de 14 mètres. Dans les deux cas, nous nous séparons les tâches: prise de notes, chronométrage et photographies, pour accumuler les données qui nous permettront de mieux comprendre l'espèce. Les observations des membres de la Société d'étude des Cétacés de Tadoussac (SECT), à bord des pneumatiques de la Compagnie de la baie de Tadoussac (CBT), qui organise des excursions d'observation des baleines, permettent de corroborer nos résultats.

L'ÉTOILE DU BALLET

Le Petit Rorqual est une espèce de mammifère marin des plus communes dans l'estuaire du Saint-Laurent. Ainsi, nombreux sont ceux et celles qui ont pu en voir lors de croisières d'observation des baleines.

C'est souvent la première espèce que l'on aperçoit après le départ de Tadoussac, le Petit Rorqual se tenant fréquemment près des côtes. Hélas! limité par le temps, le bateau d'observation devra continuer son trajet pour aller voir, plus au large, de plus grandes espèces telles que le Rorqual commun ou parfois même la Baleine bleue.

Le Petit Rorqual n'est pas une des espèces les mieux connues des scientifiques. Sa «petite» taille, ses changements de direction brusques, l'irrégularité de ses apparitions à la surface, la difficulté de distinguer les animaux entre eux et ses mœurs solitaires n'en font pas l'espèce idéale à étudier.

Mais les membres de notre équipe de recherche et de nombreux excursionnistes sont fascinés par le Petit Rorqual. Non pas uniquement à cause de l'attrait de la difficulté ou de l'éveil de sentiments de condescendance pour cette espèce méconnue, mais aussi parce que le Petit Rorqual est curieux, s'approchant



Deidra Lynas

parfois des bateaux immobiles et nageant autour d'eux et en dessous.

Surtout, plus souvent que d'autres espèces de rorquals, il effectue des sauts hors de l'eau ou des manœuvres en surface, lorsqu'il se nourrit. S'il est plus impressionnant de voir le dos d'un Rorqual commun d'une vingtaine de mètres défiler sous nos yeux que l'apparition fugitive du dos et de l'aile dorsal du Petit Rorqual de sept mètres (dans les deux cas, seulement environ le tiers de l'animal est visible à un instant donné), par contre, apercevoir un Petit Rorqual bondir hors de l'eau, dévoilant alors sa taille et sa physionomie complètes, vaut le déplacement.

UN QUART DE TONNE DE NOURRITURE PAR JOUR

En fait, dans nos régions, il est difficile d'observer l'animal en entier autrement que pendant ces quelques instants où il est hors de l'eau. Les nombreux films et photographies qui sont régulièrement présentés au public sont tournés l'hiver, dans le Sud, dans des eaux très claires; ils viennent documenter un tout autre moment de la vie des baleines: la saison des amours.

Par contre, les eaux du Canada qui abritent, l'été, une grande variété d'espèces de baleines venant se nourrir de façon intensive, sont très riches

en nourriture et donc très troubles à cause de cette richesse exceptionnelle: la visibilité n'est souvent que de quelques mètres. Pour étudier cette phase de la vie de baleines, on doit donc se baser sur les quelques instants où les animaux paraissent à la surface. Le fait que le Petit Rorqual, plus souvent que d'autres espèces, se nourrisse à la surface présente un avantage certain.

Le Petit Rorqual est présent de mai à octobre au large de Tadoussac. Si, l'hiver, il effectue un jeûne ou un demi-jeûne, comme on le suppose, l'été, il se rattrape: il se fait des réserves de graisse en mangeant environ un quart de tonne par jour,

principalement des petits poissons (caplan, lançon, hareng, etc.) et des crustacés (*krill*).

On distingue chez les Mysticètes plusieurs groupes d'animaux, selon la méthode qu'ils utilisent pour se nourrir. Les bandes dessinées présentent souvent les «écrémeuses», qui se promènent lentement, la gueule grande ouverte en un large «sourire» et filtrent régulièrement le plancton.

Le Petit Rorqual, comme la plupart des autres Rorquals, est un «engouffreur». Il se nourrit d'une succession de bouchées séparées, dans des endroits où la nourriture est concentrée. Il ouvre grand la gueule, engouffrant eau et proies en même temps. Sa poche ventrale se gonfle grâce aux plis ventraux qui se distendent comme un accordéon: il a alors pratiquement doublé de volume.

Il referme la gueule et sa langue repousse eau et nourriture. Les fanons (une série de plaques cornées dont la face interne est bordée d'une frange) sont suspendus à la mâchoire supérieure. Une fois la gueule fermée, telle une passoire, ils laissent passer l'eau mais gardent les proies prisonnières — c'est une méthode de filtration active. Le Petit Rorqual avale ensuite cette «bouchée» et il est prêt à continuer son repas.

TOUJOURS EN QUÊTE DE NOURRITURE

L'été, le repas dure longtemps. En fait, d'après nos observations, qui portent sur quatre saisons d'étude, soit de 1984 à 1987, le Petit Rorqual semble être presque exclusivement occupé à se nourrir ou à exécuter des activités connexes, du moins lorsqu'on peut l'observer, c'est-à-dire durant la journée.

Il passe environ 36% de son temps en déplacement et à la recherche de proies. Nous avons distingué ces activités de la façon suivante: lorsqu'il est en déplacement, probablement d'un secteur où les proies sont concentrées à un autre, l'animal nage en ligne droite, lentement, avec des séries de respiration relativement longues. Par contre, lorsqu'il est à la recherche de proies, il nage en

zigzag, tout en gardant une orientation générale établie, et reste immergé plus longtemps entre des séries de respiration plus courtes.

