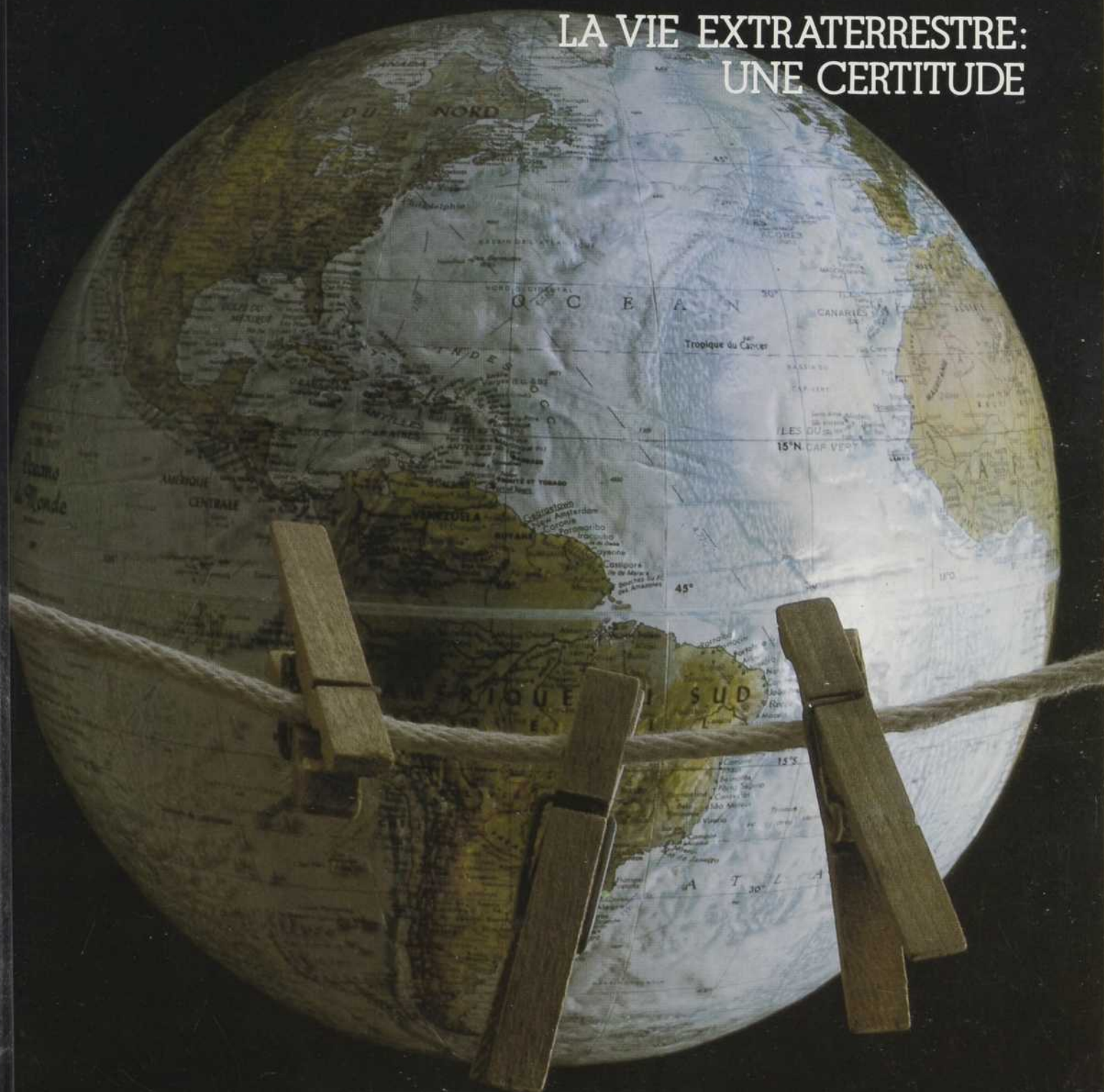


ER
69

[5

QUÉBEC SCIENCE

LA VIE EXTRATERRESTRE:
UNE CERTITUDE



**REMONTER AUX ORIGINES
UN MONDE ENTRE DEUX DIMENSIONS
PRENDRE EN CHARGE NOTRE MORT • LES SUPER-RATS**

Gaspiller l'énergie



Le jeu
en vaut-il
la chandelle ?

Sommaire

4

Courrier

5

Lavage de cerveau
Un Québécois
cobaye de la CIA

6

Gaspésie
Une richesse à préserver

Ornithologie
Un échassier tranquille

8

Technologie
Le charme exporté

12

Élevage
Misons sur le vison

13

Êtes-vous expert
en économie d'énergie

Énergies nouvelles
Un totem à tout faire

47

La filière verte

48

Santé
Le degré zéro de la varicelle

Électronique
À l'heure du ski

49

Transport
Du soufre
dans les nids-de-poules

51

Physique
La mécanique du ski

52

Espace
Le fil d'ariane

Technologie
Un nouveau filtre inventé
à Sherbrooke

54

Ces chers ancêtres

56

Parutions récentes

57

En vrac

Jean-Marc Gagnon
directeur

Jean-Pierre Rogel
rédacteur en chef

Diane Dontigny
adjointe à la rédaction

Pierre Parent
Andrée-Lise Langlois
réalisation graphique

Raymond Robitaille
composition typographique

Claire D'Anjou
administration

Normande Brouillard
secrétariat

Marie Prince
promotion et publicité

Nicole Bédard
Cécile Buteau
Christian Gosselin
diffusion

Distribution postale
Paul A. Joncas

Photogravure et impression
L'Éclaireur Itée

Séparation de couleurs
acme litho inc.

Distribution en kiosques
Les Messageries Dynamiques

Abonnements
Spécial:
(2 ans / 24 numéros): \$30.00
Régulier:
(1 an / 12 numéros): \$17.00
Groupe (10 et plus): \$15.00
À l'étranger: \$21.00
À l'unité: \$2.00

Port de retour garanti
Le magazine QUÉBEC SCIENCE
Case postale 250
Sillery, Québec
G1T 2R1
Tél.: (418) 657-2426
Télex: 051 3488
TWX: 610-571-5667

Les chèques ou mandats postaux
doivent être établis à l'ordre du
MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE

Le magazine *Québec Science*, mensuel à but non lucratif, est publié par Les Presses de l'Université du Québec avec le soutien du ministère de l'Éducation du Québec et du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie Canada. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques sont dus à la rédaction. ISSN-0021-6127. Dépôt légal, Bibliothèque nationale du Québec, premier trimestre 1980. Répertoire dans PÉRIODEX et RADAR.

Courrier de deuxième classe, enregistrement no 1052. Port de retour garanti: LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE, C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1.

© Copyright 1980 — le magazine *Québec Science* — Université du Québec. Tous droits réservés pour tous pays. Sauf pour les citations dans une critique, il est interdit sans la permission écrite de l'éditeur, le magazine *Québec Science*, de reproduire ou d'utiliser ce mensuel, ou une partie de ce mensuel, sous quelque forme que ce soit, par des moyens mécaniques, électroniques ou autres, connus présentement ou qui seraient inventés à l'avenir, y compris la xérographie, la photocopie et l'enregistrement, de même que les systèmes d'informatique.



COMITÉ DE SOUTIEN

Bell Canada
M. Claude St-Onge
vice-président

Banque de Montréal
Jean Savard
vice-président — Division du Québec

Control Data Canada
George J. Hubbs
président

Imasca Limitée
Les produits
Imperial Tobacco Limitée

Institut de recherche
de l'Hydro-Québec
M. Lionel Boulet
directeur

La Sauvegarde
Cie d'assurance sur la vie
M. Clément Gauthier
président

16

Remonter aux origines
Pierre Béland

Il y a quatre milliards d'années la vie apparaissait sur une petite planète Terre

20

La vie extraterrestre: une certitude
Pierre Béland

Mais comment prendre contact avec des formes de vie dont on ignore le niveau de développement?

30

Un monde entre deux dimensions
Danielle Ouellet

Une théorie mathématique qui a fait l'objet d'un best-seller: les objets fractals

34

Prendre en charge notre mort
Jacques Larue-Langlois

Pour David Roy, déprofessionnaliser la mort, cela signifie respecter le droit de tout être humain de mourir dans la dignité

39

Les super-rats
Luc Chartrand

L'extraordinaire faculté d'adaptation du rat rend vite périmees toutes les armes mises au point pour lutter contre ce voisin écologique de l'homme

COURRIER

À L'ASSAUT DE LA GRIPPE

L'homme a marché sur la Lune, mais n'est pas capable de vaincre le cancer ou la grippe. Que la maîtrise des causes du cancer nous échappe passe encore, mais la grippe n'est-elle pas une maladie commune, facile à éviter? Quand on pense qu'elle nous revient à chaque hiver, souvent plus forte que l'hiver passé, on se demande ce que font les chercheurs dans leurs laboratoires.

M. Latour
Montréal

La grippe est très difficile à contrôler: c'est un hydre à cent têtes, une maladie causée par un virus qui peut prendre plusieurs formes (Québec Science, février 1976 et avril 1978). Il existe bien des

vaccins contre la grippe, mais ils n'assurent de protection que contre une, deux ou trois souches du virus. La mise au point d'un vaccin anti-grippe universel fait l'objet d'une concurrence féroce de la part des grandes compagnies pharmaceutiques et des laboratoires spécialisés, depuis très longtemps. Très récemment, la compagnie Searle, de Chicago, annonçait d'ailleurs qu'elle avançait à grand pas dans ce domaine. Elle pense pouvoir commercialiser le vaccin anti-grippe d'ici cinq ans. Au Québec, l'Institut Armand-Frappier, qui fabrique des vaccins anti-grippe, se tient à la fine pointe de la recherche en ce domaine.

LE LOISIR SCIENTIFIQUE

Un peu partout au Québec, diverses sociétés scientifiques amateurs fleurissent avec rapidité (société d'astronomie, de géologie, etc.). Toutes ont leur(s) bulletin(s) d'information respectif(s).

Au cours des derniers mois, le gouvernement du Québec a publié un certain nombre de documents pour alimenter la réflexion des citoyens à la veille de la campagne référendaire. En voici quelques uns.

□ LA NOUVELLE ENTENTE QUÉBEC-CANADA

Proposition du gouvernement du Québec pour une entente d'égal à égal, la souveraineté-association.
1979. 118 p., 16 x 24cm.
EQ 4402 3, \$

□ SONDAGE SUR LA PERCEPTION DES PROBLÈMES CONSTITUTIONNELS QUÉBEC-CANADA, PAR LA POPULATION DU QUÉBEC

Édouard Cloutier et Croq
1979. pagination variée, tabl., 35 x 21cm
EQ 4425 7, \$

□ POLITIQUES FÉDÉRALES ET ÉCONOMIE DU QUÉBEC (OPDQ)

2^{ème} édition. 1979. V-67p., 24cm
EQ 3963 2, 50 \$

□ RENTABILITÉ DE LA VOIE MARITIME DU SAINT-LAURENT POUR LE QUÉBEC

OPDQ, 1979. XV-87p., graph., bibl., 24cm
EQ 4374 3, \$

□ BÂTIR LE QUÉBEC, énoncé de politique économique

Rapport. 1979. 521p., 27 cm
ISBN 2-551-03449-3 EQ 4355 9, 50 \$
Synthèse. 1979. 186p., 27 cm
EQ 4356 3, \$

□ LE RÉFÉRENDUM, document de presse mai 1969 à avril 1978

Rétrospection 1978. 287p., 28cm
EQ 3539 2, \$

Joindre chèque ou mandat à l'ordre du ministère des Finances.

1283 boul. Charest ouest
Québec, Québec G1N 2C9

□ LA QUESTION MONÉTAIRE EN RAPPORT AVEC LE QUÉBEC

Vély Leroy. 1978. 378., tabl., 28cm
EQ 3854 6, 75 \$

□ UNIONS MONÉTAIRES ET MONNAIES NATIONALES:

Une étude économique de quelques cas historiques.
Henri-Paul Rousseau. 1978. 225p., 27cm
EQ 3865 5, \$

□ LES AVANTAGES ET LES COÛTS DES DIFFÉRENTES OPTIONS MONÉTAIRES D'UNE PETITE ÉCONOMIE OUVERTE

Bernard Fortin. 1978. 67p., bibl., 27cm
EQ 3864 2, \$

□ ÉTUDES DES POSSIBILITÉS DE RAPPROCHEMENT ÉCONOMIQUE ENTRE LE QUÉBEC, LE CANADA ET LES PAYS SCANDINAVES

Luc-Normand Tellier. 1979. 139p., bibl., 28cm
EQ 3972 3, \$

□ "L'OPTION EUROPE", Analyse de la plausibilité d'une association Québec/Canada/Europe:

Kimion Valaskakis 1979. XXI-176p., tabl., 28cm
EQ 3971 3, 50 \$

□ ÉTUDES DES RELATIONS COMMERCIALES QUÉBEC-USA, QUÉBEC-CANADA:

Options et impacts, contraintes et potentiels
Pierre-Paul Proulx... et autres 1978. 585p., tabl., 27 cm
EQ 3990 3, 50 \$

Éditeur
officiel
Québec

Existe-t-il un bulletin d'information qui fait état des développements de l'ensemble de ces sociétés? Si c'est le cas, vous me rendriez service en m'indiquant comment me le procurer.

Charles Bertrand
Montréal

Les trois organismes de regroupement dans le milieu des loisirs scientifiques, soit la Fédération québécoise du loisir scientifique (rassemblement de sociétés dans une douzaine de disciplines), le Conseil de la jeunesse scientifique regroupement de clubs-sciences, de camps de sciences et d'expo-sciences régionales) et les Cercles des jeunes naturalistes publient un Annuaire des loisirs scientifiques.

Cet annuaire comprend, entre autres, une section consacrée aux sociétés de loisirs scientifiques qui sont listées par discipline et, à l'intérieur de chaque discipline, par ordre de lieu géographique. L'association provinciale pour chaque discipline est aussi indiquée.

Avec cet annuaire, que vous pourrez vous procurer à la Fédération québécoise des loisirs scientifiques (FQLS), 1415 est, rue Jarry, Montréal, H2E 2Z7, tél.: (514) 374-3541, il vous sera possible de communiquer avec la ou les sociétés qui vous intéressent, de connaître leurs activités et de savoir si elles publient un bulletin.

De plus, la FQLS publie la revue Loisir-Science qui fait le tour du loisir scientifique au Québec. Elle paraît à tous les deux mois; vous pouvez vous y abonner au coût de \$4 par année à l'adresse ci-haut mentionnée.

N.D.L.R.

Dans notre numéro de décembre 1979, la photo accompagnant l'article intitulé «Des lichens qui parlent», à cause des champignons qui étaient présents sur le



tronc de l'arbre, pouvait prêter à confusion. Aussi pour éliminer toute ambiguïté, nous reproduisons ici la photo d'un tronc d'arbre sur lequel seuls des lichens épi-phytes croissent.

LAVAGE DE CERVEAU

UN QUÉBÉCOIS
COBAYE DE LA CIA

En 1958 et 1959, la CIA utilisait à leur insu des patients psychiatriques de l'hôpital Royal Victoria à Montréal dans le cadre d'une série d'expériences portant sur le «lavage de cerveau». Québec Science, qui a suivi ce dossier depuis plus d'un an, a réussi à retracer une victime présumée de ces expériences. Il s'agit de M. Jean-Charles Pagé, de Saint-André Est, une localité de la région de Montréal.

M. Pagé a été hospitalisé au Allan Memorial Institute — aile psychiatrique de l'université McGill et du Royal Victoria — du 9 juillet au 13 novembre 1959. D'après une copie de son dossier médical qu'il a réussi à obtenir et qu'il a transmise à Québec Science, le traitement qu'il y a reçu rencontre on ne peut mieux les objectifs des programmes de la CIA sur le contrôle mental.

Le rôle joué par les services secrets américains dans les recherches effectuées au Allan Memorial avait été révélé l'an dernier par le journaliste américain John Marks. Un psychiatre de réputation internationale, le Dr Ewen Cameron, y effectuait pour le compte de la CIA diverses expériences qui avaient pour but d'«effacer» le passé mental du patient pour ensuite le reprogrammer et lui imposer un nouveau comportement.

Par l'intermédiaire d'une organisation-paravent, la Society for the Investigation of the Human Ecology, la CIA a versé environ 100 000 dollars à des chercheurs de l'université McGill. Cameron fut le principal bénéficiaire de ces subventions. Selon un rapport interne de l'université, préparé par le professeur Don Donderi, le psychiatre a reçu 62 045 dollars de la

fameuse société entre 1957 et 1960.

Officiellement, Cameron expérimentait une nouvelle formule thérapeutique. Ses procédés ne soulevaient peut-être pas l'approbation des autres chercheurs mais celui-ci était difficilement attaqué. Fondateur de la faculté de psychiatrie de McGill, il fut aussi successivement président des associations québécoise, canadienne et américaine de psychiatrie et finalement de

l'Association mondiale de psychiatrie.

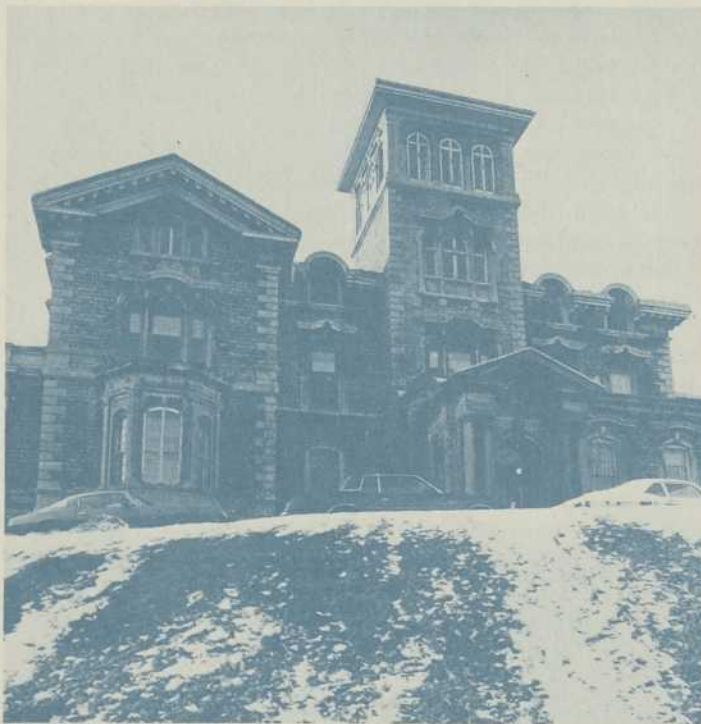
La «thérapie» suivait un protocole précis. Le patient était placé en cure de sommeil prolongée pendant laquelle on lui administrait des électrochocs d'une violence extrême. Ces chocs étaient de 20 à 40 fois plus intenses que ceux couramment utilisés à l'époque et portaient le nom de «Page-Russell», du nom de leurs inventeurs. Ils comportaient un choc initial d'une seconde, suivi de cinq à neuf décharges supplémentaires administrées pendant les convulsions. Les docteurs Page et Russell eux-mêmes s'en tenaient à une séance par jour. Dans certains cas, Cameron faisait administrer trois Page-

Russell par jour à ses patients.

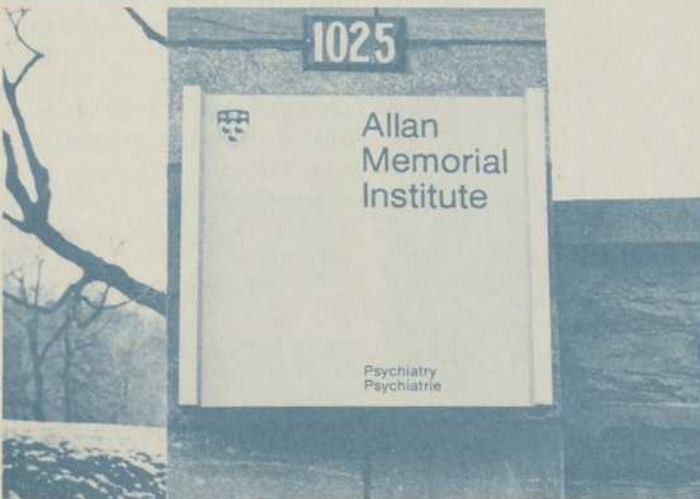
La cure de sommeil pouvait durer de 15 à 30 jours. Ensuite, sous l'effet d'un puissant cocktail de médicaments, le «cobaye» entrait en phase de reconditionnement. Cameron avait inventé une technique dite de «pression psychique» (*psychic driving*) qui consistait à faire entendre au patient, grâce à un petit haut-parleur placé sous l'oreiller, un message enregistré répété continuellement pendant seize heures par jour. Certains patients furent aussi soumis à des expériences sur des drogues (nouvelles à l'époque) comme le LSD et d'autres anesthésiques qui, incidemment, furent testés par la CIA dans sa recherche pour découvrir un «sérum de vérité».

M. Pagé s'est présenté au Allan Memorial pour y suivre un traitement contre l'alcoolisme. Un traitement dont il affirme subir, encore aujourd'hui, des effets négatifs. «J'ai eu à en supporter les conséquences toute ma vie. Depuis ce temps, je souffre de pertes de mémoire. De plus, avant d'être traité par le Dr Cameron, je n'avais jamais pris de médicaments. Là, on m'a prescrit des barbituriques et par la suite, j'ai continué d'en prendre. J'ai cessé d'en prendre en 1972 mais encore aujourd'hui, j'ai un besoin inconscient d'en absorber qui revient de temps en temps. Quand j'ai relu mon rapport médical, ça m'a redonné envie d'en prendre.»

Les médecins de M. Pagé, sous la direction du Dr Cameron, diagnostiquèrent une anxiété chronique doublée d'un alcoolisme symptomatique. Assez curieusement, on le soumit au même traitement que celui mis au point par Cameron contre la schizophrénie! Ce dernier semblait accorder à sa méthode une grande polyvalence. Dans un article qu'il publia en 1960, il mentionnait que ses techniques pouvaient s'appliquer indifféremment à la schizophrénie,



Cumulus Louis Ducharme



à l'alcoolisme ou aux névroses.