Il passe environ 61% de son temps à se nourrir activement. On peut alors l'observer en train de se nourrir directement à la surface, ou détecter sa présence par celle des proies ou d'oiseaux dans le secteur où évolue le Petit Rorqual. L'animal change souvent de direction, nage rapidement et ne respire en général qu'une fois ou deux entre deux courtes plongées.

UN FILET DE BULLES COMME PIÈGE

Pour se nourrir, l'animal a recours à deux types de manœuvres: d'une part, le piégeage (pour intercepter et regrouper les proies) et, d'autre part, l'engouffrement.



Virginie Chadenet



Deidra Lynas



Deidra Lynas



Deidra Lynas

Une série de techniques astucieuses permettent au Petit Rorqual de capturer ses proies. Ces manœuvres stratégiques, très spectaculaires, résument toute la quête alimentaire de cette baleine. Après un plongeon avec faible élan qui annonce l'offensive (1), le Petit Rorqual, avec un angle plus ouvert, plonge à nouveau, mais de façon plus énergique: c'est le plongeon oblique (2). Puis, il sort brusquement de l'eau, à la verticale, le plus souvent précédé par ses proies (3). Enfin, le Petit Rorqual engouffre ses proies en se tournant sur le dos (4). On voit bien ici les sillons que révèle une poche ventrale tellement distendue par un repas plantureux, qu'elle apparaît rosée.

Lorsque le Petit Rorqual veut regrouper ses proies, il effectue des manœuvres en forme de cercle, d'ovale ou de huit. Pour encercler ses victimes, il tourne autour avec un rayon de plus en plus petit. Autrement, il dessine un ovale avec un grand axe d'une centaine de mètres, ou change de direction à chaque boucle et fait un huit: il effectue alors des manœuvres d'encercllement de temps à autre, en général aux extrémités de son trajet.

Dans tous les cas, il nage sur le côté, son ventre pâle face aux proies: cette coloration, qui sert de camouflage (foncé en haut, pâle en bas) lorsque l'animal nage normalement, tient sans doute lieu de signal visuel pour effrayer et donc rassembler les proies vers le centre du piège.

L'animal se sert aussi de son environnement pour chasser: la surface de l'eau, des rochers, des hauts-

fonds, les courants et les marées sont autant d'aides naturels.

Une autre technique de chasse que semble utiliser à l'occasion le Petit Rorqual, est celle dite du «filet de bulles», une méthode déjà observée chez d'autres espèces. L'animal tourne rapidement autour de ses proies, tout en laissant échapper un peu d'air: la colonne d'air ainsi formée entoure les proies comme un filet. Une fois les proies rassemblées, le Petit Rorqual n'a plus qu'à les engouffrer, mais, là encore, il déploie diverses techniques.

LES SAUTS ALIMENTAIRES

La moins spectaculaire de ces techniques est le «plongeon»: l'animal sort de l'eau avec un faible élan pour ensuite plonger sur ses proies en arquant fortement le dos. Cette technique est utilisée par le Petit Rorqual dans près de 50% des cas et c'est probablement cette attitude qui lui a donné des surnoms comme le «gibbard» ou le bossu.

Lorsque l'animal effectue la même manœuvre, mais de façon plus énergique, en sortant de l'eau avec un angle plus ouvert (45°), nous l'appelons «mouvement d'alimentation en oblique».

L'animal peut aussi se nourrir en se tournant sur le côté ou même sur le dos; lors d'un «saut alimentaire», il jaillit de l'eau à la verticale, souvent précédé par ses proies.

Dans certains cas, ces manœuvres se font juste au-dessous de la surface de l'eau. Le mouvement reste apparent et parfois un aileron ou un lobe de queue est visible: nous les appelons des arcs (horizontal, latéral ou ventral). Ils ont sans doute la même fonction que les techniques décrites précédemment.

Cette analyse objective du «spectacle» offert par le Petit Rorqual et divisé en une série de techniques permet de comprendre que les changements de direction brusques du Petit Rorqual ne sont pas plus faits pour exaspérer le photographe amateur que les sauts alimentaires ne sont effectués pour réjouir les yeux d'un observateur humain. On voit aussi que, pour se nourrir, le Petit Rorqual du Saint-Laurent a à sa disposition

MIEUX CONNAÎTRE LE PETIT RORQUAL

Sous-ordre: Mysticètes

Les baleines se divisent en deux sous-ordres: d'une part, les Odontocètes ou baleines à dents (du grec *odontos*: dent, et *ketos*: baleine), généralement de petite taille, tels les Dauphins, etc.; d'autre part, les Mysticètes ou baleines à fanons (du grec *mustax*: moustache), qui sont en général des «grandes baleines». Le Petit Rorqual est l'un des plus petits Mysticètes.

Famille: Rorquals

Comme son nom l'indique, c'est aussi le plus petit représentant de la famille des Rorquals. Comme les autres Rorquals, il a une forme élancée, hydrodynamique, et un aileron dorsal qui contribue sans doute à sa stabilité; tous les Rorquals sont des animaux assez rapides, le Petit Rorqual atteignant régulièrement cinq nœuds et une vitesse de pointe de 15 nœuds.

Une autre caractéristique des Rorquals est la présence de sillons ventraux (c'est ce qui a donné leur nom «rorqual», du norvégien *raudh*: tuyau, et *kwalr*: baleine).

À cause de ces similitudes, un chasseur norvégien du nom de Minke a un jour confondu un Petit Rorqual avec une Baleine bleue. Le reste de l'équipage s'est amusé à rappeler l'anecdote en baptisant cette espèce «Rorqual de Minke».

s'étendent du menton jusqu'aux nageoires pectorales.

Celles-ci, relativement longues, arborent souvent une tache blanche, fait unique chez les Mysticètes.

Le museau pointu de l'animal, beaucoup plus fin que chez les autres Rorquals, lui a valu son nom scientifique: *Balaenoptera acutorostrata*.

Histoire naturelle:

Le Petit Rorqual atteint la maturité sexuelle vers 7 ou 8 ans. L'accouplement a lieu entre décembre et mai, et la femelle met bas entre octobre et mars, chaque année ou tous les deux ans, après une gestation de 10 ou 11 mois. Le nouveau-né mesure 2,6 mètres et pèse près d'une demi-tonne. Il est allaité pendant 4 à 6 mois.

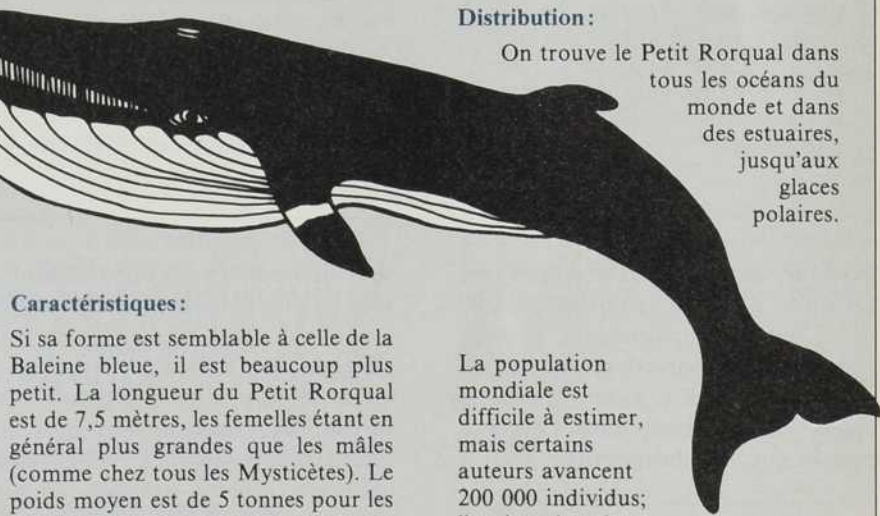
Mœurs et déplacement:

Le Petit Rorqual est observé dans notre région de mai à octobre, période pendant laquelle il se nourrit de façon intensive. À l'automne, il se déplace probablement plus au sud ou plus au large, pour éviter les glaces.

En général, le Petit Rorqual est solitaire, mais il est parfois vu en paires et, plus rarement, par groupes de trois. Pourtant, lorsque les proies sont concentrées, on peut voir des groupes formés de dizaines ou de centaines d'individus, mais sans cohésion entre eux.

Distribution:

On trouve le Petit Rorqual dans tous les océans du monde et dans des estuaires, jusqu'aux glaces polaires.



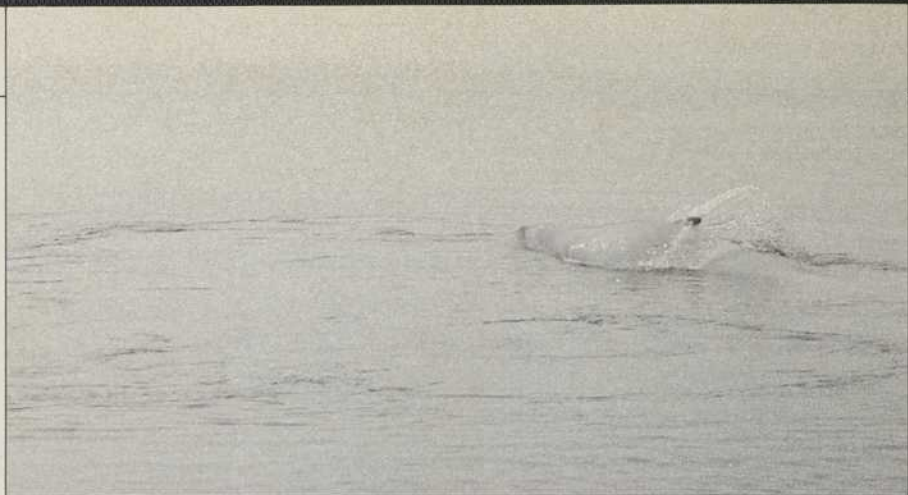
Caractéristiques:

Si sa forme est semblable à celle de la Baleine bleue, il est beaucoup plus petit. La longueur du Petit Rorqual est de 7,5 mètres, les femelles étant en général plus grandes que les mâles (comme chez tous les Mysticètes). Le poids moyen est de 5 tonnes pour les mâles et de 6 tonnes pour les femelles.

Environ 300 fanons, plaques cornées d'une vingtaine de centimètres de hauteur, pendent de la mâchoire supérieure et 50 à 70 sillons ventraux

La population mondiale est difficile à estimer, mais certains auteurs avancent 200 000 individus; l'espèce n'est donc

pas en voie de disparition. Sa petite taille l'a longtemps mis à l'abri des harpons et son seul ennemi est l'Orque (sorte de dauphin), à l'occasion.