M. Pagé fut d'abord placé en cure de sommeil pendant 33 jours. De cette période, il ne se souvient pas de grand-chose, il va sans dire. Suivant la procédure habituelle, le patient n'était réveillé que trois fois par jour, le temps d'avalier un mélange de sédatifs hypnotiques. On réveillait aussi le patient pour lui administrer des électrochocs. D'après les notes du Dr Cameron, pendant les douze premiers jours de la cure, M. Pagé fut soumis à trois séances de «Page-Russell».

Pendant tout ce temps, on lui faisait écouter inlassablement des messages enregistrés. Sans grand résultat toutefois. Un de ses médecins notait: «... selon les gardes, il n'accorde pas beaucoup d'attention (au message). Une des raisons pourrait être qu'il parle français et que depuis ses électrochocs, son anglais n'est pas trop bon.»

Il y avait de quoi oublier, et pas seulement son anglais. Une étude commandée par le Dr Robert A. Cleghorn, successeur de Cameron au Allan Memorial, a tenté de mesurer les effets de cette thérapie auprès d'anciens patients. Il apparaît que 63

pour cent des sujets interrogés souffraient encore d'amnésie au moment de l'étude, en 1967. En 1980, M. Pagé se plaint toujours de ce symptôme. «Si je prends un verre d'alcool, c'est le «black-out» complet, mais j'ai aussi parfois ce genre d'amnésie sans même avoir touché à une goutte d'alcool.»

Par la suite, on lui prescrivit une quatrième séance d'électrochocs et il vécut la routine des messages enregistrés pendant un mois. Pendant cette période, M. Pagé s'évada à deux reprises et fut ramené à l'hôpital. À sa sortie deux mois plus tard, Cameron nota qu'il était moins nerveux et moins anxieux. Cependant, l'année suivante, M. Pagé était hospitalisé de nouveau pour alcoolisme à l'hôpital Saint-Jean-de-Dieu. Il en sortit rapidement, mais dut subir d'autres traitements psychiatriques par la suite, jusqu'en 1968.

Selon John Marks, au moins 53 des patients du Dr Cameron furent soumis à ce genre d'expériences en 1958 et 1959. Le seul cas connu jusqu'à ce jour était celui de Mme Val Orlikow de Winnipeg. D'après Marks, le cas de M. Pagé est particulièrement convaincant. «Il est

entré sous les soins du Dr Cameron à un moment où il est clairement établi que celui-ci recevait des fonds de la CIA pour poursuivre précisément le genre d'expériences auxquelles il a été soumis, soit les traitements aux électrochocs et la pression psychique.»

Le 26 avril dernier, Mme Orlikow intentait une poursuite contre le Allan Memorial Institute et la cause est toujours devant les tribunaux. De son côté, M. Pagé n'exclut pas un tel recours. «J'ai le sentiment d'avoir été utilisé comme cobaye. Même avant d'avoir pris connaissance de cette affaire, j'avais le sentiment d'avoir servi à des expériences. Je n'ai plus jamais été le même homme par la suite. Mon alcoolisme s'est doublé d'une narcomanie. Je me suis séparé de ma première femme et j'avais une fille que je n'ai plus osé revoir depuis l'âge d'un an et demi. À deux reprises, j'ai tenté de me suicider, j'ai l'impression que ma vie a été en grande partie ruinée à cause de cette histoire.»

Il reste bien sûr de nombreux points à éclaircir dans ce dossier. À commencer par établir si, oui ou non, les méthodes de Cameron pouvaient se prétendre thérapeutiques et si elles ont réussi à satisfaire l'intérêt des patients aussi bien que ceux de la CIA. L'étude commandée par le successeur de Cameron permet d'en douter sérieusement. Les auteurs du rapport concluaient que «l'incidence de complications physiques et l'anxiété engendrée chez le patient par des pertes de mémoire réelles ou imaginaires rendent indésirable l'adoption des chocs électroconvulsifs intensifs (comme moyen thérapeutique régulier).»

En 1961, M. Pagé avait déjà décrit l'univers psychiatrique dans un livre intitulé *Les fous crient au secours*, livre qui avait déclenché tout un débat à l'époque. Aujourd'hui, les révélations sur les travaux du Dr Cameron lui

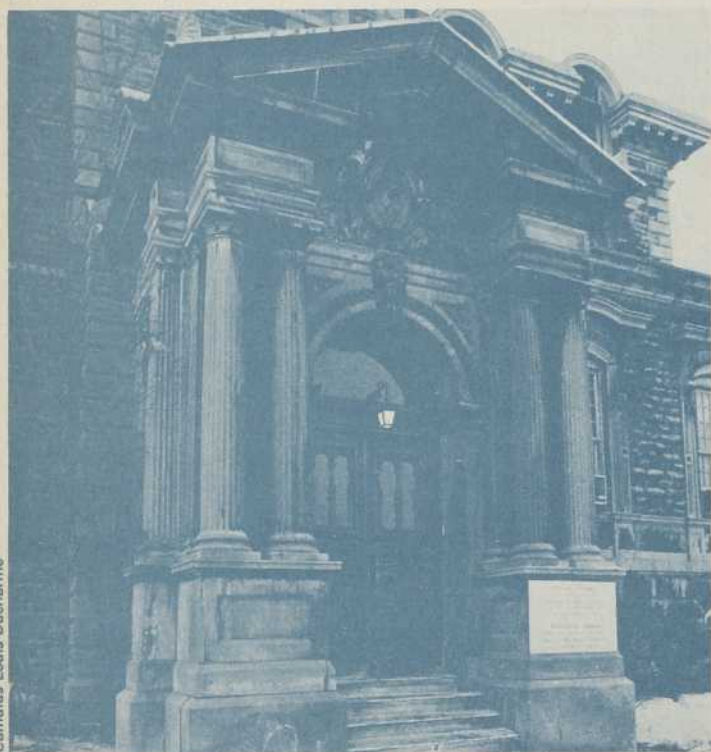
font voir sa propre expérience sous un jour nouveau et rendent urgent, selon lui, un débat sur la question. «Je crois, conclut M. Pagé, que le gouvernement devrait faire enquête sur ce genre d'activités. Ça ne l'intéresse peut-être pas, mais je pense que ça concerne tout le monde.» De son côté, Québec Science entend bien continuer à suivre de près ce dossier.

Luc Chartrand

ORNITHOLOGIE UN ÉCHASSIER TRANQUILLE

À surveiller! L'arrivée des premiers Grands Hérons, vers la fin de mars, dans la partie sud de la province. La presque totalité des effectifs sera de retour trois semaines plus tard dans les régions plus froides, au nord-ouest québécois et le long des battures et des marais salés de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Cet échassier haut sur pattes et à long cou est facilement reconnaissable à cause de sa tête blanche et de son long bec; une bande noire s'étend depuis ses yeux jaunes jusqu'à la mince huppe qui orne sa tête. La coloration du plus grand de nos hérons canadiens, de bleu grisâtre qu'elle est sur le dos tourne au blanchâtre zébré noir sur le ventre.

D'année en année, les hérons reviennent à leurs colonies s'installant presque toujours aux mêmes endroits, des boisés peu accessibles aux humains et aux prédateurs terrestres, sur des îles de préférence et des sites d'où ils jouissent d'un large champ de vision. Depuis 1977, le Service canadien de la faune a entrepris le recensement et la surveillance des héronnières du Québec. Jusqu'à ce jour, 106 colonies ont été découvertes, nichant surtout sur les îles du fleuve et abritant quelque 5 000 individus.



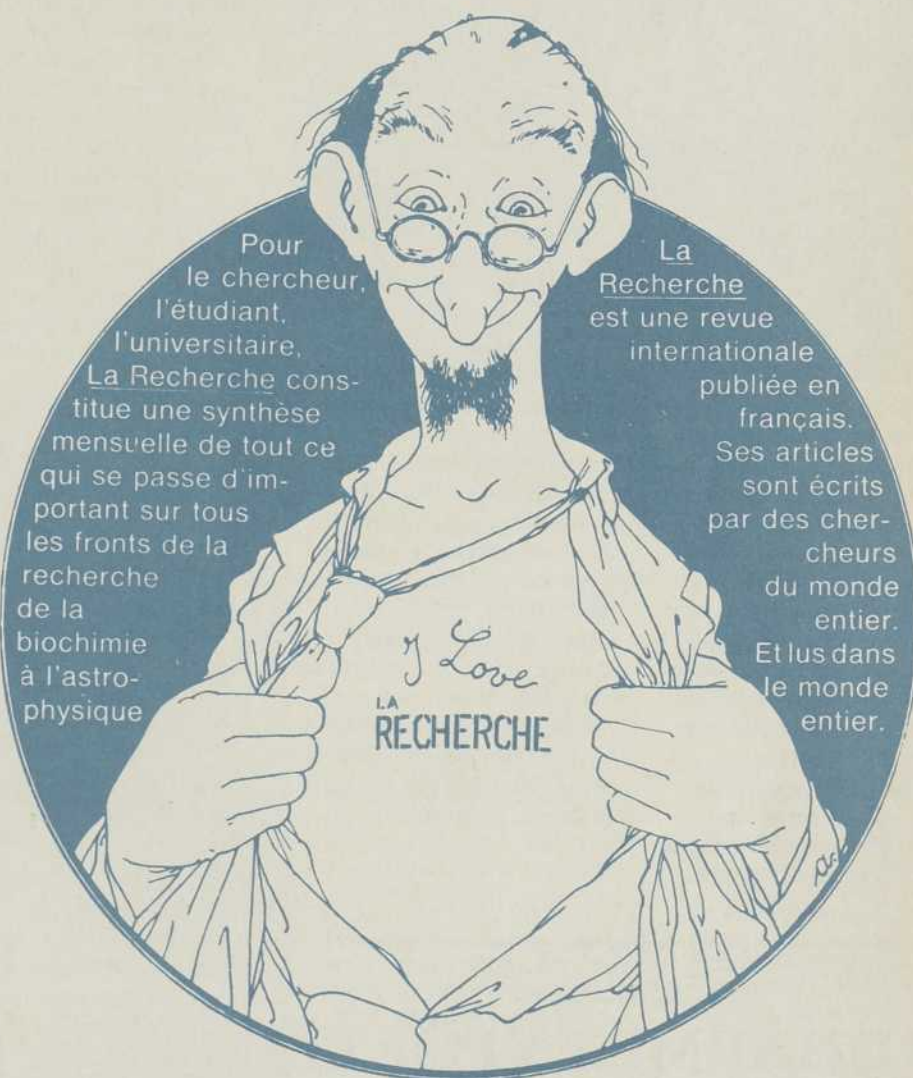
Cumulus Louis Ducharme

Le Grand Héron, oiseau sociable et grégaire, s'attroupe sur les aires d'alimentation en communautés d'environ 50 nids. Règle générale, la monogamie est de rigueur. Les partenaires élèvent en collaboration leur petite famille, en général deux héronneaux ayant survécu à l'éclosion des quatre œufs pondus par la femelle, dans un nid juché près de la cime d'un arbre. Dans la majorité des héronnières, les nids forment des amas serrés pour faciliter la protection des petits.

Habituellement, les œufs éclosent en période d'abondante nourriture et sont ravitaillés par leurs parents à même la diète de ces derniers. Au menu, la plupart du temps des petits poissons pêchés dans les dépressions des battures proches ou dans les zones d'eau peu profonde. À l'occasion, notre oiseau se laissera tenter par quelques souris et, pourquoi pas, des grenouilles ou des petits oiseaux.

D'une longévité moyenne de 15 ans, le héron reste un oiseau résistant. Les communautés ont parfois à subir la compétition d'autres espèces nichant au sommet des arbres. Les observateurs du Service canadien de la faune ont vu des cormorans s'attaquer massivement à des colonies de hérons et s'accaparer leurs nids. On expliquerait ainsi la désertion quasi complète — de 180 nids à seulement quatre en 11 ans — de l'Île blanche, à proximité de Rivière-du-Loup, par les Grands Hérons et leur remplacement progressif par les Cormorans à aigrettes. Plus que les quelques prédateurs naturels, l'ennemi le plus redoutable du héron s'avère être l'homme. Malgré l'interdiction de chasse, plusieurs oiseaux sont tués chaque année. Le déclin le plus dramatique est survenu précisément à l'Île aux Hérons près de Montréal. La désertion de près de 175 nids en 12 ans est peut-être due aux chasseurs peu scrupuleux.

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



Offre spéciale *

Je désire souscrire un abonnement d'un an (11 n°) à la Recherche au tarif de 30 dollars canadiens au lieu de 44 dollars.

nom _____

adresse _____

pays _____

**à retourner accompagné de votre paiement à
DIMEDIA, 539, bd Lebeau, Ville-St-Laurent P.Q. H4N 1S2.**

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



Environnement Canada

L'affluence de plus en plus grande des protecteurs de tout crin dans les héronnières, qu'ils soient touristes, biologistes ou naturalistes, n'est pas sans nuire au bien-être des oiseaux. Plusieurs études ont démontré les conséquences des dérangements humains à l'intérieur des colonies: l'abandon des œufs ou des petits par leurs parents et la désertion complète de sites occasionnent une augmentation sensible du taux de mortalité, particulièrement chez les jeunes.

Au Service canadien de la faune, on suggère de réduire au minimum et de mieux planifier les visites d'étude et d'observation. Ces mesures sont essentielles, en plus d'une surveillance plus stricte de la chasse, pour que les efforts des biologistes pour contrer l'effet des maladies et des produits toxiques qui menacent les populations de Grands Hérons, ne soient pas vains. Chasseurs et touristes, prière de s'abstenir!

A. D.

TECHNOLOGIE

LE CHARME EXPORTÉ

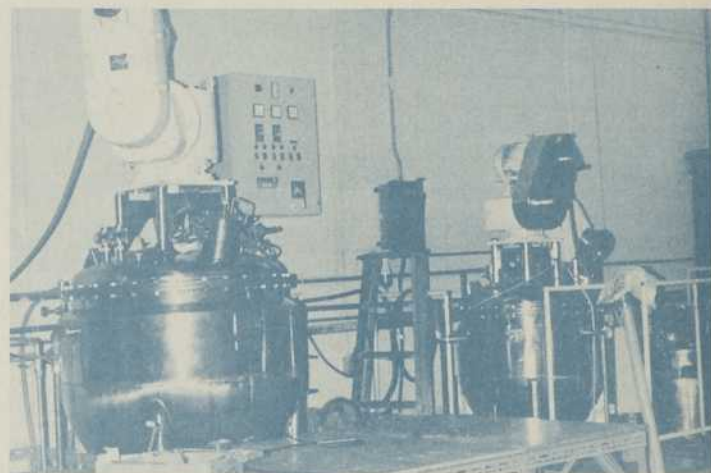
Trente-quatre compagnies fabriquent au Canada des produits de toilette pour une valeur de 350 millions de dollars. Il ne faut cependant pas s'y tromper: la presque totalité de ces cosmétiques, produits de beauté ou parfums de toutes sortes ne sont pas d'origine canadienne. En fait, des sociétés étrangères, surtout américaines, françaises et anglaises, possèdent les brevets qui en permettent la production en exclusivité. Mais, dans certains cas, en particulier à cause de notre climat, il faut adapter des produits.

Si on fabrique sur place les produits de toilette plutôt qu'on ne les importe, c'est avant tout parce qu'ils contiennent une grande quantité de produits simples, comme l'eau et l'alcool, dont les frais de transport sont élevés. D'autre part, les consommateurs ont souvent davantage confiance dans des produits fabriqués chez eux, d'autant plus qu'ils sont la plupart du temps meilleur marché.

Pour chaque produit, il existe une formule mise au point dans le pays d'origine, et brevetée de façon à

protéger son inventeur d'une possible copie conforme pendant un certain nombre d'années. À la fin de ce laps de temps, en changeant légèrement un seul élément de sa formule, la compagnie peut de nouveau la breveter pour une nouvelle période. De plus, certaines composantes de la formule sont elles-mêmes brevetées, ce qui multiplie les possibilités pour une compagnie de conserver l'exclusivité d'un produit presque *ad vitam æternam*.

La plupart des compagnies étrangères établies au Canada disposent ici d'un laboratoire et d'une usine, par exemple la compagnie française Loréal et sa filiale canadienne Cosmair, installée à Montréal



Cosmair

depuis 21 ans. Ces compagnies procèdent à peu près toutes de la même façon. Ainsi Loréal fournit à sa filiale la formule et les matières de base brevetées nécessaires à la fabrication du produit, tandis que Cosmair doit s'approvisionner au pays pour les autres composantes. Le produit canadien devra respecter des normes prédéterminées par la compagnie-mère et subir plusieurs tests, entre autres pour s'assurer de la stabilité du produit selon les conditions climatiques, avant d'être fabriqué sur une grande échelle et mis sur le marché.

Selon M. Henri Cardon, directeur technique de Cosmair-Canada, «même s'il est très rare de ne pas parvenir à trouver l'identique du produit français, la mise au point d'un produit peut

prendre plusieurs mois et on éprouve parfois quelques difficultés d'adaptation. Il y a quelques années, par exemple, on a essayé un rouge à lèvres avec une formule française, ni trop dure, ni trop molle. En été, à cause de notre climat, il fondait dans les sacs à main, ce qui ne se produisait pas en France. On a alors testé ici une formule du même rouge à lèvres adaptée au Mexique; mais ce fut l'inverse, il était trop dur en hiver. Et puis, après quelques mois de recherches, et de légers changements dans la formule, on est parvenu à mettre au point une adaptation canadienne.»

On peut aussi rencontrer ce genre de problème avec

des teintures ou des shampooings qui se troublent après une certaine exposition au froid, ou d'autres produits qui changent de couleur à la lumière solaire. C'est alors aux spécialistes du laboratoire de trouver une solution. Ils doivent aussi veiller à respecter la loi canadienne relative aux substances ou pourcentages de substances autorisés ou interdits. Ainsi, au Canada, on ne peut pas mettre en vente des aérosols contenant du fréon, ni certains colorants, alors que ce n'est pas le cas dans d'autres pays. De même, sur le marché nord-américain, certains produits, normalement incolores, se vendent mieux s'ils contiennent un colorant et des couleurs attirent les consommateurs plus que d'autres.

F. P.

Chaque année, au printemps, au moment de la fonte des neiges, une trentaine de rivières du Québec débordent de leur lit et inondent les terres riveraines, causant de graves dommages.

Environ 280 des 1 600 municipalités du Québec sont affectées périodiquement par les inondations. La région de Montréal, la plus peuplée et la plus urbanisée, est particulièrement touchée.

Ces dommages sont de nature diverse, mais tous très embarrassants, et leur coût pour la communauté augmente sans cesse. En 1974 et 1976, les inondations printanières ont été extrêmement graves. Les indemnités accordées aux sinistrés se sont élevées à cinquante millions de dollars.

Or, il est impossible de prévoir l'impact de la crue annuelle des eaux. Il est également impossible de l'empêcher ou même de la contrôler, sauf dans une certaine mesure.

Le rôle des réservoirs d'Hydro-Québec

Hydro-Québec exploite sur plusieurs rivières importantes du Québec des barrages et des réservoirs pour des fins de production d'électricité. Elle ne peut toutefois empêcher les crues pour des raisons bien simples.

En effet, à leur état naturel, les rivières du Québec présentent un régime caractérisé par un débit faible en hiver, maximal au printemps et moyen en été et en automne, selon que ces deux saisons sont pluvieuses ou sèches.

Mais les besoins d'un réseau électrique dans le temps ne correspondent pas au régime naturel des cours d'eau. Les besoins sont plus grands en hiver qu'au printemps ou en été. Hydro-Québec cherche donc à régulariser le débit des rivières, c'est-à-dire à emmagasiner l'eau au moment où elle est en surabondance — au printemps — pour la relâcher en période d'insuffisance, en été et surtout en hiver. Cette régularisation partielle du débit des rivières a pour effet de réduire l'amplitude des crues au printemps et d'assurer un débit plus soutenu en d'autres temps, même si ce n'est pas son but premier.

Mais il serait illusoire de croire que les réservoirs puissent mettre fin à toute inondation, quelles que soient les conditions de la crue. En effet, tous les réservoirs possèdent des caractéristiques physiques qui leur sont propres. La cote maximale du barrage contrôlant un réservoir permet d'emmagasiner

Les crues



une quantité d'eau bien définie. Si le volume de la crue et des pluies qui l'accompagnent est plus grand que la capacité du réservoir, il faut alors évacuer l'eau que le réservoir n'est pas en mesure de contenir.

Une législation d'aménagement du territoire qui tient compte des crues

L'importance des dégâts causés et des sommes dépensées a amené les différents paliers de gouvernement à prendre des décisions majeures.

Compte tenu du caractère inévitable des crues et du peu de moyens d'action contre elles, il est apparu nécessaire d'agir à l'autre extrémité du processus, c'est-à-dire qu'au lieu d'essayer d'empêcher les rivières de déborder on contrôlera la construction de bâtiments ou d'infrastructures dans les zones inondables.

Dans le passé, on a construit n'importe où, sans trop se soucier des risques d'inondation. Les municipalités octroyaient des permis de construction sans porter suffisamment d'attention à ce problème (en partie parce qu'elles ne disposaient pas des documents et des moyens légaux nécessaires).

Les décisions prises récemment apportent des remèdes à ces différents points.

Une entente fédérale-provinciale, signée en octobre mil neuf cent soixante-seize (1976), prévoyait que les deux gouvernements engageraient cinq millions de dollars pour une cartographie des zones inondables qui fournirait un outil de travail indispensable et que quarante millions de dollars seraient dépensés pour des travaux de protection permanente contre les inondations, ceci à seule fin de limiter les dégâts pour les constructions déjà en place.

En outre, les deux gouvernements se sont mis d'accord pour prendre les mesures qui s'imposent en établissant une politique d'aménagement des zones inondables.

L'ensemble de ces mesures fait l'objet de trois lois: la Loi 54 pour les cités et les villes, la Loi 55 pour les corporations municipales de comté et la Loi 125 (en voie d'adoption) sur l'aménagement et l'urbanisme.

Cette politique est soit incitative, soit contraignante. Les municipalités et les corporations municipales de comté sont incitées à prendre certaines mesures pour les constructions édifiées sur leur territoire. Pour les organismes publics et para-publics, ces mesures sont obligatoires.

Désormais, les municipalités peuvent imposer des règles minimales d'aménagement pour les zones inondables et les zones sujettes à des glissements de terrain et elles doivent planifier le développement du territoire sous leur juridiction.

Dans les schémas d'aménagement, les zones où l'occupation du sol sera soumise à des contraintes particulières pour des raisons de sécurité seront identifiées. Telles les zones d'inondation et de glissement de terrain. Pour ces zones, des normes minimales à respecter seront spécifiées.

La cartographie qui couvrira 180 municipalités du Québec indique les zones d'inondation. Ces zones sont divisées en deux parties, selon la fréquence et les risques d'inondation. Dans la zone "A", toute construction est prohibée. Cette zone est exposée à de forts courants, ainsi qu'à l'action des glaces. Tandis que, dans la zone "B", seules les constructions protégées peuvent être autorisées, à condition que les entrepreneurs respectent certaines normes de protection.

Une nouvelle construction édifée sur une zone inondable et qui ne respecterait pas les politiques édictées ne pourra pas bénéficier d'un dédommagement, même en cas d'inondation exceptionnellement grave.

Par ailleurs, en vue de déterminer les mesures de protection à prendre et leur coût approximatif, le gouvernement fédéral a fait préparer une étude intitulée: "Flood Proofing" (ou "Mesures de protection contre les inondations"). Ce document préconise différentes méthodes pour assurer l'étanchéité des bâtiments.

La situation au Québec se présente donc désormais ainsi: grâce à la nouvelle cartographie, les municipalités connaîtront facilement les zones dangereuses. Avec les Lois 54, 55 et bientôt la Loi 125, elles seront dotées des pouvoirs de réglementation nécessaires. Les permis de construction pourront donc être accordés à bon escient. Ces nouvelles politiques devraient changer les mauvaises habitudes héritées du passé, et cela pour le plus grand bien de tous.



Publi-reportage
Hydro-Québec
Mars 1980

QUELQUES PROJETS DE RECHERCHE DE L'INRS

Le genre de recherche qui caractérise l'INRS, de par son mandat, se rapporte à la fois à la recherche orientée vers les besoins socio-économiques du Québec et à la recherche appliquée dans les secteurs où l'Institut est le plus susceptible d'apporter une aide substantielle.

Le texte ci-après illustre quelques problèmes particuliers sur lesquels l'INRS, avec son équipe multi- et interdisciplinaire, se penche pour y trouver des éléments de solution, aussi bien dans les domaines des sciences de l'eau, de l'énergie, de l'éducation, de l'océanologie et du pétrole que dans ceux des sciences de la santé, des télécommunications et de l'urbanisation.

CEQUEAU à la Baie James

Depuis un certain nombre d'années, le modèle hydrologique CEQUEAU, mis au point par des chercheurs de l'INRS-Eau, a été utilisé pour différentes fins. Dernièrement, la Société d'énergie de la baie James a confié, au centre, une étude quant à l'application du modèle CEQUEAU en fonction de la détermination des crues maximales possibles pour le dimensionnement des évacuateurs de crues. L'étude portera sur le complexe des rivières Nottaway, Broadback et Rupert (NBR).

Par les travaux qui seront effectués, il s'agira de déterminer d'abord les conditions météorologiques à l'origine des crues maximales probables pour chacun des sous-bassins aménagés du complexe NBR (stock maximal de neige au sol, pluies et températures maximales possibles, etc.). Ces données extrêmes sont celles qui serviront à l'entrée au modèle CEQUEAU, lequel permettra de simuler les crues maximales possibles en tenant compte des variantes d'aménagement.

Le modèle hydrologique CEQUEAU est basé sur l'approche déterministe et schématisée, à l'aide de l'ordinateur, toutes les composantes du cycle hydrologique. Il permet donc de réaliser des économies intéressantes.

Le professionnel court

Le professionnel court est un des aspects les plus méconnus du système québécois d'enseignement secondaire public. La méconnaissance du professionnel court a trait, entre autres, aux interventions pédagogiques, aux enseignants et aux étudiants. Il y a quelque temps, le ministère de l'Éducation a subventionné l'INRS-Éducation en vue de connaître les étudiants qui sont orientés ou s'orientent vers le professionnel court sans ignorer les multiples facettes de cette voie scolaire.

Une telle recherche, qui se poursuivra jusqu'à la fin de 1981, visera, entre autres, à reconstituer le cheminement scolaire des adolescents du professionnel court et à déceler les phénomènes ou situations qui ont handicapé ou supporté le cheminement scolaire des adolescents du professionnel court. Après avoir mis en lumière les particularités du cheminement scolaire des étudiants du professionnel court, il faudra identifier les facteurs qui sont les plus responsables de ce type de cheminement.

Dans cette recherche, l'approche retenue repose sur une analyse qualitative à partir d'une démarche

inductive basée sur une analyse répartie dans le temps.

La maison solaire

Vu les problèmes d'approvisionnement énergétique que nous connaissons, il est logique de nous tourner, jusqu'à un certain point, vers les énergies nouvelles. Ainsi, en novembre dernier, l'INRS-Énergie a inauguré sa maison à chauffage solaire intersaisonnier. Habitée par un couple, parents de deux jeunes enfants, la maison est située à Varennes dans un quartier où il sera possible de comparer la maison solaire avec des habitations de conception architecturale de même type mais faisant appel à des chauffages conventionnels.

L'ensoleillement intéressant, au Québec, n'est réparti que sur un certain nombre de mois, d'où la nécessité de construire des maisons solaires qui tiennent compte du stockage d'énergie auquel on doit faire appel dans les périodes non ensoleillées.

Pour les fins de l'étude, la maison est équipée de capteurs solaires à caloporteur liquide (antigel) dont la superficie est de 40 m². Quant au stockage, il est rendu possible grâce à une citerne d'eau de 60 m³ bien isolée et enfouie dans le sol. L'installation comprend aussi une pompe de chaleur ainsi qu'un réservoir tampon. L'échange de chaleur permet le chauffage de la maison au moyen de calorifères à eau chaude.

Dans les prochaines années, les résultats que cumuleront les chercheurs de l'INRS-Énergie seront très utiles quant à l'implication de l'énergie solaire au Québec.

La culture du plancton

Grâce à des octrois de Pêches et Océans d'Environnement Canada et du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie, l'INRS-Océanologie est en train de procéder à une étude portant sur la mise au point et les applications de la culture planctonique massive (plancton, phytoplancton, zooplancton). Cette recherche à laquelle contribuent GIROQ, SOUQAR, Marine Sciences Center de McGill, etc., a déjà procuré des données abondantes et variées dont l'étude approfondie amènera graduellement l'accès à la maîtrise des domaines d'exploitation potentiels (développement).

Pour les fins de cette activité scientifique, l'INRS-Océanologie a installé, dans un hangar du quai de Pointe-au-Père, plusieurs bassins de culture et des pompes qui permettent la circulation de l'eau de mer. À partir d'échantillons de plancton recueillis lors de croisières, la culture démarre au Laboratoire océanologique de Rimouski et le tout se continue dans les bassins de Pointe-au-Père. Il va de soi que cette production de plancton accélère grandement la poursuite des recherches océanologiques au Québec.

Si l'on vient à produire économiquement du plancton, on pourra, par exemple, voir augmenter la culture des moules pour l'avantage des gastronomes du Québec.

Les sédiments du Québec

Dans le but de mieux connaître le sous-sol québécois, l'INRS-Pétrole effectue des recherches sur les sédi-

ments en regard de leur contenu en microfossiles, en matière organique et en minéraux argileux.

L'étude des microfossiles (palynologie) contenus dans les sédiments permet de dater les terrains sédimentaires et sert surtout d'outil stratigraphique. En effet, la palynologie est une discipline qui touche à la reconnaissance des différentes associations de microfossiles qui se sont succédé à travers les temps géologiques.

La matière organique dans les sédiments comprend, outre les microfossiles, les matières amorphes, les débris et les macéraux. En déterminant la nature, la quantité et l'évolution de la matière organique, il est possible d'établir les relations qui existent entre cette matière organique et certaines ressources minérales.

La détermination des minéraux argileux contenus dans les sédiments du Québec permet de caractériser les différentes couches ou formations. L'étude des minéraux argileux fait aussi mieux comprendre l'évolution thermique des sédiments, laquelle évolution est en relation avec la présence de ressources minérales.

Les Jeux olympiques

Comme suite à l'expertise réalisée lors des Jeux olympiques de Montréal (1976), les chercheurs de l'INRS-Santé ont assuré le contrôle du doping des athlètes lors des Jeux olympiques d'hiver de Lake Placid, du 13 au 24 février 1980. Il faut comprendre que l'équipe de l'INRS-Santé est reconnue à l'échelle internationale dans ce domaine et qu'elle a agi à titre de consultante pour les Jeux panaméricains, les Jeux du Commonwealth, etc.

Grâce à des chromatographes sophistiqués en phase gazeuse, des spectromètres de masse, un ordinateur particulier, etc., les chercheurs peuvent détecter rapidement la présence et la quantité de drogues qui auraient été consommées par des athlètes peu de temps avant une performance. En plus de nuire à la santé des athlètes, ces drogues constituent une injustice quant au rendement dans une discipline sportive.

Il va de soi que l'expérience du centre dans ce domaine conduit à des retombées dans d'autres secteurs. Ainsi, que dire des travaux de l'INRS-Santé pour le compte des cliniques de réhabilitation de l'abus des drogues, les fins de la médecine légale et de l'environnement? Un jour, pas très loin, viendra où l'on pourra établir un diagnostic sophistiqué de l'état de santé d'une personne par l'analyse simultanée des quelque 1 000 composés de son urine.

Lecteur automatique parlant français

L'un des buts essentiels de la recherche de l'INRS-Télécommunications, en regard de la synthèse de la parole, consiste à développer une machine capable de lire à haute voix un texte imprimé. On conçoit donc la grande utilité, entre autres, de cet appareil pour les aveugles.

Il existe présentement, dans certaines bibliothèques, un lecteur automatique parlant anglais, mais il est coûteux, et le signal de parole qu'il produit est loin d'être

naturel. Toutefois, l'INRS est à développer un appareil peu onéreux et parlant le français d'une manière acceptable.

Le traitement linguistique et la synthèse de la parole seront basés sur les algorithmes, présentement disponibles pour l'anglais, mais avec plusieurs changements appréciables, nécessités par les différences entre les deux langues. Ces différences se manifestent dans la manière de prononcer les phonèmes, dans la façon dont les lettres sont converties en phonèmes, dans la production des formes d'intonation apparaissant dans des séquences de mots et dans l'existence de certains sons dans une langue et non dans l'autre.

Les nouveaux espaces résidentiels

Grâce à une subvention à la recherche collective du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada, l'INRS-Urbanisation, dans le cadre de son programme de recherche 1977-1981 sur les nouveaux espaces résidentiels (NER), poursuit une étude d'envergure. Les premières étapes de ce programme sont déjà franchies pour ce qui est du repérage et de la sélection d'un échantillon représentatif des NER des régions métropolitaines de Montréal et de Québec constitués au cours de la période 1971-1976. L'établissement d'une typologie, l'échantillonnage scientifique, la mesure des caractéristiques physico-spatiales et l'analyse des données ont permis de caractériser les NER. Tous les genres d'habitation sont représentés au sein des NER, depuis la maison mobile jusqu'à l'appartement dans une tour, de même que toutes les variations de localisation par rapport au centre de chaque agglomération.

L'étude de l'impact des NER sur le marché du logement montre une amélioration globale de la situation. Malgré tout, on continue à parler d'une «crise du logement». Cet état de choses s'explique, entre autres, par le fait de l'évolution des aspirations, la détérioration relative de la situation du logement chez des types de ménages confrontés avec des exigences quasi imprévisibles et toujours nouvelles, dans cette civilisation de l'éphémère que nous connaissons.

Renseignements

Pour de plus amples renseignements sur l'INRS, sa recherche, ses programmes d'études avancées et ses services à la collectivité, communiquer avec le:

Secrétariat général

INRS

Case postale 7 500

Sainte-Foy, Québec G1V 4C7

Tél.: (418) 657-2508



Université du Québec

Institut national de la recherche scientifique

ÉLEVAGE

MISONS SUR LE VISON

Lorsqu'ils ont commencé à croire en leur aventure, à se prendre au sérieux, on a dit aux éleveurs de visons du Québec qu'ils étaient tout simplement des visionnaires, qu'ils avaient des idées trop extravagantes. Or, la tournure des événements donne incidemment raison à ceux qui ont cru en l'élevage de ces petits animaux à fourrure qui deviennent de plus en plus lucratifs, aidés par la dévaluation de notre dollar.

Avec la vague du «retour à la terre», le trappage est revenu à la mode. Ainsi, la Direction des fourrures du ministère du Loisirs, de la Chasse et de la Pêche,

émettait l'an dernier quelque 22 000 permis à des individus dont au moins 17 000, de l'avis du responsable de cette direction, M. Marcel Beaudet, sont des trappeurs qui en retirent un revenu d'appoint intéressant (autour de \$5 000) tout en y prenant un certain plaisir. Toutefois, cette activité laisse une place bien marginale au commerce des peaux de visons sauvages. Ces dernières ne représentent que deux pour cent des prises totales qui atteignaient près d'un demi-million de peaux vendues sur le marché en 1978-79. Les prises de rat-musqués occupent plus de la moitié des captures, bien

que le prix des peaux de cet animal soit bien moins intéressant que celui du vison qui a passé en un an de \$15 à \$25 l'unité. C'est une hausse appréciable, mais elle est loin de rattraper la progression inattendue qu'a connue le marché des peaux de vison d'élevage.

En quelques années, les éleveurs de vison ont fait la preuve que leur entreprise était plus rentable que la trappe (*Québec Science*, juillet 1978). Toutefois, il leur restait à démontrer que cette rentabilité était applicable à court terme avec tous les risques que l'aventure comportait: fluctuation des marchés, approvisionnement de reproducteurs, regroupement toujours problématique des éleveurs, etc. Plus qu'un

travail saisonnier (ce qui est la principale caractéristique de la trappe), l'élevage du vison est un travail à plein temps. Le nombre d'éleveurs canadiens est peut-être demeuré stable à 400, mais l'entêtement des Québécois, qui étaient très minoritaires au sein du groupe, a fait en sorte qu'ils sont aujourd'hui près d'une centaine. Cependant, la moyenne des troupeaux s'est maintenu avec un millier de bêtes chacun, soit habituellement un mâle pour quatre femelles. Celles-ci n'ont qu'une portée par année, dont quatre petits survivent, en moyenne.

Bien que l'on soit maintenant capable de produire un vison en captivité qui soit deux fois plus beaux et plus gros, chez les mâles, que le vison sauvage, (cela a toute son importance lorsqu'on détermine le prix des peaux) les progrès techniques qui retiennent le plus l'attention des observateurs se situent au niveau du croisement des espèces. Notre vison sauvage présente différentes gammes de tons, mais celles-ci se situent généralement dans le brun. Les visons d'élevage, eux, font l'objet de croisements divers en autant que les éleveurs possèdent des connaissances génétiques suffisantes pour effectuer les croisements de façon rationnelle avec la méthode la plus efficace possible. L'an dernier, la mode exigeait des peaux de couleurs foncées et il semble que le mouvement de balancier favorisera les couleurs pâles pour les deux ou trois prochaines années.

Forts de ces prévisions, les éleveurs québécois orientent donc leur production vers le vison de couleur pastel. D'ailleurs, la dernière vente aux enchères qu'a tenue la Compagnie de la Baie d'Hudson, en décembre dernier, à Pointe-Claire, a démontré une hausse appréciable pour la demande de visons de couleurs pâles.

Le regroupement d'éleveurs a, par ailleurs, démontré l'efficacité de la mise en commun de services profitant

PROGRAMME DE MAÎTRISE ET DE DOCTORAT EN VIROLOGIE

Objectif

Ces programmes visent à fournir à l'étudiant une formation susceptible d'être appliquée à divers champs d'activités en virologie humaine et animale, en diagnostic, en recherche fondamentale et appliquée et en enseignement.

Conditions d'admission

Maîtrise ès sciences (virologie)

Baccalauréat spécialisé en microbiologie et immunologie, doctorat en médecine, doctorat en médecine vétérinaire ou l'équivalent.

Doctorat (virologie)

Maîtrise ès sciences en virologie ou en microbiologie et immunologie ou l'équivalent.

Demandes d'admission

Les demandes d'admission pour la session d'automne 1980 doivent parvenir avant le 11 août 1980, au:

Registraire, Institut Armand-Frappier

531, boulevard des Prairies, Case postale 100

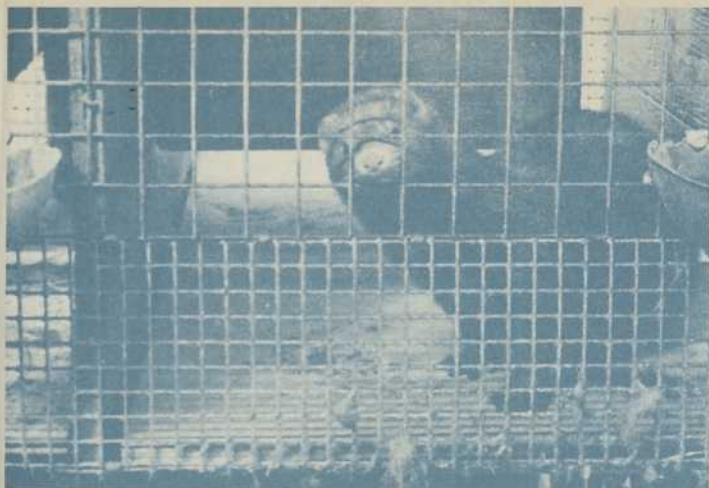
Laval-des-Rapides, Québec H7N 4Z3

Téléphone: (514) 687-5010



Université du Québec

Institut Armand-Frappier



André Lamoureux

à plusieurs. D'une quinzaine qu'ils étaient à l'été 1978, les éleveurs de visons de Baie-Saint-Paul sont maintenant 25 à profiter de la cuisine communautaire qui fonctionne depuis quelques années et où on prépare la nourriture des visons encagés. La collaboration s'étend aussi à l'achat ou à l'échange de reproducteurs. L'exemple du groupe de Charlevoix a incité des Gaspésiens à les imiter dans la région de New-

Richmond autour d'un noyau d'une quinzaine de membres. Tout indique que la formation de l'Association des éleveurs de vison de Portneuf permettra également la naissance d'une autre cuisine communautaire à Saint-Marc-des-Carrières. Des associations d'éleveurs de visons qui font des petits... à près d'une cinquantaine de dollars l'unité!

André Lamoureux

ÊTES-VOUS EXPERT EN ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

Vrai ou faux?

- Si, au coucher, vous réduisez le chauffage de cinq degrés Celsius, il vous faudra autant de combustible le lendemain matin pour réchauffer la maison que vous en aurez économisé durant la nuit;
- Une maison située à flanc de montagne est plus coûteuse à chauffer qu'une autre;
- On utilise habituellement plus d'eau en prenant une douche qu'un bain;
- On économisera sur l'éclairage de la maison en changeant la couleur du décor.

Qu'en dites-vous?

- Les doubles fenêtres peuvent réduire la perte de chaleur par les fenêtres dans une proportion de 10, 30, 50 ou 75 pour cent?
- Si une pièce doit rester inoccupée pendant un certain

temps, on économise en éteignant les tubes fluorescents, à condition que ceux-ci soient éteints au moins durant 5, 8, 15 ou 25 minutes?

- Pour donner la même intensité lumineuse, combien d'énergie une lampe à incandescence consomme-t-elle comparativement à un tube fluorescent? Autant, deux fois ou trois fois plus?
- Comparativement aux fours ordinaires, les fours à micro-ondes font économiser en moyenne 90 à 95 pour cent, 45 à 50 pour cent, 15 à 20 pour cent ou absolument rien?
- Le réglage le plus économique du réfrigérateur est d'environ $-1,1^{\circ}\text{C}$, $1,1^{\circ}\text{C}$, $3,3^{\circ}\text{C}$, $4,4^{\circ}\text{C}$.

(Source: Niagara Mohawk News)

Réponses page 53...

ÉNERGIES NOUVELLES UN TOTEM À TOUT FAIRE

Souple et efficace, l'arme secrète mise au point par la compagnie italienne Fiat pour faire face à la crise de l'énergie commence à faire des envieux de ce côté-ci de l'Atlantique.

L'originalité du système TOTEM (*Total Energy Module*) réside dans sa façon d'utiliser intégralement l'énergie d'un combustible. Le TOTEM produit à la fois de l'électricité et de la chaleur. De plus, il a été conçu à être alimenté, le cas échéant, au gaz naturel ou bio-gaz; ce qui permet, dans la mesure où on peut produire soi-même son bio-gaz, de tourner le dos aux Arabes et de goûter enfin la sérénité que procure l'auto-suffisance énergétique.

Le secret du TOTEM, c'est un moteur «Fiat 127» de 900 cc qui, lui, entraîne un alternateur de 15 kW; rien de sorcier là-dedans. Mais la véritable astuce consiste à recycler, en plus, la chaleur dégagée par les machines, obtenant ainsi «en prime» 33 000 kcal/hre qui sont normalement perdues dans l'atmosphère. Pour cela, on a enfermé le moteur et l'alternateur dans une boîte étanche et insonorisée, on a amélioré le système de refroidissement du moteur et on a ajouté un échangeur air-eau qui capte la chaleur dans la boîte. On produit ainsi une eau chaude à 85°C que l'on peut faire circuler dans les radiateurs domestiques conventionnels.

De la quantité d'énergie consommée par le système sous forme de bio-gaz, 66 pour cent est récupérée sous forme de chaleur et 26 pour cent en électricité. Dans les systèmes ordinaires, on ne récupère qu'une seule de ces deux formes d'énergie, alors que le TOTEM permet un rendement global de 92 pour cent. Aux États-Unis, le système se vend \$7 200 (en dollars canadiens).

Le système peut s'avérer utile partout où on a des

besoins constants de chaleur et d'électricité, et il place l'utilisateur à l'abri des pannes de courant. Les hôpitaux et les laiteries ne sont que deux exemples parmi une liste d'utilisateurs éventuels du TOTEM.

Au Québec, les municipalités pourraient lui trouver une application intéressante. Un bon nombre d'entre elles seront dorénavant d'équipement d'épuration des eaux d'ici quelques années. Un des sous-produits de ces usines est une boue organique, dont on pourrait tirer le bio-gaz nécessaire à l'alimentation de systèmes du type TOTEM.