Deidra Lynas

Avant d'engouffrer ses proies et de se retourner sur le dos, le Petit Rorqual effectue des manœuvres d'encerclement perceptibles à la surface de l'eau, comme l'illustre la photo. Cette technique lui permet de ramener poissons et crustacés dans un rayon de plus en plus petit, jusqu'à ce qu'ils soient à la portée de sa gueule.

DES BALEINES SOUS OBSERVATION À TADOUSSAC

Plusieurs groupes de biologistes effectuent des recherches sur les baleines qui visitent le Saint-Laurent de mai à octobre.

ORIS

Depuis 1978, l'Ocean Research Information Society (ORIS) a plusieurs projets de recherche en cours sur les baleines du Saint-Laurent. Certains de ces projets sont accessibles à des stagiaires: la formation nécessaire est alors donnée pendant le stage.

SECT

La Société d'étude des Cétacés de Tadoussac (SECT) a démarré en 1984, avec son projet de photo-identification du Petit Rorqual. La SECT assure aussi l'animation scientifique à la Compagnie de la baie de Tadoussac (CBT), qui offre des excursions d'observation des baleines en bateau pneumatique.

GREMM

La SECT est membre du Groupe de recherche et d'éducation sur le milieu marin (GREMM) qui a plusieurs projets en cours, depuis 1984, en particulier sur le Béluga et sur les différentes espèces de Rorquals du Saint-Laurent. Le GREMM assure aussi l'animation scientifique sur tous les bateaux d'observation des baleines au départ de Tadoussac (certains départs se font de Baie-Sainte-Catherine).

Pour plus d'informations, on peut s'adresser à:

Ned Lynas (ORIS)
2 Sandbar Road
Pickering (Ontario) L1W 1A1

Virginie Chadenet (SECT)
145, rue du Bord-de-l'Eau
Tadoussac (Québec) G0T 2A0

Robert Michaud (GREMM)
120, rue de la Cale sèche
Tadoussac (Québec) G0T 2A0

plusieurs techniques et stratégies très raffinées. Grâce à ces observations, nous pouvons maintenant prévoir très souvent l'endroit précis où l'animal va apparaître à la surface. Il s'agit, entre autres, d'un avantage certain pour le photographe.

UN PORTRAIT DE PLUS EN PLUS PRÉCIS

Mais, pour le biologiste, il y a encore beaucoup de questions sans réponses. Il reste encore des données à recueillir sur les techniques et les manœuvres

elles-mêmes qui apparaissent de plus en plus complexes et diversifiées.

Il faut aussi étudier les caractéristiques du milieu: le type et la quantité de proies, leur distribution (profondeur, concentration), les conditions hydrologiques (hauts-fonds, courants, marées, etc.). Si on peut associer un certain comportement à certains paramètres, la présence et l'activité du Petit Rorqual pourront être des indicateurs précis des conditions du milieu. Étudier les baleines, c'est donc aussi en apprendre sur toutes les autres espèces qui sont en

relation avec elles, et sur le milieu marin en général.

L'été, l'alimentation est un aspect important du comportement du Petit Rorqual. Mais, en même temps, bien d'autres aspects de la vie de ces animaux restent à élucider. La «photo-identification» du Petit Rorqual consiste, de pair avec les observations précédentes, à photographier le profil de l'animal. Diverses cicatrices ou marques naturelles, ainsi que la forme de l'aileron dorsal, permettent ensuite de reconnaître chaque individu. Depuis une quinzaine d'années, différentes équipes de recherche ont utilisé cette méthode avec succès pour l'étude de plusieurs espèces. Elle permet d'obtenir des informations très précises sur l'histoire naturelle (longévité, filiation, etc.), la population, le temps de résidence de chaque individu dans un secteur, l'existence de territoires, les migrations, et de nombreux autres aspects.

Avec l'engouement du grand public pour les baleines et l'intensification de la recherche sur le sujet, on devrait bientôt avoir un portrait plus précis de ces animaux, en particulier du Petit Rorqual du Saint-Laurent.

Malheureusement, depuis les années 80, le Petit Rorqual n'a pas suscité un intérêt grandissant seulement chez les passagers des bateaux d'observation et les scientifiques: avec la disparition des grandes espèces, il est devenu la baleine la plus chassée au monde. □

Pour en savoir davantage:

COUSTEAU, Jacques-Yves et PACCALET, Yves, *La planète des baleines*, Robert Laffont, Paris, 1986, 280 p.

HOYT, E., *The Whale Watcher's Handbook*, Penguin/Madison Press, Toronto, 1984, 208 p.

MICHAUD, Robert, *Des baleines dans le Saint-Laurent*, GREMM, 1985, 23 p.

PRESCOTT, Jacques et RICHARD, Pierre, *Mammifères du Québec et de l'Est du Canada*, Tome 2, Éditions France-Amérique, 1982, Montréal, 429 p.

LYNAS, E.M. et SYLVESTRE, J.P., (sous presse), «Feeding Techniques and Foraging Strategies of Minke Whales (*Balaenoptera acutorostrata*) in the Saint Lawrence River Estuary», *Aquatic Mammals*, n° 14.

ORDINATEURS AVEC EXPÉRIENCE DEMANDÉS



Il faut éviter le gaspillage. C'est du moins ce que vise cet organisme à but non lucratif du nom de Global Technology Foundation, au Colorado, qui s'est donné pour mission de sauver des poubelles les ordinateurs jugés dépassés, pour en faire profiter d'autres pays. En raison du rythme accéléré des progrès technologiques dans les pays riches, les systèmes informatiques en viennent vite à ne plus suffire aux exigences de plus en plus sophistiquées des usagers. Tous ces ordinateurs ne sont pas pour autant devenus inutilisables; ils peuvent très bien faire l'affaire de pays en développement, par exemple, lesquels sont depuis longtemps, faute de ressources, passés maîtres dans l'art du recyclage.

LA RAGE N'EST PAS ENCORE PASTEURISÉE

La grande notoriété des travaux de Pasteur a paradoxalement fait disparaître la rage de l'actualité et l'on considère qu'il s'agit désormais d'un problème résolu. Or, il n'en est rien et l'on continue, de nos jours, à mourir de la rage dans la plupart des pays en voie de développement, faute de vaccins appropriés et aussi d'une bonne connaissance du déroulement de cette maladie. La contamination s'effectue par la salive de l'animal enragé. Le virus atteint les terminaisons nerveuses, puis la moelle épinière et parvient ensuite au cerveau. La faune sauvage de tous les continents, à l'exception de l'Australie, véhicule la rage à l'état endémique et représente un danger permanent de contamination des animaux domestiques, qui peuvent ensuite la transmettre aux humains. Il faut donc se méfier plus que jamais de la vache enragée, car, même de nos jours, l'animal ne donne pas encore du lait pasteurisé!

DES SOURIS ET DES HOMMES

Après les plantes et les bactéries, c'est maintenant une souris qui fait l'objet d'un brevet d'invention. Une équipe de chercheurs de l'Université Harvard vient en effet de se faire breveter sa nouvelle «invention»: une souris rendue génétiquement plus sensible au cancer, grâce à l'introduction d'un gène spécial dans l'embryon aux tout premiers stades de son développement. Cette nouvelle étape, dans le domaine du génie génétique — de même que dans celui des brevets —, ne va pas sans provoquer de fortes réactions, notamment sur le plan de l'éthique. Mais les chercheurs de Harvard sont convaincus que cette souris fera avancer l'état des connaissances sur le cancer humain. Voilà un petit mammifère à qui on en demande décidément beaucoup.

UNE MONTAGNE DE NOMS

Une véritable Arche de Noé, remplie non pas des couples de chaque espèce animale, mais des noms de milliards d'individus, voilà ce que sont les voûtes que les mormons de Salt Lake City ont creusées dans les monts Wasatch. Coffre-fort naturel, assez solide pour survivre même à une attaque nucléaire, cette montagne renferme, sur microfilms, à une température constante de 16 °C, environ 1,5 milliard de noms d'ancêtres humains notés sur des registres avant 1910. La mission que se sont donnée les mormons: recenser les noms des quelque 6 à 7 milliards d'individus qu'on peut retrouver sur des registres, partout dans le monde, depuis les années 1500. Pour les amateurs de généalogie, c'est véritablement la caverne d'Ali-Baba.

LE SKI, FLORISSANT?

Plus personne ne songe à mettre en doute l'existence de la pollution atmosphérique, d'autant moins qu'on ne cesse de lui trouver de nouveaux effets néfastes. Ainsi, le ministère canadien de l'Environnement publiait récemment une étude portant sur les dommages causés à l'industrie du ski alpin, au Québec, par les changements de climat. Au banc des accusés, l'effet de serre, c'est-à-dire l'accumulation de gaz carbonique dans l'atmosphère, qui fait écran à la réflexion des rayons solaires, ce qui contribue à réchauffer sensiblement la température et pourrait, à terme, raccourcir considérablement (de 50 % à 70 %, vers l'an 2040)



la saison de ski au Québec. Pour l'instant, les canons à neige continuent de fleurir, mais pourront-ils empêcher l'industrie du ski de se faner?

UN KANADA AU JAPON?

Si le mont Everest se trouve entre le Tibet et le Népal, c'est au Japon que vit un certain Kanada (Yasumasa de son prénom), parti à l'assaut de son propre sommet: pousser de plus en plus loin le calcul des décimales du nombre pi (π). Ce spécialiste des ordinateurs, qui a jusqu'à maintenant porté le fameux «3,1416» à plus de 200 millions de chiffres, espère

atteindre les 400 millions l'an prochain. En utilisant une méthode de calcul légèrement différente, M. Kanada peut vérifier l'exactitude de ses résultats — lesquels servent, de leur côté, à vérifier la précision et la vitesse de nouveaux ordinateurs. Mais, pour le scientifique, il s'agit d'aller toujours plus haut — vers le π ic.



3,14159265358979323846264338327950288419716

La mycologie amateur

par Denis GILBERT

Chanterelles, lépiotes, vesses-de-loup, morilles, cèpes, oronges, amanites. Voulez-vous bien me dire ce que tous ces noms bizarres ont en commun? Pour plusieurs centaines de Québécois, dont René Cauchon, ces mots n'ont plus de secrets. Ils font partie intégrante du monde fascinant des champignons, monde que M. Cauchon explore depuis maintenant 34 ans.

L'étude et la classification des champignons remonte au début du XVII^e siècle. À cette époque, un certain Carolus Clusius, qui fut sans aucun doute l'un des premiers mycologues, avait décrit quelques dizaines d'espèces de «perniciosi» (champignons pernicieux) et «esculenti» (champignons comestibles). Maintenant, seulement au Québec, on en dénombre plus de 2 000 espèces. «Il n'est cependant pas nécessaire de toutes les connaître pour être un amateur», nous dit René Cauchon.