La ferme offre peut-être le meilleur exemple d'utilisateur potentiel de TOTEM. En effet, la matière première, soit les résidus organiques pour la fabrication du bio-gaz, y est disponible et les besoins énergétiques correspondent, en gros, à l'échelle de production d'une installation TOTEM. C'est pourquoi on en a choisi une, en Suisse, pour faire la démonstration, depuis maintenant plus d'un an, de l'efficacité du système.

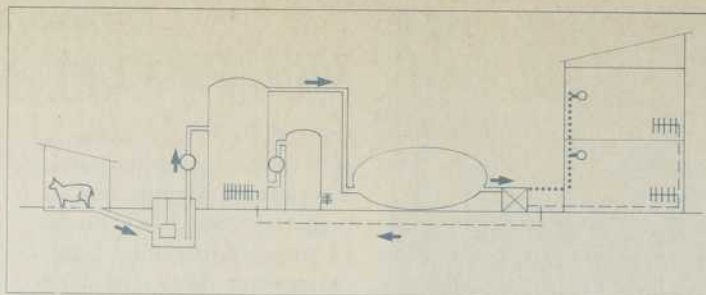
Pour la dernière année, M. Steiner, le fermier suisse, a produit, grâce au fumier de ses animaux, 50 000 kW/hre d'électricité et a économisé les 1 800 litres de fuel qu'il utilisait habituellement. M. Steiner a produit quotidiennement une moyenne de 80 mètres cubes de bio-gaz, en alimentant son système de 1 800 kg de fumier. Dans le contexte québécois, cela correspondrait à la production, en fumier, de 44 vaches laitières.

Chez nous, il serait intéressant de considérer le cas des éleveurs porcins. L'éleveur moyen au Québec possède 800 porcs qui produisent quotidiennement 5 600 kg de lisier, ce qui correspond à 2 800 kg de fumier de vache; il n'y aurait donc pas de problème côté approvisionnement en matière première. Or, le lisier

pollue la nappe phréatique et c'est un problème qui prend de l'ampleur puisque le nombre d'éleveurs est passé de quelques centaines pour les années passées, à 5 000 cette année.

Au Service de protection de l'environnement, on envisage d'utiliser une variante d'une méthode bien différente, le procédé Fuchs, pour parer à ce problème. Grâce à ce procédé, on peut aseptiser le lisier par brassage et récupérer de la chaleur à 65° C.

L'utilisation d'un TOTEM avec système de bio-dégradation sur une ferme laitière québécoise, où on procéderait à la transformation de 1 800 kg de fumier par jour, nécessiterait un investissement de base de \$28 000. Le seuil de rentabilité d'une telle



installation serait atteint après environ neuf ans, si le fermier paie son système comptant. À partir de la dixième année, il n'aurait plus qu'à déboursier environ \$1 100 annuellement pour l'entretien du système complet et pour l'achat des bactéries nécessaires à la bio-dégradation des fumiers. Ces calculs énergétiques ont été établis en collaboration avec le professeur Jaouich de l'UQAM et tiennent compte

de l'augmentation future des prix du pétrole et de l'électricité.

Qu'advient-il si un surplus d'électricité est produit? La question a déjà été posée à l'Hydro-Québec par rapport aux éoliennes. On nous a répondu qu'un comité étudie la possibilité «d'échanges d'énergie» avec le consommateur. En attendant qu'il soit permis à un particulier de vendre ses surplus d'électricité, il pourrait être

possible de stocker le bio-gaz produit en excédent.

M. Steiner le fait; à l'aide d'un petit compresseur, il met ses surplus en bouteille et s'en sert pour faire rouler son automobile qui a deux carburateurs, un pour l'essence et un autre pour le bio-gaz. Les performances de son auto sont demeurées inchangées.

Serons-nous encore une fois forcés de conclure que la meilleure solution à la crise de l'énergie réside dans notre bon vieux fumier? Pour l'instant, les possibilités d'utilisation large de procédés du type Fuchs et/ou TOTEM sont étudiées par les Services de protection de l'environnement du Québec, l'Hydro-Québec et le ministère de l'Agriculture du Québec.

François Beaulieu

ENAP

QUÉBEC
MONTRÉAL

PROGRAMME DE MAÎTRISE EN ADMINISTRATION PUBLIQUE

Concours d'admission, Automne 1980

L'École nationale d'administration publique invite les administrateurs, hommes et femmes, qui oeuvrent dans les secteurs public et privé et les professionnels qui aspirent à entreprendre ou à poursuivre une carrière d'administrateur public à soumettre leur candidature au concours d'admission à la maîtrise en administration publique qui débutera à Québec et à Montréal à l'automne 1980.

Pour être éligibles au concours, les candidats doivent posséder un diplôme universitaire de premier cycle et un minimum de quatre ans d'expérience de travail; ou encore un diplôme de deuxième cycle d'une université reconnue; ou enfin une expérience de gestion qui serait jugée exceptionnelle.

Nous invitons les candidats et les candidates à prendre note que l'ENAP offre le programme de maîtrise selon deux formules, soit un programme à temps complet de seize mois donné à Québec seulement, et un programme à temps partiel de trois ans donné à Québec et à Montréal.

Les personnes intéressées ont jusqu'au 14 mars 1980 pour présenter leur candidature.

Pour obtenir une formule de demande d'admission, communiquer ou écrire

QUÉBEC

Madame Johanne Julien
École nationale d'administration publique
979, avenue de Bourgogne
Sainte-Foy, Québec G1W 2L4
(418) 657-2476

MONTRÉAL

Madame Marie-Pierre Larose
École nationale d'administration publique
9,900, rue d'Auteuil
Montréal H3L 2K1
(514) 282-6890 ou (514) 382-6270



Université du Québec

École nationale d'administration publique

VIENT DE PARAÎTRE
 dans la collection **S** LES DOSSIERS DE QUÉBEC SCIENCE

LES TRACES DU PASSÉ
 par François Picard
 13,3 x 21,8 cm
 ISBN-2-920073-01-x



L'archéologie renouvelle notre histoire

L'histoire des peuples ne peut plus se raconter uniquement à partir d'archives ou de documents écrits; les hommes ont laissé bien d'autres traces de leur passage sur la terre. Aussi, la science historique s'est-elle enrichie de l'apport de nouvelles disciplines, parmi lesquelles l'archéologie.

Au Québec, cette discipline ne s'est imposée que depuis une quinzaine d'années. Il reste encore énormément à faire pour tirer tout le parti possible de ces travaux. Mais leurs premiers résultats sont déjà passionnants: l'auteur en dresse un bilan détaillé, avec de nombreuses photos à l'appui.

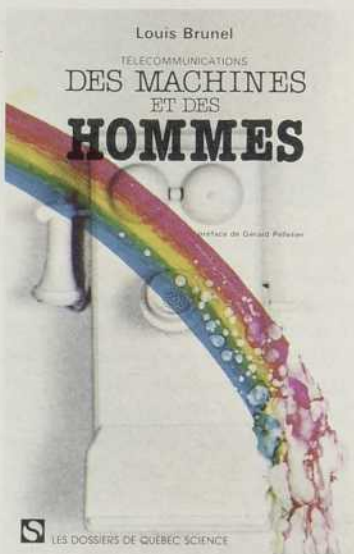
Dans la même collection

La « bible »
de la santé des Québécois



DEMAIN LA SANTÉ
 par Yanick Villedieu
 13,5 x 21,5 cm
 ISBN-0-919712-00-2

Pour comprendre
la civilisation électronique



DES MACHINES ET DES HOMMES
 par Louis Brunel
 13,5 x 21,5 cm
 ISBN-0-919712-00-2

Un livre
d'une actualité criante



FACE AU NUCLÉAIRE
 Collectif
 13,5 x 21,5 cm
 ISBN-2-920073-00-1

Bon de commande

Veuillez me faire parvenir les volumes suivants:

- ☐ **DEMAIN LA SANTÉ**, Yanick Villedieu, 296 p., \$8.50
- ☐ **DES MACHINES ET DES HOMMES**, Louis Brunel, 176 p., \$7.50
- ☐ **FACE AU NUCLÉAIRE**, collectif, 320 p., \$9.50
- ☐ **LES TRACES DU PASSÉ**, François Picard, 208 p., \$9.50

- ☐ Ci-joint mon paiement au montant de \$
- ☐ Veuillez me facturer pour la somme de \$

Nom
 Adresse
 Code postal Téléphone

Quantité	Total
.....	
.....	
.....	

REMONTER AUX ORIGINES

Il y a
quatre milliards
d'années la vie
apparaissait sur
une petite planète
Terre

par Pierre Béland

Au départ de Salt Lake City, comme l'avion se détourne pendant un bon moment de sa destination, j'aperçois au loin les crêtes des formations rocheuses que j'ai explorées ces derniers jours. Sur une distance relativement infime en regard du temps qu'elles représentent, j'ai marché sur des couches déposées au fond des mers 500 millions d'années auparavant, puis sur d'autres, agglomérées par des fleuves il y a 160 millions d'années et d'où saillissent les ossements des plus grands dinosaures. L'avion tourne lentement, balayant le paysage aride de l'Utah, cherchant sa destination. Nous survolerons la boursouflure des Rocheuses et des Sierras et verrons sous nos yeux toutes les périodes de l'histoire de la Terre telle qu'elle s'est déroulée dans cette partie de la planète. Des mers chaudes criblées de récifs de coraux; des prairies piétinées par des mamouths. Lorsqu'enfin, la baie de San Francisco bascule devant mon hublot, j'aperçois, sur le Bay Bridge flou de chaleur et de smog au petit matin, les Californiens qui rentrent au travail. L'histoire de la Terre, c'est l'histoire de la vie et du changement. Bas dans le ciel, je vois la Lune à contre-jour et Vénus qui pâlit. Y a-t-il d'autres mondes qui ont une histoire de vie?

En banlieue de San Francisco, le Ames Research Center de la NASA est un haut-lieu de la recherche sur la vie extraterrestre. La NASA y réunissait, le 19 et 20 juin 1979, un certain nombre de scientifiques pour une conférence sur «La Vie dans l'Univers». Pour la première fois, on y voit des chercheurs représentant un nombre de disciplines aussi vaste que géologie, paléontologie, biologie, chimie, physique, astronomie, anthropologie. Leurs buts: déterminer les condi-



Ces monticules en forme de champignons sur le bord de la mer à Shark Bay, en Australie, sont des stromatolites, communautés d'algues bleu vert et de bactéries qui consolident sables et boues en croûtes dont l'accumulation forme ces colonies. Rares de nos jours parce que broutées par des herbivores, elles étaient, à une époque reculée, les principaux êtres vivants sur notre planète. Dans des roches vieilles de quelques milliards d'années, on retrouve la structure laminée de ces colonies. Les organismes primitifs qui les composent ont donné à la Terre son atmosphère riche en oxygène.

tions nécessaires à l'apparition et au maintien de formes de vie quelconques, détecter dans l'espace des ensembles planétaires susceptibles de satisfaire ces conditions et, bien sûr, prendre éventuellement contact avec ces formes de vie.

LES PREMIERS ÂGES DE LA TERRE

Avant de déterminer les conditions nécessaires à l'apparition de la vie sur d'autres planètes, il fallait d'abord comprendre comment elle était apparue sur notre propre Terre. Aussi, traditionnellement, les efforts de la NASA ont porté sur une définition des conditions physico-chimiques qui existaient sur la Terre dans les premiers milliards d'années de son existence et qui ont accompagné l'apparition de la vie.

Les découvertes les plus récentes ont constamment fait reculer le moment présumé de l'apparition des premières formes de vie. À tel point que c'est très tôt

après la formation de la Terre, il y a 4,5 milliards d'années, que la vie apparaît; que, deux milliards d'années plus tard, des communautés d'unicellulaires sont bien établies; et que, dès le milieu du Cambrien, il y a 530 millions d'années, la faune des schistes de Burgess en Colombie-Britannique est si diversifiée qu'elle comprend déjà les premiers chordés. C'est cette lignée qui donnera par la suite tous les animaux à colonne vertébrale, dont bien sûr l'homme.

Les fameuses expériences de Miller, en 1952, démontrèrent que des acides aminés, matériaux de base des protéines constituant les êtres vivants, apparaissent spontanément dans un milieu formé uniquement d'hydrogène, d'eau, de méthane et d'ammoniaque et dans lequel on fait passer des décharges électriques et des rayons ultraviolets. Ce sont là apparemment des conditions qui simulent l'atmosphère terrestre à son état primitif.

D'autre part, certaines molécules organiques volatiles se retrouvent dans des météorites qui s'écrasent sur Terre. D'aucuns y voient l'origine possible de la majeure partie des matières organiques sur notre planète à une époque primitive. Cela tient au fait que dans les premiers milliards d'années de son existence, la Terre fut bombardée par des météorites à un rythme tel que les quelque 100 tonnes de matériel météoritique qui entrent encore quotidiennement dans notre atmosphère paraissent en comparaison tout à fait infimes. Il n'y a qu'à regarder la Lune, dont la surface n'a pas été jardinée par des êtres vivants, pour se persuader que l'effet du bombardement météoritique a pu être considérable sur notre planète à une époque pré-atmosphérique.

En fait, les plus vieilles 'roches' que l'on possède sont des météorites du genre chondrites carbonacées qui ont été glanées à la surface des glaciers de l'Antarctique. Datées à 4,6 milliards d'années, l'âge de la Terre, elles contiennent, entre autres, des acides aminés, mais qui sont d'origine non biologique. On sait, d'autre part, que l'espace interstellaire contient diverses molécules organiques simples. Ce sont là des indications que l'apparition spontanée de molécules organiques semble universellement répandue. Mais tout cela n'est que ce qu'il est maintenant convenu d'appeler l'évolution chimique.

Il faut franchir les pas de la molécule organique simple à la membrane, au tissu et à l'organisme intégrant divers organes. C'est là où les efforts de la NASA ont parfois paru un peu naïfs aux yeux de l'écologiste qui étudie les populations animales. Et l'on s'est rendu compte rapidement de la nécessité d'une étude interdisciplinaire. Un astronome me racontait que l'une des premières molécules organiques identifiées dans le milieu interstellaire fit pousser des cris de joie aux auteurs de la découverte: ils croyaient tenir enfin une indication de vie extraterrestre possible. S'ils avaient été biologistes, ils auraient probablement réagi tout autrement; la molécule était ce poison dans lequel flottent les bibittes en bocaux dans les musées: le formol.

ET LA VIE APPARUT

L'histoire de la vie sur Terre se lit dans les pierres. Nos connaissances sur les premières étapes de l'évolution biologique

que sont donc limitées par la disponibilité de roches formées alors et préservées jusqu'à nos jours. Pour le moment, nos patriarches sont des sédiments de 3,83 milliards d'années provenant du sud-ouest du Groenland. On y a trouvé des glucides qui sont donc les plus vieilles molécules purement terrestres connues. Mais il est encore loin d'être certain que ces molécules soient d'origine biologique. Les premières pierres qui contiennent des traces sans équivoque d'êtres vivants ont 3,35 milliards d'années. Elles proviennent du Précambrien d'Afrique du Sud et sont, à l'échelle du temps cosmique, à peine plus jeunes que nos patriarches du Groenland.

Comment s'est fait le passage de l'évolution chimique à l'évolution biologique demeure flou. Une façon pratique de définir la vie dans ce contexte, c'est de la concevoir comme un système simple, composé de molécules organiques et qui fonctionne comme une petite machine. Acceptant l'énergie d'une source (probablement le soleil), elle en retourne une partie à l'environnement après avoir effectué un certain travail. Ce travail est initialement le simple transport et l'organisation de molécules, mais deviendra éventuellement mémoire de certains cycles biochimiques, croissance, reproduction. Comme ces systèmes excréteront aussi certains sous-produits comme déchets, on peut dire que le début de la vie sur Terre fut le début de la pollution. Les excréments des premiers êtres vivants ont d'ailleurs joué un rôle déterminant pour la suite de la vie sur Terre. Certains de ces êtres vivent encore de nos jours.

DES PRODUCTEURS D'OXYGÈNE

À Shark Bay sur les côtes de l'océan Indien, en bordure du désert australien, on peut voir d'étranges champignons rocheux formant un pavé crevassé. Dans la partie supérieure de ces monticules se trouve une communauté de bactéries et d'algues bleu vert microscopiques dont les filaments lient ensemble grains de sable et sédiments fins. Ces galettes de boue durcie apparemment inerte sont communes autour du monde dans les régions ensoleillées et chaudes. Ainsi, dans les formations rocheuses du bouclier précambrien du Canada, il y a des roches laminées apparemment dénuées de fossiles. Le professeur Barghoorn, de Harvard, en examinant au microscope des sections très minces, y trouva des

micro-organismes pétrifiés semblables à ceux de Shark Bay. Ces structures rocheuses, qu'on appelle stromatolites, ont été patiemment formées par des millénaires d'activité de ces communautés de micro-organismes qui accumulent couche sur couche de sédiment. Les bactéries utilisent l'énergie chimique libérée par la dissociation de minéraux et les algues obtiennent leur énergie de la lumière du soleil. À une époque reculée, prenant l'azote et l'ammoniac de l'atmosphère comme source d'azote pour la synthèse de leurs protéines, ces communautés excrétaient jour après jour un gaz incolore et inodore, l'oxygène.

On appelle ces organismes procaryotes. Leur histoire révèle les modifications d'un système vivant qui s'adapte progressivement à une planète où l'oxygène, initialement absent, devient de plus en plus abondant dans l'atmosphère. Ceux qui ont tout déclenché ont des descendants directs qui vivent aujourd'hui en absence d'oxygène, enfouis; qui résistent à des composés chimiques rébarbatifs, tels ces microbes qui poussent peut-être sur votre rideau de douche pourtant bien arrosé de savon; ou qui sont pourvus de mécanismes de protection contre les rayons ultraviolets du soleil si dévastateurs sur une planète qui ne possédait pas encore de couche protectrice d'ozone pas plus qu'elle n'avait d'oxygène. Bref, leurs descendants vivent dans des conditions que nous n'associons pas spontanément à la vie et qui tiennent bon là où des formes d'origine plus récente sont exclues.

Par exemple, dans l'Antarctique, près de la base américaine de McMurdo, se trouvent deux lacs d'eau douce dont la surface ne dégèle jamais. Dans les quelque sept mètres d'eau douce qui couvre le fond s'étalent des croûtes d'algues individuellement microscopiques de couleur rose orangé. Et ces algues vivent comme le démontre le gaz qui s'est échappé de l'étang lorsqu'on en a perforé la surface. Ce gaz incolore et inodore qu'ont sécrété ces croûtes était de l'oxygène.

UNE ATMOSPHÈRE MODERNE

Les premiers microbes producteurs d'oxygène remontent donc à près de 3,5 milliards d'années. Avant eux, il n'y avait probablement pas d'oxygène libre dans l'atmosphère. C'est assurément un gaz dont la prévalence dans l'atmosphère de

n'importe quelle planète s'explique difficilement par des arguments d'ordre purement chimique.

On pense qu'au départ, l'atmosphère était riche en hydrogène, qui était constamment libéré par l'activité magmatique d'une Terre très chaude. À mesure que la Terre se refroidissait, la source d'hydrogène diminuait; bientôt, l'activité des procaryotes devint source d'oxygène dont la concentration excéda finalement celle de l'hydrogène. Notre atmosphère naissait. À mesure que le taux d'oxygène s'élevait, une simple réaction photochimique avec les rayons du soleil produisit graduellement un bouclier d'ozone (O_3) qui filtrait les rayons ultraviolets du soleil. Se trouvaient donc réunies des conditions favorables au développement de la vie qui nous est familière. Et c'était le résultat de l'activité d'une autre vie dont le rôle est souvent passé sous silence. Un milliard d'années plus tard, la planète grouille de vie, dans une atmosphère essentiellement moderne.

On ignore quand sont apparus les premiers organismes qu'on appelle eucaryotes et dont l'existence est reliée à la présence d'oxygène. Les eucaryotes regroupent les protozoaires, les algues, les champignons et, bien sûr, les plantes et les animaux. Toutes les cellules des eucaryotes, qu'il s'agisse d'une cellule de feuille d'érable ou du cœur humain, se distinguent des procaryotes (virus, bactéries et certaines algues) par leur complexité. Les procaryotes n'ont pas de noyau entouré d'une membrane. Leurs enzymes, essentielles à la catalyse des réactions chimiques, sont simplement liées à la membrane de la cellule.

Par contre, les eucaryotes ont de petites centrales énergétiques compactes et bien individualisées à l'intérieur de la cellule: ce sont les mitochondries et les chloroplastes. Ils ont aussi un noyau bien entouré d'une membrane. Chez eux, la division cellulaire s'accompagne d'un nouveau mécanisme qui rendra possible les combinaisons infinies de la reproduction sexuée et la multiplication des formes de vie sur Terre.