Mais au fait, a-t-il été contaminé par un champignon lorsqu'il a décidé, en 1954, de parcourir les forêts québécoises à la recherche de ces végétaux sans chlorophylle? «Depuis mon tout jeune âge, j'aimais me promener dans les bois, prendre l'air et admirer la nature. À un moment donné (j'avais 30 ans à l'époque),

j'ai lu une annonce dans le journal concernant des cours sur les champignons. Je suis allé m'inscrire, même si je ne connaissais rien à la chose. Après deux



M. René Cauchon,
du Cercle des mycologues de Québec.

cours, j'ai ensuite participé à une excursion avec mon épouse, dans un boisé de Saint-Nicolas, sur la rive sud de Québec. À partir de ce moment, je n'ai jamais cessé d'être actif au sein du Cercle des mycologues de Québec.»

Depuis 1973, M. Cauchon travaille comme biologiste forestier pour le compte du Service canadien des forêts, au Centre forestier des Laurentides et il conjugue avec joie travail et loisir. Tellement que, depuis qu'il s'adonne à titre amateur à son loisir, il a occupé presque tous les postes au sein du Cercle des mycologues de Québec, sauf celui de trésorier. Entre autres, il a été secrétaire pendant deux ans et a occupé la présidence de l'organisme trois fois. Il donne également des cours d'initiation à la mycologie depuis près de 30 ans. Toutefois, il est loin d'être le doyen dans cette discipline, puisque le père de la mycologie au Québec, René Pomerleau, étudie les champignons depuis près de 60 ans.

Qu'est-ce que la mycologie a pu apporter à M. Cauchon? «J'ai beaucoup appris des champignons. Des notions d'histoire, par exemple, ainsi que des notions de géographie et de médecine! C'est un loisir plus intellectuel que l'on ne pense! J'ai aussi constaté que les champignons causent plus de dégâts aux forêts que les insectes et les feux de forêt réunis, car ils provoquent des «caries» qui font mourir les arbres.»

Néanmoins, René Cauchon continuera tant qu'il le pourra à pratiquer son loisir favori, car, pour lui, cela représente l'évasion par excellence. Sous ses airs sévères et songeurs, se cache un homme enjoué qui a la parole facile, surtout quand vient le temps de parler de champignons ou de repas gastronomiques avec des amis, une autre de ses activités favorites.

«Et, dites-le aux personnes qui liront cette chronique, les mycologues ne mangent pas autant de champignons que les gens sont portés à le croire. Toutefois, lors d'un bon dîner, ce n'est pas le plat principal, qui sauve le repas, mais les condiments!» Et pourquoi pas des champignons?

Denis Gilbert est agent d'information à INFOPUQ. Vous pouvez le rejoindre au (418) 657-3551 ou, par courrier électronique, au QC 00011.

LA MYCOLOGIE AMATEUR AU QUÉBEC

- Effectifs:** Il existe des clubs de mycologues amateurs dans la plupart des régions du Québec.
- Qualités requises:** Être méticuleux, sérieux et respectueux de la nature.
- Équipement:** Un panier, un couteau, un havresac et de bonnes chaussures pour aller dans les bois.

Lectures:

Champignons du Québec et de l'Est du Canada, par Denis Lebrun et Anne-Marie Guérineau, Éditions France-Amérique, 1981, 288 pages

Champignons de l'Est du Canada et des États-Unis, par René Pomerleau, Éditions La Presse, 1980, 302 pages

La flore des champignons du Québec, par René Pomerleau, Éditions La Presse, 1980, 700 pages

Renseignements supplémentaires:

Conseil de développement du loisir scientifique
4545, avenue Pierre-de-Coubertin
C.P. 1000, Succ. «M»
Montréal (Québec)
H1V 3R2
(514) 252-3027

LA NATURE SANS FOI NI LOI. Les grands thèmes de la physique du XXe siècle.

Christian Magnan

Belfond/sciences, Paris, 1988, 220 pages, 29,95\$, ISBN 2-7144-2122-9

Avec *La nature sans foi ni loi*, Christian Magnan réussit un heureux mariage entre vulgarisation scientifique et philosophie des sciences. Dans cet essai, il analyse la relation entre théorie scientifique et réalité, et montre que la nature est pleinement autonome et jamais identique à ce qu'en dit la science. Le discours scientifique selon lequel la théorie (la physique, en particulier) commande, par ses lois, à une nature soumise et dominée serait donc dangereux. Le réel ne ferait que correspondre à ces lois, sans leur être soumis, et il est temps de reconnaître cette différence fondamentale.

Avant d'en arriver là et bien que ce ne soit pas son but principal, Christian Magnan aura fait faire au lecteur un superbe tour d'horizon de la physique du XXe siècle et de ses implica-

tions philosophiques. Son court exposé de la relativité et de la cosmologie est d'une limpidité rare. L'auteur souligne, à la fin, que l'univers réel ne peut se comprendre que par rapport à un modèle élaboré dans un monde imaginaire.

La physique quantique, comme la relativité, a aggravé les difficultés de compréhension du réel. Voilà une théorie qui possède sa propre structure interne, qui parle de fonctions d'onde et d'équations, avant de parler de matière et de particules! Pourtant, ce chemin, tout en s'éloignant de la réalité, la rejoint finalement plus sûrement — comme le fait la relativité. Pour l'auteur, le réel microscopique reste cependant irréductible à la description que nous en donnons en termes macroscopiques. Il affirme qu'il faut se contenter de vivre le rap-

port avec le monde sans espérer atteindre l'essence du réel.