DES ASSOCIATIONS BÉNÉFIQUES

Ces différences menèrent Lynn Margulis, de l'Université de Boston, à proposer une théorie qui provoque encore beaucoup d'étincelles dans l'establishment des sciences de la vie. Cette théorie dit que

Les grandes étapes de la vie sur terre

millions d'années	événements importants
4 500	naissance de la Terre
3 830	premières molécules organiques
3 800	premiers sédiments d'origine aquatique
3 350	première vie (stromatolites à procaryotes)
?	origine des eucaryotes (monères, champignons, plantes, animaux)
1 700	premiers fossiles d'eucaryotes
700	premières traces d'animaux (vers)
530	schistes de Burgess: premier chordé
75	sténonychosaure, dinosaure le plus intelligent (quotient d'encéphalisation: 0,5)
15	les grands singes
0,25	l'homme (quotient d'encéphalisation: 8,85)
0	fabrication des premiers ordinateurs

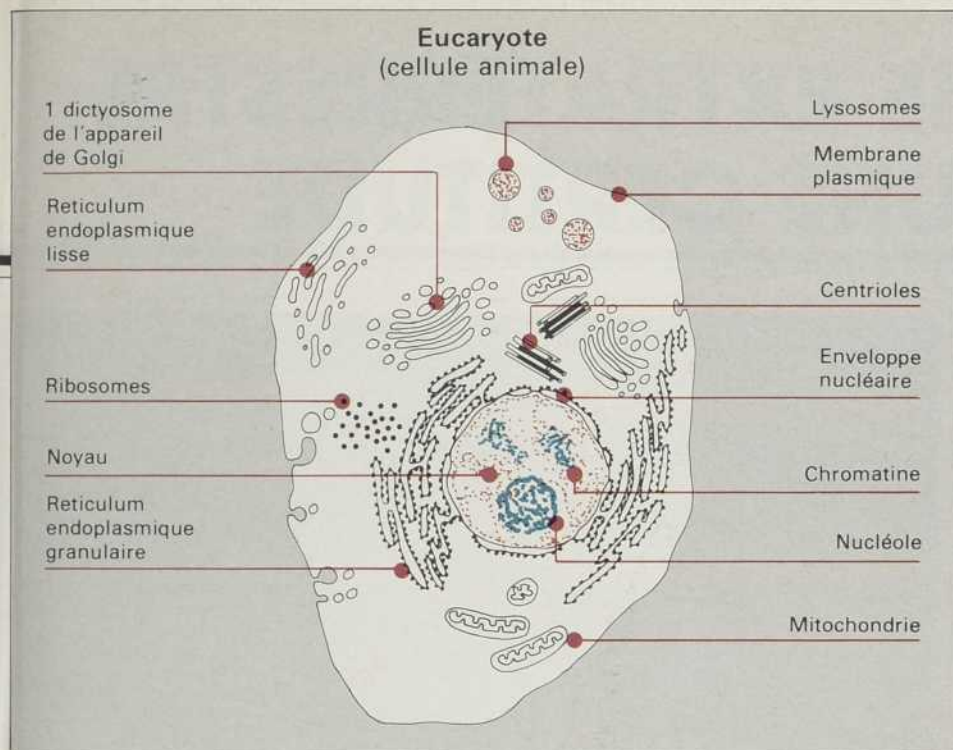
L'évolution future

Le Gouvernement d'occupation de la Voie Lactée octroya le premier contrat de recensement des biosphères de la galaxie à une corporation privée. La tâche étant énorme et les buts visés ayant une forte composante économique, les méthodes d'étude et de classification retenues par la firme étaient des plus pratiques. La prémisse en sciences biologiques est la même que dans les autres sciences naturelles: les lois vérifiées dans une partie de l'Univers servent a priori de base pour des recherches sur d'autres mondes.

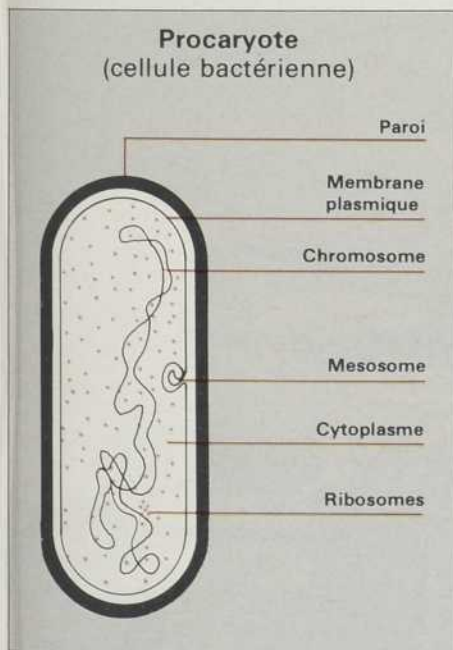
Pour chaque biosphère recensée, il n'est pas question de classer les organismes en familles, ordres, embranchements; puisque la vie sur des mondes isolés s'est déroulée comme autant de kaléidoscopes dont les images ne peuvent se recouper, il est inutile de penser en termes de conifères, d'étoiles de mer, de dinosaures, de bolets. Il faut penser procaryotes et eucaryotes.

Il faut classer les planètes en regard des étapes suivantes: aridité prébiologique, premières formes de vie réorganisant le milieu physico-chimique, vie organisée en tissus, vie douée d'une intelligence pouvant communiquer avec d'autres. Pour chaque planète de la galaxie dont la position rend la vie probable, la firme doit évaluer en millions d'années le temps qui devra s'écouler avant que la planète n'atteigne l'étape rentable: présence de vie intelligente capable de communiquer.

La sonde de la firme galactique s'arrête à quelques mètres au-dessus de la surface de Terre. L'échantillon que son bras prélève ne contiendra qu'un bouillon d'unicellulaires procaryotiques et eucaryotiques. Les autres prélèvements de la série statistique indiqueront tous la même caractéristique: Terre est au début du stage de la vie organisée. À classer avec celles à revoir dans plusieurs millions d'années! Pendant que la sonde s'éloigne, un voyant lumineux sous la surface de Terre s'éteint. L'humanoïde qui observait depuis son dôme sur la cité sous les champs s'assure que tous les indicateurs montrent que l'équilibre du bouillon n'a pas été modifié par la sonde. Cette pellicule très productrice entourant la Terre est la meilleure source de nourriture et elle n'a pas d'autres consommateurs. Il a fallu se résoudre à éliminer toutes les autres formes de vie lorsque la compétition devint intolérable. C'est le prix que lui et les siens ont payé pour le maintien d'une vie organique dont le cerveau fut mis en symbiose avec l'intelligence artificielle.



Formes de vie les plus simples, ou les plus primitives, les procaryotes (bactéries, virus, certaines algues) n'ont pas de noyau entouré d'une membrane. Leurs enzymes sont simplement liées à la membrane de la cellule. Apparurent par la suite les eucaryotes, cellules plus complexes. Les eucaryotes possèdent un noyau entouré d'une membrane et contiennent des organites bien individualisés productrices d'énergie, les mitochondries et, dans les cellules végétales, les chloroplastes.



de Margulis en est simple. Ces éléments seraient en réalité ce qui reste, après des millions d'années d'évolution, de plusieurs types de procaryotes qui se sont unis en une micro-communauté dans laquelle chacun trouva certains avantages. Chacune de nos cellules est autrement dit une symbiose. Par exemple, certaines cellules de notre système respiratoire dérivent d'associations très anciennes comprenant des bactéries flagellées ou ciliées. Et nous nous reproduisons grâce à une très ancienne symbiose qui donna leur flagelle à nos spermatozoïdes.

À partir du moment où les premières symbioses s'organisèrent entre procaryotes et eucaryotes primitifs, l'agglomération de telles super-cellules en colonies et en tissus se fit à une cadence accélérée en regard des temps géologiques précédents. Le Précambrien canadien d'il y a 1,8 milliard d'années ne contient encore que des stromatolites, ou communautés de procaryotes. Pourtant les eucaryotes devaient être déjà là puisqu'à 1,5 milliard on pense avoir déjà en Australie un groupe de quatre cellules reproductrices d'une algue eucaryotique. Puis, d'autres indices divers, jusqu'à l'indiscutable faune de méduses et de vers, connue sous le nom d'Ediacara d'Australie, datée à 700 millions d'années. On peut dire qu'alors les jeux sont faits et que la multiplication des lignées menant au premier chordé il y a 530 millions d'années relève

des domaines de la biogéographie et de la compétition écologique. L'évolution biologique est bien établie sur Terre.

La vie envahira les continents, d'abord sous forme de plantes primitives qui seront probablement une association entre des algues et des champignons microscopiques. Même aujourd'hui, cette entente se poursuit toujours, que ce soit chez les lichens ou chez les arbres qui dépériraient sans l'aide des filaments des champignons qui entourent leurs racines. Les animaux terrestres se diversifieront et le développement du système nerveux mènera à des formes douées d'intelligence, jusqu'à l'homme qui cherche maintenant à communiquer avec d'autres mondes.

DES ÉTAPES ESSENTIELLES

Chacune des formes de vie au long de ce parcours n'est pas essentielle, mais les grandes étapes le sont: génération d'une atmosphère, apparition d'organismes complexes utilisant l'énergie solaire. Ces derniers rendent possible l'existence d'autres organismes auxquels ils servent de nourriture et qui obtiennent un flux d'énergie plus considérable. Un système nerveux complexe peut alors apparaître chez certains organismes dès que des sources abondantes de protéines et d'énergie sont disponibles. Subséquent, le développement du cerveau se fera de pair avec une élévation du métabolisme de base. Il est intéressant de se demander si les échanges énergétiques dans les écosystèmes qui existaient plusieurs millions d'années avant l'arrivée de *Homo sapiens* auraient pu permettre l'apparition ou la survie d'un organisme d'une intelligence aussi élevée ☐

l'apparition des eucaryotes résulterait de la combinaison de plusieurs procaryotes pour former une seule super-cellule. C'est ce qui aurait déclenché l'explosion subséquente de la vie qui mène aux mammifères.

Quand on regarde nos cellules, on y voit plusieurs parties qui possèdent en elles-mêmes des caractéristiques de cellules libres: certaines ont de l'ADN, ou de l'ARN messager, des enzymes, une membrane. L'explication selon la théorie

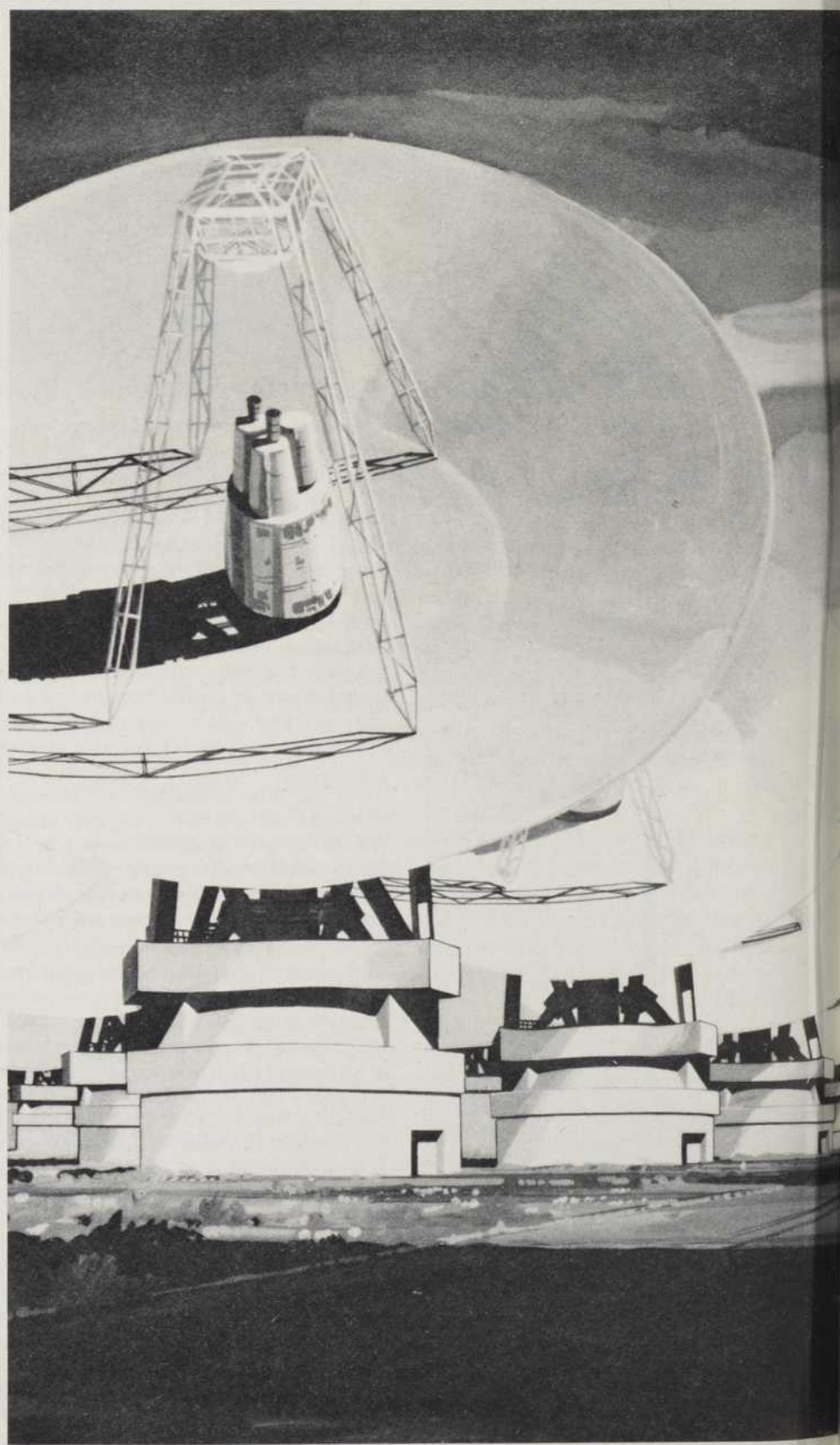
LA VIE EXTRATERRESTRE: UNE CERTITUDE

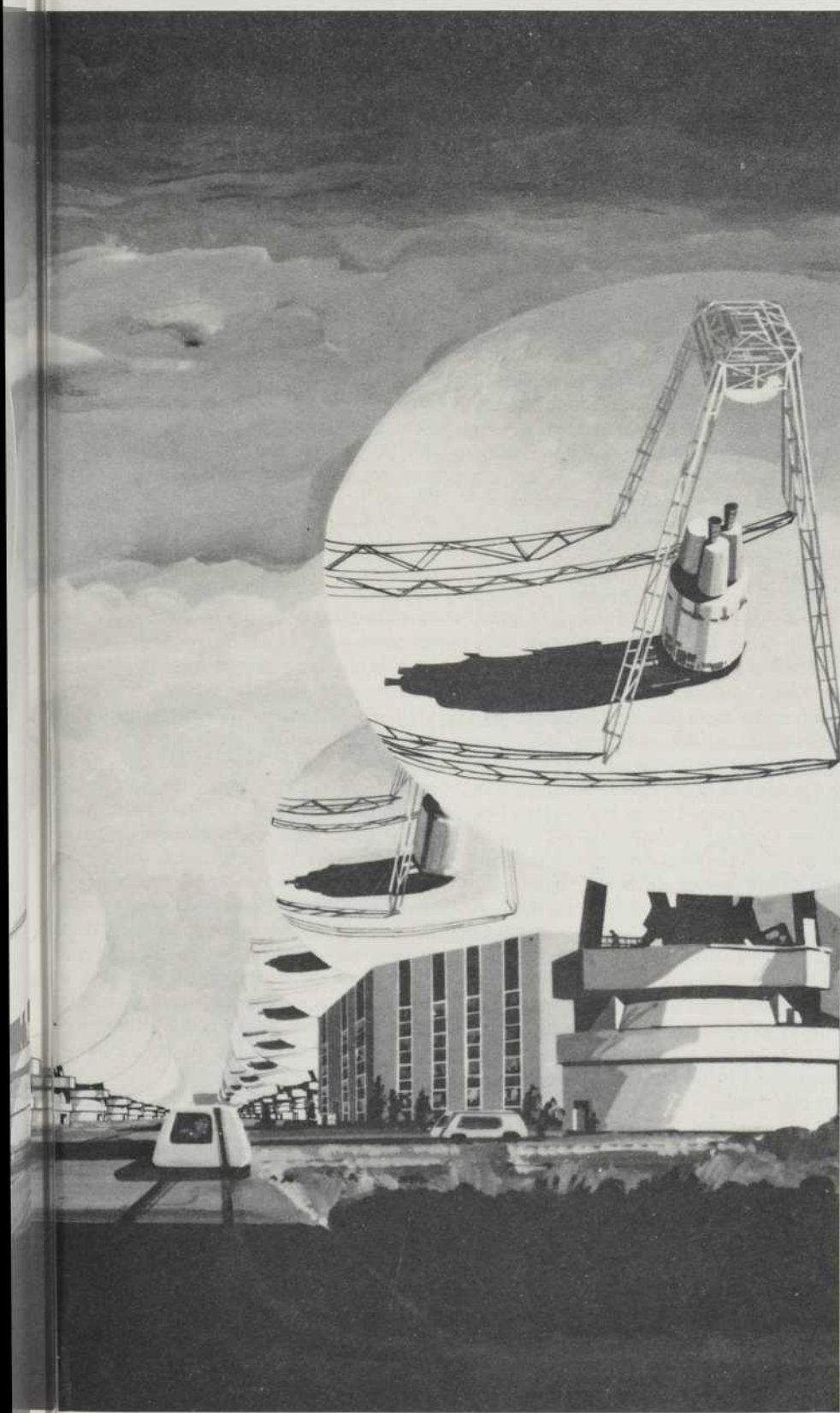
Mais comment
prendre contact
avec des formes
de vie dont
on ignore
le niveau de
développement?

par Pierre Béland

Il apparaît que la vie est une conséquence inévitable du processus normal de l'évolution de l'univers et qu'elle y est répandue. La découverte de molécules organiques dans l'espace interstellaire, la présence d'acides aminés dans des météorites, la multitude des formes de vie sur Terre, constituent un premier support de cette certitude. Un deuxième vient d'une conception copernicienne de la place qui nous revient, et de conceptions probabilistiques reliées aux dimensions astronomiques de l'univers. Notre galaxie n'est qu'une des 100 000 (10^{11}) de galaxies que l'univers contient selon les estimations de John Kraus, directeur de l'Ohio State University Radioobservatory; elle compte quelque 100 000 millions d'étoiles. Si cela représente une moyenne, on estime donc à dix millions de millions de milliards (10^{22}) les étoiles de l'univers. Terre n'est qu'une planète gravitant autour d'une de ces étoiles.

À cause de notre propre histoire, les planètes se présentent naturellement et logiquement comme les endroits les plus favorables au développement de la vie. Il est tentant dès lors d'essayer d'estimer la fréquence des systèmes planétaires dans l'univers. Apparemment, les étoiles se forment par condensation gravitationnelle de gaz et de poussières. En se contractant, cette nébuleuse peut, par exemple, se diviser en masses égales et devenir éventuellement un système d'étoiles doubles ou multiples. Elle peut dans d'autres cas, comme il arriva pour notre système solaire, prendre la forme d'un disque aplati avec un centre chaud et dense. Certaines régions du disque, relativement denses, serviraient par la





suite de noyaux pour la formation de planètes par accréation de matière. L'intérêt de ce modèle, qui reçoit de plus en plus d'assentiment, c'est qu'il prédit que la formation des planètes est un processus normal accompagnant la formation d'une étoile. Cela veut dire que, dans l'univers, les systèmes planétaires seraient peut-être la règle plutôt que l'exception.

DIX MILLIARDS DE SYSTÈMES SOLAIRES

L'étoile la plus proche de nous, Alpha du Centaure, est à une distance d'à peu près quatre années-lumière de nous (environ 10^{13} kilomètres). Les distances énormes, la taille relativement infime des planètes, la brillance et l'activité des étoiles, font qu'il est impossible d'observer directement avec nos télescopes des planètes qui accompagneraient une étoile dans notre voisinage.

Cependant, il existe des méthodes de détection indirectes. Une planète et son étoile orbitent autour de leur centre de masse commun. Théoriquement, la présence d'une planète peut être détectée en observant l'oscillation de l'étoile lors de chaque révolution. Mais comme les planètes sont infimes par rapport à leur étoile, le centre de gravité du système est si près de celui de l'étoile que le déplacement de l'étoile est en général plus petit que le disque de l'étoile même. En réalité, de la surface terrestre où bêtement nos télescopes sont installés, toutes les étoiles semblent osciller du fait des irrégularités de notre atmosphère.

Plusieurs observations ont déjà été faites indiquant la présence de «compagnons» à certaines étoiles, dont l'étoile de Barnard près de nous. Mais dans la plupart des cas, les erreurs de mesure sont trop grandes. De nouvelles méthodes de mesure par interférométrie sont cependant très prometteuses, et l'observation depuis le *Space Telescope* américain et le *Spacelab* européen devraient révolutionner nos connaissances dans ce domaine. D'après des observations préli-

La tour de contrôle pourrait coordonner tous les pions de cet immense échiquier, prévu dans le projet Cyclops. Sa puissance énorme permettrait des communications à 200 années-lumière de la Terre. On débutera avec quelques unités seulement, les autres devant s'y ajouter par la suite.

minaires à l'observatoire Kitt Peak, dix pour cent des étoiles de notre galaxie auraient des planètes comme compagnons. Cela représente quelque chose comme dix milliards de «systèmes solaires» dans notre seule galaxie.

Pour que la vie apparaisse et se développe sur une planète, il faut que cette dernière existe pendant une période de temps considérable dans des conditions stables qui ne soient pas trop rigoureuses. C'est pourquoi la position qu'occupe un système étoile-planète au sein d'une galaxie est importante.

Dans notre galaxie, il y a des zones plus calmes et d'autres plus agitées. La majorité des explosions de supernovæ, et en fait toutes les plus puissantes, ont été observées dans les bras de la galaxie. Quand notre Soleil passe dans l'un des bras, à toutes les 100 millions d'années, nos chances d'être confrontés à une catastrophe sont alors plus grandes. Mais c'est près du centre de la galaxie, où les étoiles sont serrées, que les risques d'accident sont les plus élevés. Il y a 500 millions d'années, par exemple, s'y produisit une explosion gigantesque; si notre système solaire était trouvé dans un rayon de quelques milliers d'années-lumière du centre de la galaxie, l'évolution sur Terre se serait fort probablement arrêtée aux trilobites!

CONDITIONS POUR ÊTRE CANDIDATE À LA VIE

Les étoiles, et donc les planètes qui les accompagnent, ne sont pas des phénomènes immuables. Elles naissent, évoluent et meurent, et l'espace nous en présente constamment toutes les possibilités. Une étoile comme notre Soleil suit le cycle normal: naissance par condensation en une étoile de type infrarouge, contraction vers un état stable très long, expansion en une géante rouge, explosion (nova ou supernova) et écrasement en une naine blanche. Les étoiles plus massives peuvent dégénérer en pulsars ou même en trous noirs.

Chaque étape couvre un laps de temps, et certaines ne sont pas propices à la vie sur une planète qui se trouverait dans le voisinage. Quand une étoile est très brillante, elle brûle son matériel nucléaire si rapidement que sa vie par la suite est relativement courte. Il est possible que le lent processus de l'évolution biologique n'arrive jamais à terme

sur une planète gravitant autour d'une telle étoile.

D'autre part, autour d'une étoile passablement plus froide que le Soleil, la zone baignée par le rayonnement source de vie est assez peu étendue. Une planète candidate devrait dans ce cas graviter si près de son soleil qu'elle lui présenterait toujours la même face. Celle-ci perdrait toute atmosphère pendant que l'autre serait gelée en permanence.