À propos des trous noirs, Christian Magnan montre que, au-delà d'une certaine limite, la physique quantique, la relativité, les notions actuelles d'espace et de temps s'effondrent et perdent leur sens: il faudra les remplacer par quelque chose d'autre, encore à concevoir. L'auteur voit la démarche scientifique comme un échange sans fin, où les réponses suscitent toujours de nouvelles questions.

Voilà donc un livre qui, sans rien amener de vraiment neuf, a le mérite de remettre en lumière certains sujets et de susciter de nombreuses questions, ce qui n'est pas courant dans ce domaine, et encore moins de façon claire.

Raynald Pepin

MAUX DE TÊTE ET MIGRAINES — Les comprendre, les vaincre

Dr Jacques P. Meloche et Jean Dorion

Les Éditions de l'Homme, 1988, 248 pages, 15,95\$, ISBN 2-7619-0733-7

Il était temps qu'un ouvrage sur le mal de tête soit écrit dans un langage clair, vivant, voire humoristique. C'est le tour de force que viennent de réussir le neurologue Jacques P. Meloche, de l'hôpital du Sacré-Cœur de Montréal, et le rédacteur scientifique Jean Dorion.

Après nous avoir appris que les migraineux sont en bonne compagnie (Freud, Darwin et Pascal avaient, paraît-il, des migraines terribles), les auteurs font un véritable tour d'horizon d'un phénomène qui, jusqu'à récemment, était encore très mal connu des scientifiques.

À commencer par la définition des termes utilisés: on apprend que la migraine n'est qu'une catégorie de mal de tête et que cette dernière expression constitue plutôt un symptôme qui correspondrait à plusieurs affections.

On est étonné d'apprendre que bien des gens adoptent une attitude fataliste face au mal de tête et à la douleur. Ils acceptent, comme si cela allait de soi, que ce handicap réduise leur productivité et les empêche de jouir des plaisirs de la vie. L'argument des auteurs: il n'y a pas de mal de tête «normal»! On peut toujours en découvrir les causes, font-ils valoir, de même que les remèdes.

L'ouvrage révisé la nomenclature classique des céphalées (dont la «migraine pure» — qui serait moins répandue que l'on ne croit), en accordant une importance particulière aux maux de tête d'origine psychologique, à ceux qui proviennent du cou et aux maux de tête mixtes (les plus pénibles).

Les auteurs passent en revue les causes (innombrables!) du mal de tête, allant du chocolat à l'orgasme, du stress aux inflam-

mations, avant de consacrer cinq chapitres aux traitements. On y apprend que, à côté des habitués de l'aspirine, il y a ceux qui sont en crise et qui requièrent des médicaments plus «durs»: codéine, ergotamine, anti-inflammatoires, bêta bloquants.

Les adeptes d'une approche psychosomatique et comportementale y trouveront la description d'une grande variété d'interventions, allant de la célèbre rétroaction biologique (*bio-feed-back*) à l'acupuncture, sans oublier les nombreux conseils pour une bonne hygiène de vie.

Les auteurs écrivent: «On se rend compte que le traitement des maux de tête est plus complexe qu'on ne le croyait et que le meilleur remède réside dans une approche globale et multidisciplinaire, appuyée sur une bonne hygiène mentale.»

Claude Forand

CHRISTIAN MAGNAN
**LA NATURE
SANS FOI NI LOI**
LES GRANDS THÈMES DE LA PHYSIQUE
DU XX^e SIÈCLE



belfond/sciences

**MAUX
DE TÊTE
ET
MIGRAINES**
LES COMPRENDRE, LES VAINCRE

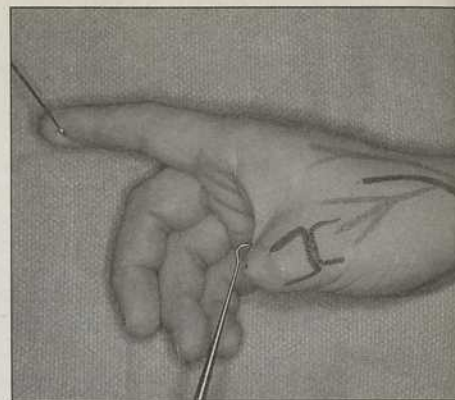
DR JACQUES P. MELOCHE
JEAN DORION



ÉDITIONS DE L'HOMME

LA CHIRURGIE DE L'ESPOIR (Madeleine Huberdeau)

Transfert de tissus, greffe et réimplantation de membres, la chirurgie plastique semble relever de la science-fiction. Pourtant, la microchirurgie reconstruit bel et bien le corps humain, que ce soit à la suite de traumatismes ou de déformations congénitales. Madeleine Huberdeau décrira ces interventions qui suscitent beaucoup d'espoir.



LA NAVETTE SOVIÉTIQUE (Jean-Marc Carpentier)

Les difficultés de la navette spatiale américaine ouvrent la porte à la navette soviétique — attendue depuis des années — qui vient ainsi briser le monopole des États-Unis dans l'exploitation commerciale de l'espace. Jean-Marc Carpentier présentera les principales caractéristiques de la navette spatiale soviétique.

TECHNOLOGIE DE LA COURSE AUTOMOBILE

(Stéphane B. Gousse et Bruno Gilbert)

Les constructeurs d'automobiles s'inspirent largement des innovations technologiques qui sont développées ou testées sur les voitures de compétition. L'automobile de M. et de Mme Tout-le-Monde profite donc de ces laboratoires sur roues. Stéphane B. Gousse et Bruno Gilbert, deux mordus de la course automobile, présenteront ces innovations.