Il y a enfin des types d'étoiles instables près desquelles, à première vue, il ne semble pas probable que la vie existe: les étoiles variables, novæ, pulsars. Environ la moitié des étoiles de notre galaxie font partie de systèmes où deux ou plusieurs étoiles gravitent l'une autour de l'autre. Advenant que des planètes aient pu s'y former, elles pourraient avoir des orbites stables, à condition qu'elles soient ou bien tout près de l'une des étoiles, ou bien tout à fait à l'extérieur du mouvement des deux étoiles d'un système binaire.

L'évolution de la vie nécessite certaines conditions physico-chimiques, mais aussi une longue période de temps. Les probabilités de trouver signe de vie sont donc plus élevées dans le voisinage d'étoiles du type de notre Soleil, qui passe quelque dix milliards d'années dans son état actuel de centrale énergétique nucléaire contrôlée. Il semble s'être fait un consensus que les recherches doivent s'adresser à des étoiles dont la masse n'est pas trop éloignée de celle de notre Soleil: celles dites des types F, G (notre Soleil est du type G-2) ou K.

Il n'est pas exclu a priori qu'une certaine vie primitive puisse exister, peut-être de façon éphémère mais mille fois répétée, dans des conditions passablement différentes des nôtres. L'eau sous sa forme liquide familière et si essentielle à la vie sur Terre n'existe que dans des conditions de température et de pression qui sont très rares dans l'univers. Par contre, sous forme de microfilms adsorbés à l'interface de l'atmosphère et de certains minéraux comme les silicates, l'eau peut exister en phase liquide jusqu'à -35°C . Il est possible, par exemple, que ces microfilms existent sur Mars et sur certaines lunes de Jupiter. Ils pourraient théoriquement servir de milieu de solution pour certaines molécules organiques, et même de matrice pour l'organisation des matériaux de construction de chaînes protéiniques.

Évidemment, on peut aussi imaginer des systèmes vivants utilisant des solvants autres que l'eau et faisant peu usage du carbone. Peut-être la vie n'est-elle rien de plus que la propriété d'un système qui utilise énergie et matière pour les réordonner en unités plus complexes qui s'autoreproduisent à volonté?

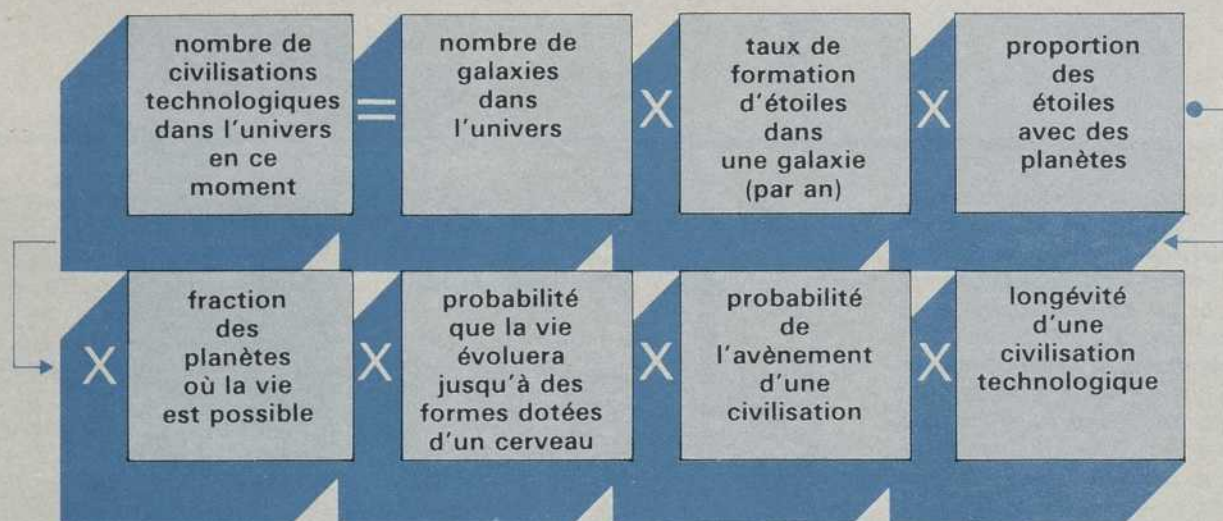
L'OREILLE TENDUE VERS L'ESPACE

Nous avons en main des échantillons de la Lune, et nous avons envoyé des sondes sur Vénus et sur Mars, mais nous n'avons trouvé ni fossiles ni évidence concluante de vie. Peut-être pouvons-nous espérer sonder dans un proche avenir Jupiter et ses lunes, ainsi que Saturne. Mais dans l'immédiat, il n'est pas question d'explorer d'autres systèmes solaires dans notre galaxie: même l'étoile la plus proche nous est interdite à cause de la lenteur de nos moyens de transport actuels. C'est là un immense handicap dans notre quête de la vie extraterrestre. Il ne nous reste qu'à tendre l'oreille vers l'espace et à envoyer des messages dans l'espoir de contacter des formes de vie intelligentes, organisées en sociétés technologiques avancées. Malheureusement, s'il est fort probable que la vie existe dans notre galaxie ailleurs que sur Terre, il est par contre moins certain que cette vie soit en de nombreux endroits suffisamment complexe pour pouvoir communiquer avec nous.

Le radiotélescope est notre principal moyen de contact potentiel avec l'extraterrestre. La première question est de savoir sur quelle fréquence (longueur d'onde) nous devrions transmettre et écouter. Il y a déjà vingt ans, plusieurs personnes sont arrivées simultanément à la proposition suivante. L'hydrogène est l'élément le plus abondant dans l'univers et il émet par radiation naturelle à la longueur d'onde de 21 centimètres (fréquence de 1 420 mégahertz). Toute civilisation avancée devrait savoir cela. Ajoutons que le radical OH qui, en se combinant avec H, donne l'eau, émet à la longueur d'onde de 18 centimètres. Il est donc convenu d'appeler la région entre 18 et 21 centimètres le *waterhole*, ou trou de l'eau.

Cette région du spectre tombe dans ce qu'on appelle la fenêtre cosmique, entre un millimètre et 30 centimètres (de 300 à un gigahertz) où les bruits de fond des

Combien de civilisations dans l'univers?



Une formulation plus optimiste de cette équation fut, à l'origine, proposée par l'astrophysicien Frank Drake. En réalité, chacun des termes est encore si mal connu que chacun peut y aller de sa propre évaluation du nombre de civilisations technologiquement avancées avec lesquelles les Terriens pourraient théoriquement *en ce moment* communiquer. Par exemple, supposons que le taux de formation des étoiles dans une des 10^{11} galaxies de l'univers soit de une par an, ce qui n'est pas déraisonnable. Admettons que dix pour cent des étoiles aient des planètes, et qu'une seule des planètes de chacun de ces «systèmes solaires» soit placée dans une zone favorable à la vie. Par contre, il est possible que seulement la moitié de ces systèmes se trouvent dans une région de la galaxie qui soit relativement stable.

Poursuivons en assumant que, bien que l'apparition d'une vie primitive soit normale sur ces planètes, il n'en va pas de même pour l'apparition éventuelle de formes dotées d'un cerveau animal dont la probabilité ne serait, disons, que de un pour cent. Mais du premier cerveau animal aux êtres intelligents formant une civilisation technologique, il y a bien un milliard (10^9) d'années d'évolution, soit dans notre modèle instantané, l'équivalent d'une chance sur 10^9 . Enfin, l'homme-civilisation existe depuis quelques millénaires, mais ce n'est que depuis 100 ans à peine qu'il est capable de communication extraterrestre. En optimistes (?), donnons-lui encore une espérance de vie de 100 000 ans. Il y aurait donc en ce moment dans l'univers,

$$10^{11} \times 1 \times \frac{10}{100} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{100} \times \frac{1}{10^9} \times 100\,000 = 500$$

civilisations.

Si l'univers est une sphère d'un rayon de 15 milliards d'années-lumière et que ces civilisations y sont dispersées régulièrement, la plus proche est à un peu

moins de deux milliards d'années-lumière de nous! Jamais son message ne nous parviendra avant que l'une de nous deux ne disparaisse... Si on considérait l'évolution de l'intelligence comme un processus inévitable en un milliard d'années et que l'homme aie encore une espérance de vie de dix millions d'années (ce qui, géologiquement parlant, est tout à fait plausible), alors nous calculerions qu'il y a 50 millions de civilisations dans l'univers. Mais la plus près de nous serait toujours très distante, à plus de 80 millions d'années-lumière.

Il y a d'autres façons de poser cette équation. Les conditions ne furent pas favorables à l'éclosion de la vie durant les quelques premiers milliards d'années qui suivirent le Big Bang, mais, depuis, d'innombrables étoiles sont nées qui passent plus d'une dizaine de milliards d'années dans un état stable. C'est une période de temps assez longue pour permettre l'évolution de la vie partout où elle est possible. Il y aurait en ce moment dans notre galaxie, d'après Robert Dixon, du Ohio State University Radio Observatory, quelque 20 millions d'étoiles comme notre Soleil. Si la moitié sont judicieusement placées dans la galaxie, cela représente en moyenne, depuis dix milliards d'années, une naissance d'un soleil à tous les mille ans. Si dix pour cent de ces soleils ont des planètes dont l'une soit propice à l'éclosion de la vie, cela nous donne une arche de Noé apparaissant à tous les 10 000 ans.

Dans l'hypothèse favorable voulant que des êtres intelligents voient le jour dans un pour cent des biosphères, notre galaxie aurait assisté à l'avènement d'une civilisation à tous les un million d'années, c'est-à-dire qu'il y aurait déjà eu 10 000 civilisations dans notre galaxie. Cependant, si la longévité de chacune ne dépasse pas en moyenne un million d'années, nous serions, tout comme les Autres l'ont été chacun leur tour, les seuls dans la Voie Lactée. Et pourtant ils auraient dû laisser des traces.

radiations galactiques et extragalactiques sont à leur minimum. En fait, de notre position terrestre, à cause de l'atmosphère, la fenêtre est plus étroite, entre environ dix et un gigahertz (trois et 30 centimètres).

Plus récemment, on a proposé dans cette bande quelques-autres *waterholes* représentant des régions du spectre où la communication serait plus claire, en se basant sur des considérations d'ordre cosmologique ou sur la psychologie présumée de civilisations inconnues! Le terme *waterhole* est un jeu de mots rappelant que les points d'eau sont pour les animaux et les humains des lieux de rassemblement pour socialiser et communiquer.

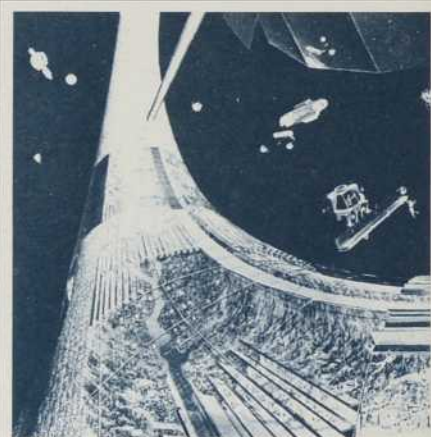
Il est donc convenu de concentrer nos efforts en écoutant sur certaines fréquences. Récemment, des astrophysiciens ont proposé une entente internationale visant à limiter l'utilisation de ces fréquences afin de les réserver à l'écoute extraterrestre. Incapables de nous déplacer rapidement, nous nous ferons donc connaître par ondes électromagnétiques, se déplaçant à la vitesse de la lumière. D'aucuns prétendent que le véhicule du futur pour nos messages seraient les neutrinos, dont un avantage certain est qu'ils ne sont pas arrêtés dans leur course par des objets planétaires.

UN ÉCHANGE DE SOLILOQUES

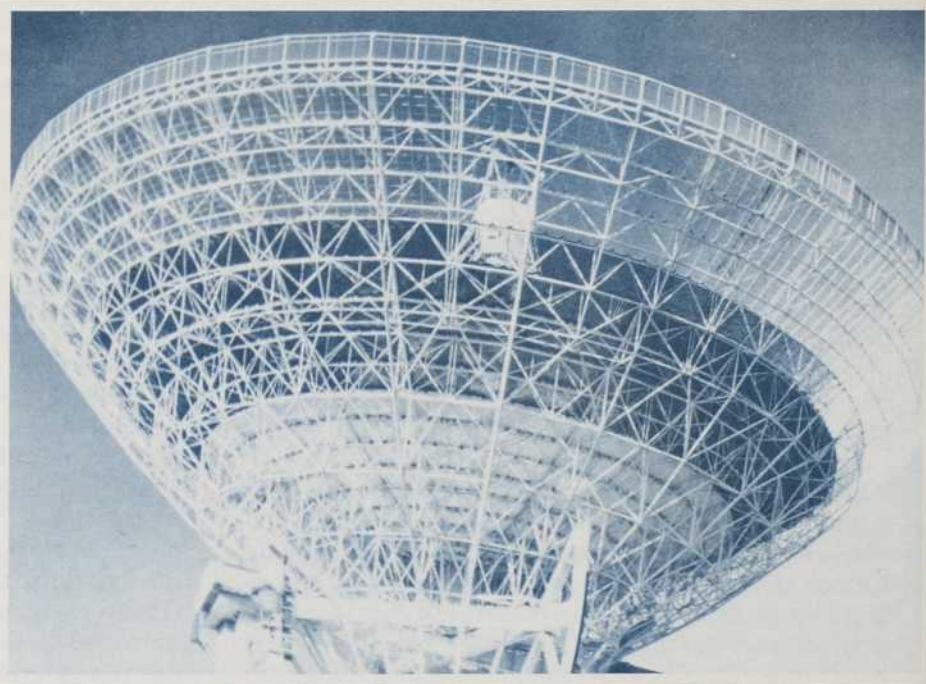
Un radiotélescope de 50 mètres de diamètre peut détecter des sources radio appelées quasars qui sont à plus de dix milliards d'années-lumière de nous, soit aux confins de l'univers. Mais les quasars sont extrêmement puissants. Il ne faut pas nécessairement s'attendre à une telle puissance venant de civilisations extraterrestres. Avec une puissance émettrice de dix millions de watts et une antenne de 50 mètres, un signal venant d'une planète distante de cinq années-lumière nous parviendrait avec une puissance de l'ordre de 10^{-18} watts. C'est faible, mais plusieurs de nos radiotélescopes actuels sont mille fois plus sensibles.

Il n'en demeure pas moins qu'un tel échange de messages durerait dix ans! Il faut penser notre stratégie en prévoyant que la communication avec des extraterrestres sera en toute probabilité un échange de soliloques. À cause du temps s'écoulant entre un message et sa ré-

Un nombre croissant de chercheurs s'intéressent à la possibilité de placer des colonies humaines géantes dans l'espace (Québec Science, mai 1979). Éventuellement, il pourrait y en avoir des centaines utilisant le soleil comme source d'énergie. Certaines colonies pourraient un jour décider de partir en exploration sans retour dans le système solaire.



Lick Observatory

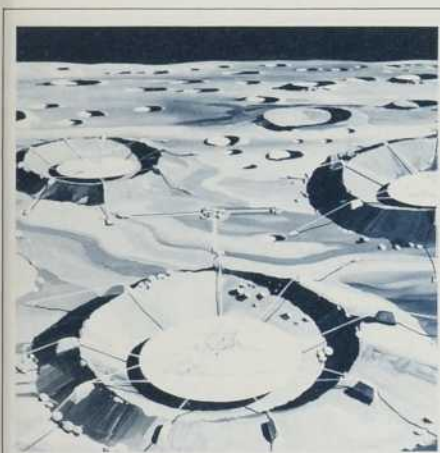


Institut Max Planck de radio-astronomie

Le plus grand télescope entièrement orientable au monde a 100 mètres de diamètre. Il est situé près de Bonn, en République fédérale allemande.

Andromède, aussi appelée M 31, correspond beaucoup à l'image que nous nous faisons de notre propre galaxie. Andromède est si énorme qu'elle couvre plusieurs degrés dans le ciel, bien qu'elle soit à deux millions d'années-lumière de la Voie Lactée. Avec ses milliers de millions d'étoiles, M 31 apparaît comme un bon candidat pour la recherche de la vie extra-terrestre.





Nasa

Projection futuriste d'un observatoire sur la face cachée de la Lune, à l'abri des interférences radio. Trois antennes paraboliques de 300 mètres comme celle d'Arecibo (Porto Rico) sont ancrées dans des cratères, réduisant le coût des structures de support.

Le projet Cyclops pourrait aussi s'adapter à la Lune. Voici une vision futuriste de la façon dont cette base lunaire se présenterait. On observe, presque au centre des radiotélescopes, le centre de contrôle.



Nasa

ponse, les deux relèveront du domaine culturel, où l'œuvre échappe toujours à son auteur: nous lisons encore Platon, mais il n'a jamais entendu parler de nous.

De nombreux gens sont convaincus que ces autres civilisations sont beaucoup plus avancées que la nôtre et que des messages venant de plus loin encore pourraient nous parvenir parce que lancés avec une grande puissance. À la NASA, on planifie les futurs récepteurs en fonction d'un signal envoyé par des extraterrestres avec une puissance d'un gigawatt (un milliard de watts). C'est une supposition plutôt arbitraire, mais qui est du même ordre que les designs pour d'éventuels satellites captant l'énergie de notre soleil pour la transmettre à la Terre sous forme de micro-ondes, à la puissance de dix gigawatts. Peut-être d'autres civilisations ont-elles déjà harnaché leur étoile.

ÉCOUTER TOUT ET PARTOUT

Aux États-Unis, en 1960, Frank Drake orientait le télescope de 26 mètres à Green Bank (West Virginia) vers l'étoile Tau Ceti. C'était le coup d'envoi d'Ozma, le premier projet consacré officiellement à l'écoute de civilisations extraterrestres. Son rayon d'action n'était que de dix années-lumière, ce qui à l'échelle de l'univers est dans la chambre d'à côté. En 1968, Troitsky, de l'Institut de radiophysique de Gorki, met un radiotélescope de 15 mètres à l'écoute de douze cibles, dont la galaxie Andromède. Ni Drake ni Troitsky n'eurent de succès. Depuis, au moins une douzaine de petits projets ont été mis en marche, et de nombreux observatoires à travers le monde ont consacré ici et là quelques heures à l'écoute de messages possibles. Au Canada, les pionniers sont Feldmann et Bridle, au radiotélescope de l'observatoire du Parc Algonquin en Ontario. Mais toujours rien ne nous est parvenu.

En 1971, près d'Erevan en Arménie soviétique, a eu lieu une conférence internationale sur la liaison avec des civilisations extraterrestres. Préparée conjointement par l'Union soviétique et les États-Unis, elle montrera surtout que ni l'une ni l'autre puissance n'avait encore de stratégie bien arrêtée. Le programme russe annoncé depuis ressemble à une délicate manœuvre de masse: on écouterait tout et partout. Il comprend un inventaire des sources radio dans l'es-

pace et de certains types de corps célestes galactiques et extragalactiques, ainsi qu'un effort accru dans la détection de sondes d'origine extraterrestre dans le voisinage de la Terre.

Dans un rapport adopté en 1974, on recommandait l'usage du complexe radio-astronomique RATAN-600 implanté dans le Caucase et d'antennes réceptrices d'une surface de plus de 1 000 mètres carrés. Pour les plans quinquennaux 1975-1985, on prévoyait un réseau de huit stations terrestres à antennes non directionnelles, un réseau de satellites couvrant le ciel en entier et un réseau d'antennes directionnelles pour l'écoute des galaxies proches de la nôtre. Pour 1980-1990, on ajouterait deux stations éloignées l'une de l'autre avec antennes semi-rotatives d'une surface effective d'un kilomètre carré. D'Union soviétique également nous parvient un projet futuriste de radiotélescope à antenne parabolique géante constituée d'une multitude de sous-éléments. D'un diamètre total de trois kilomètres, elle serait déployée dans l'orbite de Saturne.

LE «CYCLOPS» AMÉRICAIN

L'approche américaine se veut étagée: d'abord capter un premier signal, possiblement dans un entourage assez restreint, pour étendre les recherches graduellement. En 1971, la NASA lançait le fameux projet Cyclops qui proposait la construction d'une armée de 1 500 antennes paraboliques de 100 mètres de diamètre chacune et dont la coordination équivaldrait en sensibilité à une seule antenne de plusieurs kilomètres de diamètre. L'ensemble terminé permettrait de capter tout signal qui ne serait pas nécessairement dirigé vers nous dans un rayon de 100 années-lumière.

À cause de son prix exorbitant de plusieurs dizaines de milliards de dollars, le projet Cyclops est conçu en plusieurs phases. Déjà avec cinq antennes coordonnées, Cyclops serait le radiotélescope le plus puissant sur Terre. Il ne fait aucun doute que la demande pour son utilisation dans le cadre d'une multitude de projets en astronomie assurerait alors la rentabilité de Cyclops.

Il est possible qu'avec une seule antenne, Cyclops capte déjà un message, si dans un rayon de 100 années-lumière se trouvait une civilisation dotée d'une batterie de 2 000 antennes qui décide,

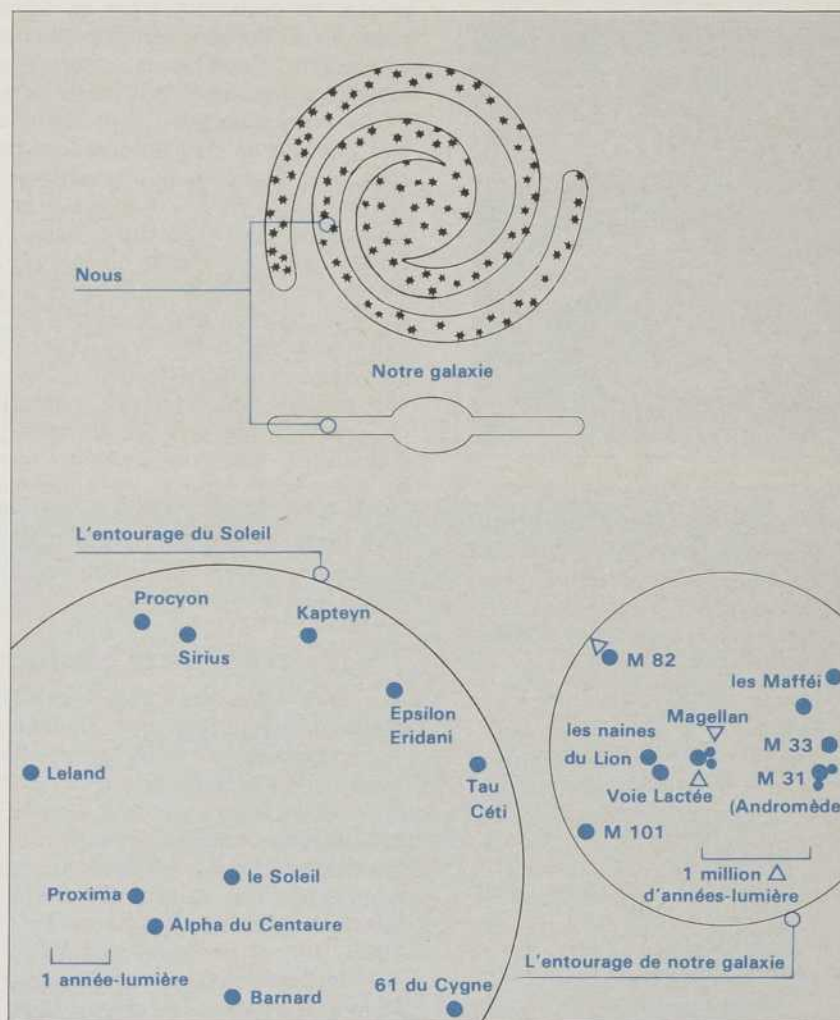
après des efforts infructueux de détection, d'envoyer un message directement à chacun des 2 000 soleils de cet entourage.

Mais si cela ne se produisait pas et que Cyclops, avec son œil unique, ne capte rien après avoir écouté un grand nombre de cibles, il faudra augmenter sa sensibilité en ajoutant d'autres antennes. Si l'autre civilisation est à plus de 300 années-lumière, elle n'adoptera pas une stratégie qui consiste à envoyer des messages à des cibles précises, puisque dans un tel rayon, le nombre d'étoiles est par trop immense. Elle se contentera alors d'irradier dans toutes les directions; et il faudrait alors un Cyclops avec plus d'un œil pour «l'entendre».

La seule véritable alternative à Cyclops, quant à l'écoute depuis la surface terrestre, serait un réseau d'antennes de plus grandes dimensions, mais fixes, et installées dans un endroit où la topographie a déjà fait une partie du travail. À Arecibo, Porto Rico, l'antenne parabolique de 305 mètres posée dans une dépression naturelle coûte moins cher par unité de surface que celles de Cyclops. Par contre, elle ne couvre qu'une faible portion du ciel parce que non orientable.

Le budget 1979 de la NASA incluait deux millions de dollars sur un total de 20 millions répartis sur cinq ans pour le programme SETI, ou *Search for Extra-Terrestrial Intelligence*. Bien que l'agence n'ait pas obtenu la faveur des bailleurs de fonds, les idées y affluent toujours. En plus de Cyclops, on parle de plus en plus de télescopes dans l'espace. Les avantages sont multiples: il est facile de là-haut de couvrir l'ensemble du ciel avec une seule installation et de suivre continuellement une même étoile, advenant l'arrivée d'un premier message. L'absence de pesanteur permet la construction de systèmes énormes sans les embarras de structures portantes coûteuses, et le vide contribue à la longévité de l'équipement. Par contre, le coût élevé du transport de matériel du bas jusqu'en haut de la montagne gravitationnelle qu'est notre planète fait que seuls des systèmes vraiment énormes sont avantageux. On ne les construira que si on a l'intention de faire une recherche intensive couvrant plusieurs centaines de milliers d'étoiles.

Les forces armées américaines font des plans pour l'envoi en orbite en 1985



Notre galaxie: La Voie Lactée

Notre galaxie a la forme d'un disque d'un diamètre de 100 000 années-lumière qui tourne sur lui-même avec une période de 300 millions d'années. Ce disque a une région centrale bombée d'où s'écartent des bras en spirales. Les étoiles sont plus denses dans le noyau et les bras. Notre propre système solaire est situé à 30 000 années-lumière du centre de la galaxie. Le petit cercle sur la figure, centré sur notre Soleil, a un rayon de 1 000 années-lumière et englobe environ un million d'étoiles.

Dans un rayon d'une douzaine d'années-lumière de nous, il y a environ 20 étoiles. La distance de notre plus proche voisin est énorme: Alpha et Proxima du Centaure sont à quatre années-lumière, soient 38 000 milliards de kilomètres. À l'œil nu, on ne peut voir que Procyon, Sirius et Alpha du Centaure.

L'entourage de notre galaxie se mesure en millions d'années-lumière. Parmi les galaxies près de nous, les Nuages de Magellan, bien visibles de l'Australie, sont à un quart de million d'années-lumière; Andromède, huit fois plus loin, est celle qui ressemble le plus à la Voie Lactée, notre galaxie.

d'une antenne plane de 183 mètres de diamètre. Repliée, elle serait transportée là-haut par la navette spatiale et servirait de radar pour des opérations très terre-à-terre de défense nationale. Cependant, l'expérience de l'installation en orbite de grandes structures serait bienvenue à la NASA, où des projets grandioses de télescopes géants en orbite ou ancrés au fond de cratères lunaires ont été évoqués.

DES ALLERS SANS RETOURS

Il y a dans notre seule galaxie des centaines de millions d'étoiles qui ont probablement des planètes semblables à la nôtre, mais qui sont pour la plupart plus vieilles de quatre milliards d'années. Si au moins quelques-unes d'entre elles ont donné naissance à la vie selon un scénario vaguement terrien, alors y vivent peut-être des civilisations qui nous dépassent de quelques milliards d'années. Elles auraient une technologie suffisamment avancée pour pouvoir utiliser l'énergie entière d'une ou de plusieurs étoiles comme s'il s'agissait de gigantesques bombes atomiques. Ses moyens de transport lui permettraient de coloniser en dix à 500 millions d'années l'ensemble de la Voie Lactée. La question qu'a posée von Hoerner nous vient alors à l'esprit: pourquoi donc n'avons-nous pas encore été colonisés? Serions-nous seuls dans l'univers? Ou, nos plus proches voisins seraient-ils à plus d'un milliard d'années-lumière de nous?

Peut-être faut-il répondre que c'est à nous de partir en exploration. La rencontre des extraterrestres se fera plus loin, entre expatriés, aux confins de la galaxie. Nous avons actuellement, selon le physicien de Princeton Gerard O'Neill, la technologie voulue pour placer dans l'espace des colonies expérimentales d'humains qui deviendraient autonomes grâce aux matières premières de la Lune et des astéroïdes, et surtout grâce à l'énergie gratuite et surabondante du Soleil. Ces habitacles, dont le coût serait absorbé par l'exportation d'énergie solaire vers la Terre, deviendraient de grands réservoirs de populations humaines qui en auraient fait leurs planètes. De ces colonies en position entre la Terre et la Lune pourraient un jour naître des habitacles plus mobiles. Il n'y a pas, d'après Dyson, de pénurie de systèmes de propulsion pour une société affranchie du boulet gravitationnel qui nous retient sur terre, et qui



Projet futuriste de radio-télescope dans l'espace, loin de la Terre. L'antenne parabolique géante est protégée des interférences radio par un écran, visible à l'arrière-plan. Deux récepteurs au foyer de l'antenne transmettent au satellite à l'avant-plan qui relaie les messages vers la Terre. Si le besoin de systèmes très puissants se faisait sentir, il est possible que leur coût, autant que leur rendement, soit plus avantageux dans l'espace que sur Terre.

désirerait reprendre le rythme ancestral de la vie nomade et coloniser la galaxie.

En quelques centaines de milliers d'années, sans plan, sans objectif précis, sans grandes poussées technologiques, les humains primitifs ont couvert la planète Terre, du berceau original jusqu'en Amérique. Imperceptiblement, par petites unités familiales, les hommes ont traversé l'Asie, passé le pont de Béring et se sont infiltrés en Amérique du Nord. Nos récentes expéditions sur la Lune, et probablement d'autres à venir sur Mars et ailleurs dans le système solaire, sont des allers-retours. Mais ce qui nous mènera aux frontières de la galaxie, ce seront des allers sans retours. Quand on n'a pas l'intention de revenir, il n'est pas nécessaire de démarrer à la vitesse de la lumière. Le voyage collectif, dans plusieurs directions à la fois, par petites colonies, commencera sans cérémonie, et pourra durer des millions d'années. Il est à prévoir que ceux restés sur Terre n'en conserveront pas la mémoire, comme nous savons si peu des premières sociétés humaines.

RENCONTRE AVEC LES AUTRES

L'homme est ainsi fait qu'une réflexion sur la vie dans l'univers le ramène à lui-même. La découverte de vie autochtone sur d'autres mondes, ce qui ne peut que se produire un jour, constituera le plus grand défi de l'histoire de l'humanité. Si cette vie est douée d'une intelligence avec laquelle nous puissions établir une communication, les effets de notre rencontre sont imprévisibles. Certains prétendent que ce sera la fin de la moins avancée des deux, qui pourrait bien être la nôtre. Il est certain que les conséquences sur notre pensée théologique, philosophique et scientifique en seront immenses.

Déjà on parle sérieusement en certains milieux d'une nouvelle science, l'exobiologie, qui n'a toujours pas de sujet d'étude. Des recherches s'effectuent sur l'évolution des cultures humaines, sur les moyens de communication, le langage, dans la perspective de la teneur d'un message hypothétique venant d'une civilisation extraterrestre. Il est possible que dans tout ce processus nous en apprenions inévitablement plus sur nous-mêmes que sur les Autres. Pour le biologiste et le paléontologue, la seule pensée d'un nouveau système vivant à classer est pour le moins troublante. Le philosophe, quant à lui, préférerait peut-être continuer à penser que l'homme est seul ☐

Pour en lire plus:

Albert Ducrocq, *La chaîne bleue — À l'écoute des civilisations extraterrestres*, Édition n° 1, 1979

John Maynard-Smith, *La théorie de l'évolution*, Payot, Paris, 1975

Philip Morrison (MIT), John Billingham et John Wolfe (NASA), *The Search for Extra-Terrestrial Intelligence*, NASA, publication n° SP-419, 1977, 276 pages

Gerard K. O'Neill, *The High Frontier: Human Colonies in Space*, Morrow, New York, 1977

Carl Sagan, *Cosmic Connection*, Seuil, collection Points-Sciences, Paris

Cosmic Search, Une revue trimestrielle consacrée à l'espace, au futur et à la quête d'une intelligence extraterrestre. Avec un bureau d'experts impressionnant, elle est publiée par Cosmic Quest Inc., c/o Radio Observatory, Box 293, Delaware, Ohio 43015, USA

Les routes vont-elles changer d'aspect?

Depuis longtemps, le ministère des Transports du Québec sème les mêmes espèces végétales le long des routes. Les proportions de l'une ou l'autre des essences de gazon varient suivant les conditions locales mais en règle générale, les mélanges à gazon utilisés demandent un entretien régulier, ne peuvent pas s'adapter à toutes les conditions et créent une certaine monotonie pour les yeux des voyageurs.

En 1976, le ministère a commencé à subventionner un projet d'étude du Département de phytologie de l'Université Laval, qui porte sur plusieurs aspects de la végétation des abords routiers. Le professeur Henri-Paul Therrien et Claude Allard poursuivent aujourd'hui ces travaux.

Dans une première phase, les études portaient sur l'impact des fondants, ou sels de déglacage, sur les gazons, les arbres et les sols des abords routiers. Plusieurs milliers d'échantillons de sol ont été prélevés en bordure de l'autoroute 20 et des

boulevards du Québec métropolitain. Les résultats des analyses montrent que les sels ne sont qu'en partie fixés au sol, une certaine proportion est délavée dans les couches plus profondes, le reste est entraîné par les précipitations, que ce soit la fonte des neiges ou les averses estivales. Il ne semble pas avoir augmentation de la teneur en sel au fil des années. Ces résultats sont différents de ceux obtenus dans certains états américains, sans doute que les neiges plus abondantes qui tombent sur la région de Québec empêchent les chlorures de calcium et de sodium de se fixer au sol. De ce fait il ne semble pas que dans la région étudiée, les sels puissent être un facteur limitant la croissance des couvre-sols le long des routes. Par ailleurs, la teneur en sel du sol augmente avec la profondeur. Dans le cas particulier des chlorures, il y en a plus à 1.5 mètre de profondeur qu'en surface et les teneurs mesurées peuvent aller jusqu'à risquer de contaminer les eaux potables.

Les arbres pourraient, eux, être affectés à la longue si leurs racines sont dans un milieu trop salin. D'autre part, les branches des arbres souffrent déjà des épandages de sel qui leur sont renvoyés sous forme d'embruns par les roues des véhicules.

Un autre aspect de ces études porte sur un inventaire écologique des gazons dont les plus «anciens» ont été semés par le ministère des transports il y a une quinzaine d'années. L'analyse des données recueillies permettra de préciser les exigences et le degré de persistance de différentes espèces. Bien que les talus aient été ensemencés sur toute leur largeur avec les mêmes espèces, il existe aujourd'hui une différenciation spatiale. Par exemple, les «mauvaises herbes» pionnières et des graminées vivaces dont le chiendent se retrouvent plus nombreuses dans les deux premiers mètres. La fétuque rouge et le paturin des prés, quant à eux, persistent dans les gazons les

L'UNIVERSITÉ LAVAL EN CAPSULES

La toxicologie de tous les jours

Quand un polluant devient toxique, il fait la une des journaux... comme le mercure, ou certains polluants atmosphériques. Mais la toxicologie a de nombreux aspects et elle couvre des domaines beaucoup moins publicisés. Les chercheurs du Laboratoire de toxicologie nutritionnelle et métabolique qui a été inauguré en décembre dernier à la Faculté d'agriculture de l'Université Laval, se penchent sur les effets toxiques à long terme de quelques composantes habituelles de notre régime alimentaire: des sucres, des acides gras, des protéines...

Des éléments nutritifs généralement considérés comme inoffensifs peuvent l'être beaucoup moins s'ils réagissent avec d'autres aliments ou si l'état physiologique de l'organisme récepteur varie. D'autre part, la technologie alimentaire évolue très rapidement. De nouveaux traitements sont utilisés dans la transformation des aliments et ils peuvent créer de nouvelles substances qui s'avèreront toxiques. Un des projets de recherche du laboratoire porte sur la lysinoalanine, dipeptide présent dans les protéines traitées aussi bien animales que végétales, qui, libre, a des effets nocifs sur le rein. La dose toxique pour



l'homme de même que les processus d'absorption et de métabolisation de cette substance sont encore inconnus. Certains de ces aspects sont à l'étude au laboratoire. De plus, il semblerait que la durée et les méthodes d'entreposage de même que la cuisson influencent la teneur en lysinoalanine des aliments. Laurent Savoie, André Brassard et Carol Vachon, trois chercheurs du laboratoire, entament cette année un projet visant à étudier le comportement de ce peptide en utilisant comme source des aliments de tous les jours achetés dans les rayons des épiceries.

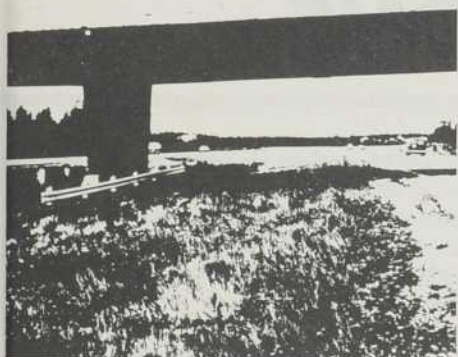
Le laboratoire a profité, depuis sa création, de fonds de la Fondation Joseph Rhéaume, de l'Université Laval et des gouvernements fédéral et provincial.

Une collaboration pour le mieux-être des forêts

Le ministère de l'Énergie et des ressources du Québec, l'Université Laval et le Centre de recherches forestières des Laurentides, viennent de signer une entente en vue de créer et d'utiliser en commun un système de traitement numérique des images de télédétection.

Depuis plusieurs années, les satellites d'observation qui sillonnent le ciel inondent littéralement les centres de recherche d'informations. Malheureusement, cette montagne de données est fortement sous-utilisée par manque d'outils adéquats et de personnel spécialisé.

L'entente qui vient d'être signée va permettre au Québec d'utiliser au mieux ces renseignements en rendant possible la mise sur pied d'un centre de traitement des informations numériques. Le gouvernement provincial fournit les locaux, l'ordinateur et les éléments périphériques, l'Université Laval mettra à la disposition du groupe un système de stockage, de



Un changement de la végétation des abords des autoroutes modifierait profondément un environnement parfois monotone...

plus anciens, leur fréquence proportionnelle augmente avec l'âge de la pelouse.

Les chercheurs ont aussi semé de nombreux mélanges à titre expérimental en utilisant une graminée vivace seule, la fétuque rouge ou une combinaison de graminées et de plantes de la famille des papillona-

cées: le lotier corniculé et la coronille. Ces plantes ont été choisies parce qu'elles demandent peu d'entretien ou qu'elles se couchent et ne doivent donc pas être tondues. Il est encore trop tôt pour faire des recommandations bien que jusqu'à présent, les semis de coronille et de lotier aient donné d'excellents résultats. D'autres semis ont été faits en ajoutant des graines de vinaigrier et de pois de Sibérie (caragana) à celles de gazon. Une extrapolation des résultats obtenus en 1978 permet de penser que si les plantes résistent aux rigueurs du climat, 95% des surfaces ensemencées seraient recouvertes d'arbustes d'ici trois ou quatre ans.

L'hiver étrange que vient de passer le Québec sera un bon test d'endurance. Quand les résultats de toutes ces expériences seront concluants, il sera possible de dépasser le niveau régional et expérimental et peut-être qu'alors le visage des abords routiers changera... pour une plus grande économie d'entretien, une meilleure

adaptation aux conditions des sites et un plus grand plaisir des yeux!

Marianne Gagnon

Pour en lire plus:

J.B. BEARD: *Turfgrass: Science and Culture*, Prentice Hall, 657 p.

Journée d'étude consacrée à la couverture végétale du sol des grands espaces publics et privés. *Annales de Gembloux* 1973, numéro 79/4, pp. 215-277

L. BERNSTEIN, et al., Salt Tolerance of Ornamental Shrubs and Ground Covers. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 1972, 97 (4), pp. 350-556



traitement et de présentation des images et le gouvernement du Canada, par l'entremise du Centre de recherches forestières des Laurentides, apportera au groupe les différents programmes de traitement qu'il a déjà mis au point.

Les projets de démonstration, qui sont déjà en bonne voie d'être complétés pour certaines zones porte sur différents aspects de la gestion des forêts: cartographie des essences forestières, mise à jour des cartes d'accès à la forêt, des perturbations dues à des parasites comme la tordeuse du bourgeon de l'épinette et des zones de régénération spontanée.

Vu la dimension et les difficultés d'accès d'une bonne partie de la forêt québécoise, la télédétection est un moyen économique de recueillir des informations qui deviennent de plus en plus précises au fur et à mesure que les méthodes d'interprétation se raffinent.

Vulgariser l'agro-alimentaire

Pour la cinquième année consécutive, les étudiants de la Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation de l'Université Laval organisent une Semaine de vulgarisation de l'agro-alimentaire du 27 au 31 mars, au Pavillon Comtois sur le campus.



Durant cette semaine, le public pourra se renseigner à de nombreux kiosques, écouter des conférences et assister à des expertises animales. Cette semaine d'activité coïncide avec la fin de semaine «porte ouverte» de l'université, ce qui permettra aux visiteurs d'avoir accès à un certain nombre de laboratoires de recherche ou d'enseignement.

Les kiosques porteront, entre autres, sur des sujets comme l'élevage de différents animaux de basse-cour, l'horticulture et le budget alimentaire. Des experts montreront comment évaluer, sur pieds, les qualités des chevaux, des moutons et des chèvres.

Pour plus d'informations s'adresser au:

Service des relations publiques
Université Laval
Cité universitaire, Québec G1K 7P4
(418) 656-2572

UN MONDE ENTRE DEUX DIMENSIONS

Une théorie mathématique qui a fait l'objet d'un best-seller: les objets fractals

par Danielle Ouellet

Dès notre plus tendre enfance, on nous a dit que nous vivions dans un monde spatial à trois dimensions. Si nous n'étions pas convaincus et qu'on demandait pourquoi, on nous répondait qu'en effet, pour situer un objet, nous avions absolument besoin de trois coordonnées: la longueur, la largeur et la hauteur. C'est ainsi que nous sommes devenus familiers avec les notions de gauche et de droite, d'avant et d'arrière, et de haut et de bas. Après une période plus ou moins longue de digestion et d'acceptation de ces notions abstraites, nous avons tous fini par ne plus y penser; nous vivions

donc bien sagement et très confortablement dans notre espace tridimensionnel réel et concret.

Cette douce quiétude a été un peu bouleversée lorsqu'un certain Einstein affirma qu'il nous fallait une quatrième dimension, celle du temps. Une fois de plus, il était nécessaire de nous en convaincre. Des équations mathématiques, très complexes mais irréfutables, démontrèrent au monde scientifique qu'il fallait considérer le «temps» comme une variable indispensable dans l'étude de notre univers. Pour le non-initié, cette notion d'espace-temps était beaucoup plus difficile à comprendre; elle a quand même été acceptée de bonne grâce et nous sommes

devenus rapidement familiers avec la quatrième dimension. Les auteurs de science-fiction se sont vite donnés comme mission de nous raconter les aventures extraordinaires de ce «monsieur qui s'est perdu dans l'espace et dans le temps».

Nous sommes maintenant prêts à introduire dans notre vie le concept très nouveau de «dimension fractionnaire». Pour l'instant, cela peut sembler invraisemblable à plusieurs, mais notre faculté d'adaptation aux idées nouvelles et abstraites permettra peut-être, une fois de plus, de justifier ce mot de Paul Langevin: «Du concret, c'est de l'abstrait rendu familier par l'usage.»

DES MONSTRES MATHÉMATIQUES

On nous parle donc maintenant de dimensions fractionnaires. On ose nous affirmer qu'il y aurait des objets dont la dimension serait 1,2 ou 2,6. On se demande aussitôt: est-ce possible? De tels objets existent-ils? De quoi aurait l'air un objet auquel on attribuerait la dimension 2,78?