Avis important

Nos abonnés sont priés de noter que, depuis juillet 1987, le volume annuel auquel donne droit un abonnement à *Québec Science* comprend 11 numéros au lieu de 12, le dernier numéro de l'année étant daté de juillet-août.

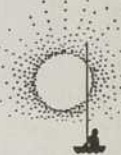
Notre prochaine édition paraîtra en septembre 1988.

Belles vacances?



Merveilleuses!

Base Plein air
St-Gédéon,
Lac St-Jean



55\$/JOUR, TOUT COMPRIS, occ. double
Sur résér. de 7 jours du 2 juillet au 13 août
et en tout autre temps

- Voile, planche à voile, etc...

Réservation : 418/345-2589 (frais virés)

Délicat. Comment concilier concurrence mondiale, fluctuation des marchés, activités industrielles, niveau d'emploi et protection de l'environnement.

Tout un défi!

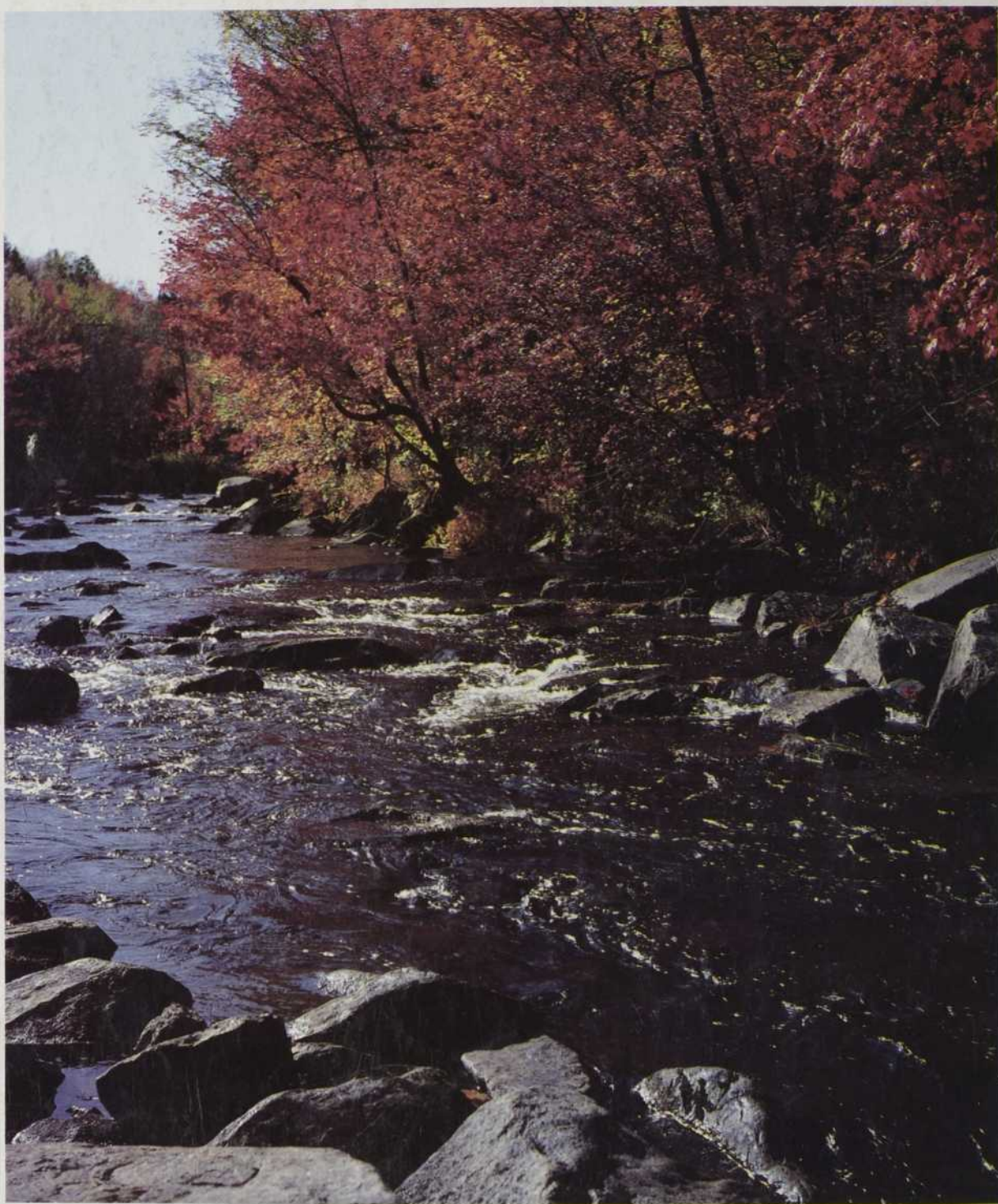
Depuis la naissance d'Alcan, la conscience écologique et les connaissances technologiques ont progressé à pas de géant.

Au Saguenay-Lac-St-Jean, Alcan a investi plus d'un milliard de dollars, depuis 1970, dans un processus de modernisation où la dimension environnement constitue une des priorités. Une équipe de 75 spécialistes veille sans relâche à réduire l'impact de nos activités sur l'environnement, sans oublier les nombreux projets éducatifs et programmes de protection faunique auxquels nous participons pour le bénéfice de la collectivité québécoise.

Les problèmes sont délicats mais Alcan demeure vigilant. L'environnement est un élément-clé de notre stratégie d'entreprise.

**La qualité de la vie,
c'est aussi
un de nos produits.**





La qualité de la vie,
c'est aussi
un de nos produits.