Pour arriver à définir le monde comme un espace à trois dimensions, la seule chose qu'Euclide ait faite, ce fut de se donner des instruments mathématiques qui lui servirent à décrire notre univers. Il ne changea alors rien à la nature propre des choses: même si on pouvait dire dorénavant que la surface d'une table était un espace de dimension 2, la nature de la table demeurerait la même. De la même façon, lorsqu'on introduisit le facteur temps dans notre conception de l'univers, les années ne se sont pas mises à s'écouler plus rapidement. On avait tout simplement créé un nouveau système mathématique à l'intérieur duquel notre univers s'intégrait d'une façon très acceptable: les scientifiques considèrent cela comme une expérience intellectuelle très satisfaisante.

On a donné les informations suivantes à un ordinateur: à quoi ressemblerait une surface qui serait calculée de telle façon que ses trois quarts soient immergés et que ses côtes représentent une dimension 1,5. L'image qu'a fournie l'ordinateur ressemble étrangement au Pangée, ce super-continent dans lequel se trouvaient réunis tous les continents il y a 180 millions d'années.



La même chose se produit avec les objets de dimension fractionnaire: il ne faut surtout pas s'attendre à ce qu'un objet auquel on attribue la dimension 2,78, par exemple, soit quelque chose d'insolite dont nous n'avons jamais entendu parler. Au contraire, on fait référence à des choses aussi naturelles que les poumons, les vaisseaux sanguins, le littoral d'un continent ou les cratères de la Lune... Ces objets, ainsi que plusieurs autres, possèdent certaines particularités qui nous permettent de les décrire autrement que les formes habituellement connues, par exemple le cercle de dimension 2 ou le ballon de dimension 3. Ce sont des figures intermédiaires entre des surfaces et des volumes, que le mathématicien français Benoît Mandelbrot a appelé «objets fractals». On les a qualifiés de «monstres mathématiques» parce que la notion mathématique sous-jacente donne naissance à des figures géométriques assez bizarres et inusitées.

PLUS QU'UNE COURBE MAIS MOINS QU'UNE SURFACE

Depuis Euclide jusqu'au siècle dernier, on n'avait pas vraiment remis en question la notion de dimension. C'est il y a cent ans environ, dans une lettre que le mathématicien allemand Georg Cantor adressait à son ami Dédékind, que l'on retrouve les premières traces de la remise en question de la notion euclidienne de l'espace à trois dimensions. Cantor s'est alors posé la question suivante: est-ce que des surfaces ou des volumes ne pourraient pas être ramenés à des courbes continues qui sont, elles, de dimension 1. En d'autres mots, est-ce qu'il ne serait pas possible de décrire un objet de dimension 2 comme s'il était de dimension 1, en utilisant une seule coordonnée pour le situer au lieu de deux?

Une première réponse à cette question a été donnée en 1890 par Giuseppe Peano, un mathématicien italien, à l'aide d'un exemple très simple, mais très ingénieux: il proposait alors une courbe faite de polygones successifs qui se replient à l'intérieur d'un carré sans avoir de points communs. Par une série d'opérations successives, on augmente le nombre de polygones qui constituent la courbe et on voit que cette courbe, à la limite, remplirait tout le carré. Donc un point du carré, que l'on situe habituellement à l'aide de

La fuite en avant du langage des mathématiques

Les mathématiques sont une science abstraite qui nous permet bien des divagations. Par exemple, la vie dans un monde de dimension 5, qu'il nous semble impossible à se présenter dans la réalité, est quelque chose de tout à fait naturel lorsque l'on en parle à l'aide du langage mathématique. Ainsi, de la même façon qu'il existe des équations ou des formules mathématiques pour décrire une surface en dimension 2, un volume en dimension 3, ou la contraction d'un objet en dimension 4, il existe des équations pour décrire des formes ou des comportements d'objets théoriques que l'on retrouverait en dimension 5, 6, ..., 100, ..., 1 025, ou même de dimension infinie. Les mathématiques nous permettent donc d'aller plus loin que le monde réel et elles peuvent même expliquer l'énorme différence qu'il y a entre un monde de dimension 1 024 et celui de dimension 1 026!

C'est ainsi que, dans le cas des dimensions fractionnaires, on pourra se représenter à l'aide d'exemples concrets des objets de dimension 1,3 ou 2,5, car on demeure à l'intérieur des limites de notre monde physique qui est un monde de dimension 3. Mais, avec le langage théorique des mathématiques, on pourra même décrire des objets théoriques de dimension fractionnaire 5,7, 100,6 ou 1 025,6, etc.

deux coordonnées puisque le carré est de dimension 2, pourrait être considéré comme étant un point situé sur la courbe en question qui, elle, est de dimension 1. On pourrait donc décrire ce point à l'aide d'une seule coordonnée, soit la distance du début de la courbe de Péano jusqu'à l'endroit où il se situe sur cette courbe. Le moins qu'on puisse dire, c'est que cette idée était assez révolutionnaire à l'époque et qu'on était encore loin d'y trouver des applications concrètes.

Après ce premier exemple donné par Péano, plusieurs mathématiciens se sont amusés à imaginer des courbes aux formes plus curieuses les unes que les autres. Parmi celles-ci, la courbe du mathématicien suédois Helge von Koch retient notre attention parce qu'elle illustre bien et simplement ce phénomène. Le principe de construction en est le suivant: on divise le segment de droite en trois et on remplace la partie médiane par un angle constitué de deux segments d'égale longueur et on répète la même opération sur les quatre nouveaux segments ainsi obtenus, et ainsi de suite, un nombre infini de fois.

Ce que Mandelbrot appelle aujourd'hui des objets fractals, ce sont donc ces objets à structure périodique, construits par la répétition d'un thème central à plusieurs échelles successives. Si on réfléchit un peu à la courbe de von Koch, on observe la chose suivante: nous sommes en présence d'une courbe qui reste toujours prisonnière des mêmes extrémités, soit le carré, mais qui, à mesure qu'on lui ajoute des excroissances, occupe de plus en plus d'espace. Si on continue cette opération à l'infini, l'espace occupé par la courbe de von Koch sera à la limite plus grand que celui occupé par une simple courbe ordinaire. C'est pourquoi l'on dira de ce type de courbes que ce sont «plus que des courbes mais moins que des surfaces».

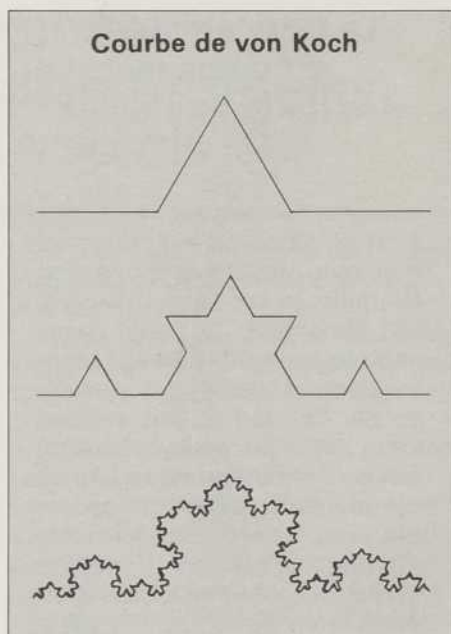
On développera donc des techniques mathématiques qui nous permettront de quantifier les dimensions de ces nouveaux objets: les objets qui seront plus qu'une courbe mais moins qu'une surface auront une dimension comprise entre 1 et 2; les objets qui seront plus qu'une surface et moins qu'un volume auront une dimension comprise entre 2 et 3, etc. La dimension exacte attribuée à chacune de ces courbes dépendra de la façon dont la courbe aura été construite.

A l'époque, ce nouveau concept de dimension amusa les mathématiciens pendant quelque temps, puis n'y voyant pas de perspectives intéressantes ou d'applications concrètes, les recherches dans ce domaine furent peu à peu abandonnées. Aucune théorie globale ne fut élaborée à l'époque. Ce n'est que tout récemment qu'un mathématicien d'origine française, Benoît Mandelbrot, professeur à Harvard et chercheur pour IBM, a suscité un regain d'intérêts pour ces courbes en donnant, dans son livre *Les objets fractals, forme, hasard et dimension*, de nombreux exemples tirés de la nature. On peut souligner que ce livre est rapidement devenu un best-seller, ce qui est assez rare pour un ouvrage mathématique.

UN FLEUVE DE DIMENSION FRACTIONNAIRE

Mandelbrot a réussi à établir un lien entre des courbes du type de celles de Peano ou de von Koch et, par exemple la surface interne d'un poumon, un réseau fluvial ou même les cratères de la Lune. Ainsi, supposons que l'on veuille étudier la géographie du fleuve Saint-Laurent et de ses affluents. Comme première étape, on prend une photo aérienne à environ six kilomètres de la surface de la Terre; le fleuve y apparaîtra comme une ligne presque droite et ses affluents, comme des lignes plus minces dont on ne distinguera pas très bien les nombreux détours. Grossissons maintenant notre échelle et prenons une seconde photographie, cette fois-ci à une distance de trois kilomètres. On obtiendra ainsi plus de détails: les quelques détours que l'on pouvait apercevoir sur la première photo sont multipliés par un facteur qui dépend de notre nouvelle échelle. Sur une troisième photo, prise à 300 mètres, le réseau fluvial sera représenté de façon très détaillée et nous pourrions même distinguer les affluents des affluents principaux du fleuve, et ainsi de suite. En examinant cette série de photographies de plus en plus précises, on se rend compte que plus notre échelle grossit, plus le réseau fluvial semble se ramifier.

Mandelbrot a montré qu'on pouvait établir une analogie entre la façon dont on construit les courbes de dimension fractionnaire soit en répétant une structure de base à différentes échelles et la représentation géographique d'un fleuve



Le principe de construction de la courbe de von Koch est le suivant: on divise en trois un segment de droite initial et on remplace la partie médiane par un angle constitué de deux segments d'égale longueur. On obtient alors une ligne formée de quatre segments. On répète l'opération en faisant apparaître un angle au milieu de chaque segment, et ainsi de suite, indéfiniment. On obtient alors une figure qui remplit presque une surface, mais jamais tout à fait. C'est pourquoi on dit qu'elle est plus qu'une courbe et moins qu'une surface.

En calculant la dimension fractale de la courbe de von Koch, on obtient 1,261. En effet, à chaque étape de la construction, le nombre de segments s'accroît selon la progression 1, 4, 16, 64, 256... tandis que la longueur totale, elle, suit la progression 1, 4/3, 16/9, 64/27, 256/81, ... C'est-à-dire qu'à chaque transition, la longueur de la courbe augmente d'un facteur 4/3.

ou d'un littoral lorsqu'ils sont étudiés à des échelles de plus en plus grandes. Naturellement, le modèle théorique et le modèle pratique ne coïncident pas parfaitement, mais on obtient quand même un degré de précision très intéressant. Dans le cas d'une courbe, on peut facilement imaginer notre dessin initial se répétant à l'infini, tandis qu'en pratique, nous sommes évidemment limités par les contraintes physiques: en effet, on ne peut pas prendre une infinité de photographies à une altitude de plus en plus faible.

Pour déterminer quelle serait la dimension du réseau fluvial du Saint-

Laurent, il suffirait de mettre en relation la série de photos obtenues de la façon qu'on vient de décrire, avec une suite de courbes du type de celles de Peano ou de von Koch. La suite de courbes que l'on choisirait devrait ressembler le plus possible à la série de photographies du Saint-Laurent, puis des méthodes mathématiques permettraient de trouver la dimension de la suite de courbes ainsi obtenue.

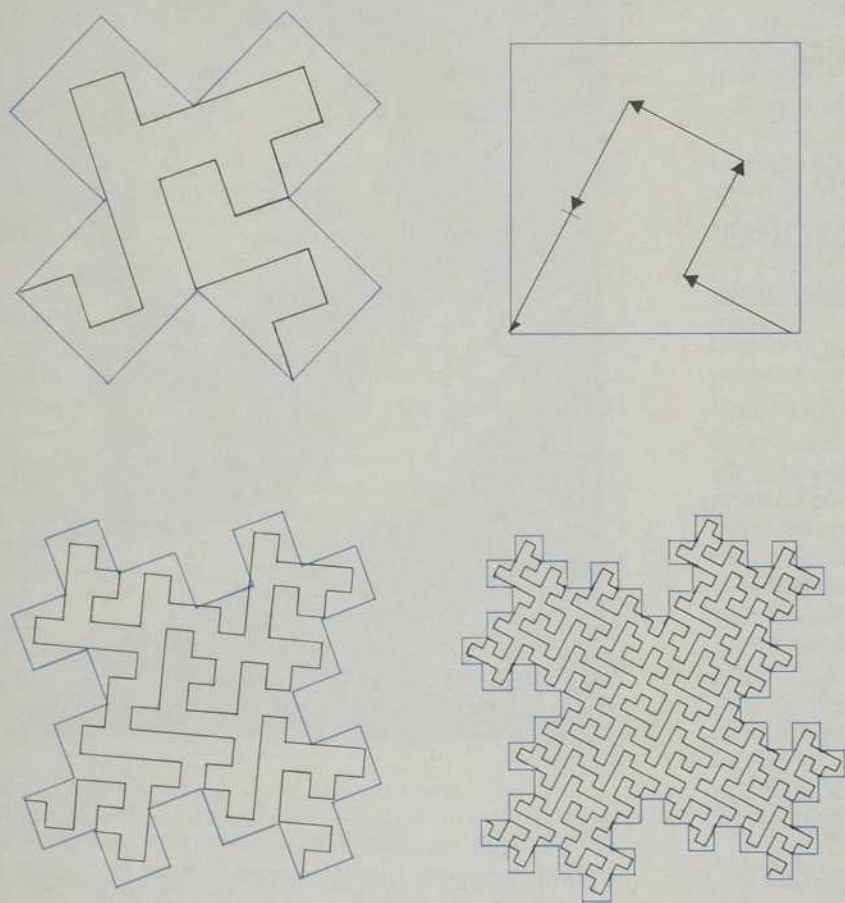
De la même façon, Mandelbrot a montré que l'on pouvait étudier la structure du système vasculaire, la distribution spatiale des objets célestes, ou la distribution géographique des cratères lunaires. Il a aussi appliqué ces analogies de façon très satisfaisante en chimie, pour l'étude des polymères, et en physique, pour l'étude du mouvement brownien. Dans chacun de ces cas, le principe est le même: une étude du phénomène à des échelles successives et un rapprochement avec des courbes ou des surfaces théoriques de dimension fractionnaire.

LA RENCONTRE DE LA THÉORIE ET DE LA RÉALITÉ

Les mathématiques ont tendance à décrire un monde parfait. Elles développent des systèmes, élaborent des modèles qui décrivent des formes épurées, simplifiées. Même si les formes les plus simples sont des exceptions, d'un point de vue historique, c'est à l'aide de ces formes que l'on a tout d'abord classifié les objets: au début il y avait les cercles, les triangles, les rectangles... puis vinrent les trapèzes, les hexagones, les octogones... et ensuite les équations...

La Terre que l'on représente habituellement comme une sphère serait mieux décrite si on employait une sphère aplatie aux deux bouts, et encore mieux si cette sphère aplatie était cabossée sur sa surface et ainsi de suite... Pour une description de plus en plus complète de la Terre, on calculera son rayon, son diamètre, sa surface, son volume... et alors nous aurons besoin de chiffres, de nombres, d'équations, de formules: ce sont les mathématiques qui nous les fourniront. Si on veut aller encore plus loin, on voudra connaître les distances qui séparent la Terre des astres qui l'entourent, la vitesse à laquelle elle se déplace, sa place exacte et son influence sur le monde spatial dans lequel elle se trouve: tous ces renseignements ne pourront

Courbe de Peano



Pour construire une courbe de Peano, on trace d'abord une sorte de zigzag, un polygone à cinq côtés qui fait de son mieux pour remplir un carré. Dans une deuxième étape, on décompose chacune des longueurs initiales en une suite de cinq longueurs plus petites. Autrement dit, chaque côté du polygone initial devient une version réduite du polygone initial, et on répète l'opération indéfiniment. Ce qu'on appelle une courbe de Peano, c'est la courbe que l'on obtiendrait si on pouvait continuer le processus indéfiniment. En tenant compte du facteur d'augmentation de la longueur de la courbe à chaque étape, on peut calculer que la dimension fractale d'une courbe de Peano est de 1,365213

être obtenus qu'à condition d'avoir à sa disposition des systèmes abstraits qui, eux, nous sont encore fournis par les mathématiques.

L'avancement de la connaissance du monde dans lequel nous vivons est en relation étroite avec les modèles mathématiques employés pour le décrire. Au cours de l'histoire, il est arrivé fréquemment qu'un physicien se retrouve dans une impasse dans sa recherche de l'expli-

cation du monde, faute d'avoir à sa disposition les outils théoriques nécessaires que sont les modèles mathématiques. Ce problème s'est posé à un physicien aussi célèbre qu'Einstein. Dans son enthousiasme pour l'étude du comportement des phénomènes physiques, Einstein était porté à se désintéresser ou plutôt à s'éloigner de l'abstraction des modèles mathématiques. Bien qu'il se servit obligatoirement des mathématiques comme

langage pour expliquer ses découvertes physiques, il s'intéressait moins à l'aspect théorique de ses recherches. Que faisait-il lorsqu'il se trouvait à court d'équations pour traduire ses théories? Eh bien, ce que font tous les physiciens du monde, il s'adressait à ses amis les mathématiciens! Ce sont eux qui créeront et élaboreront les langages théoriques dont les physiciens ont besoin pour s'exprimer. C'est ce qui explique le lien étroit qui relie la nécessité du développement des mathématiques en tant qu'outil théorique avec une meilleure connaissance du monde physique.

Plus on veut englober un grand nombre de phénomènes dans notre description du monde physique, plus les systèmes mathématiques nécessaires doivent être sophistiqués. Il existe de nombreux exemples de modèles mathématiques déjà élaborés qui n'ont jamais servi à décrire quoi que ce soit: il va de soi que, pour un mathématicien, une théorie est toujours fascinante en elle-même. Enthousiasme de théoricien! Mais ce qui retient l'attention du monde scientifique, c'est souvent le lien étroit entre la théorie et les phénomènes naturels qu'elle représente. L'universalité de la théorie est aussi un facteur important. Ce qui a fait la force et l'importance des théories de la relativité restreinte et générale d'Einstein a été, d'une part, la relation parfaite entre une description du monde incluant le temps et les équations mathématiques disponibles, et, d'autre part, l'universalité de la théorie fournie en ce sens qu'elle appliquait aussi les phénomènes déjà connus.

Dans le cas des dimensions fractionnaires, quoiqu'il soit possible de représenter certains phénomènes de la nature à l'aide des courbes que nous donnait la théorie, rien ne nous permet de décider à l'heure actuelle si ces représentations seront vraiment utiles en pratique ni même s'il n'existe pas de théorie plus adéquate pour les décrire. Il ne semble pas pour l'instant que les travaux de Mandelbrot deviendront aussi célèbres ni ne s'avéreront aussi importants que ceux d'Euclide ou d'Einstein. Toutefois, il est certainement très encourageant de se rendre compte qu'il existe des liens étroits entre des systèmes purement abstraits et des réalités physiques, même si cela ne se produit qu'une centaine d'années après l'étincelle initiale ☐

PRENDRE EN CHARGE NOTRE MORT

Pour David Roy,
déprofessionnaliser
la mort, cela signifie
respecter le droit
de tout être humain
de mourir dans la dignité

Propos recueillis par Jacques Larue-Langlois

David J. Roy a 42 ans et est directeur du Centre de bioéthique de l'Institut de recherche clinique de Montréal. Américain d'origine, il est prêtre de la Congrégation du Saint-Sacrement, docteur en théologie et impliqué dans les domaines de la médecine et de la bioéthique depuis huit ans. Arrivé au Québec en 1976, il a appris très rapidement à maîtriser le français et enseigne présentement, aux facultés de médecine des universités McGill et Laval, l'éthique médicale et la jurisprudence.

À l'occasion d'une communication au colloque de la revue *Critère* sur la déprofessionnalisation, il mettait de l'avant, il y a quelques mois, des idées entièrement nouvelles, celles d'une génération montante de médecins et de philosophes, sur une déprofessionnalisation de la mort impliquant le droit pour tout être humain de mourir avec dignité.

Jacques Larue-Langlois l'a rencontré pour les lecteurs de *Québec Science* afin de préciser d'abord le sens même de la bioéthique, une science relativement nouvelle.

David Roy: La bioéthique comme telle — le mot est très récent — est en effet une science relativement nouvelle et les cours de bioéthique dans les universités sont, eux, très neufs et encore rares. Aux États-Unis, les instituts de bioéthique Kennedy à Washington et Hastings à New York ont été fondés il y a dix ans, au début de l'année 1970. On compte également quelques autres petits instituts de même nature aux États-Unis et le Centre montréalais est le seul du genre au Canada.

Québec Science: La bioéthique, c'est en somme l'introduction d'une morale nouvelle, contemporaine, dans la pratique de la médecine?

D. R. — Exactement. Dans la pratique de la médecine, et aussi dans la recherche médicale et dans la recherche biomédicale. Cette dernière est à la frontière de la médecine et a beaucoup à faire avec la reconstruction de l'homme, si je peux m'exprimer ainsi. C'est-à-dire que, dans les domaines du contrôle du comportement humain et de la génétique humaine, nous assistons à la naissance d'une technologie pour reconstruire



Christian Belleau

ou réformer l'être humain. Cela nous éloigne des buts traditionnels de la médecine et pose toute une série de problèmes d'ordre légal, moral et social. C'est pour faire face à ces problèmes émanant des développements en biomédecine que les instituts de bioéthique ont été mis sur pied.

Q. S. — Mais ces instituts ont-ils effectivement une influence réelle sur la pratique de la médecine depuis qu'ils existent?

D. R. — Oui, je le pense. Il est cependant difficile de mesurer cette influence, mais il y a des signes. Par exemple, les conférences des cours de spécialisation en médecine incluent presque régulièrement maintenant une section sur l'aspect éthique de cette spécialisation. Dans le domaine de l'insémination artificielle, qui est partiellement thérapie et partiellement reformulation de la fonction de reproduction, une commission fédérale de réglementation a créé un poste de représentant de l'éthique, poste que j'occupe présentement. Maintenant, dans les hôpitaux, on compte régulièrement des personnes ressources pour l'éthique médicale qui travaillent avec les médecins et les infirmières; les écoles de médecine du Canada ont entrepris de donner des cours sur l'éthique médicale.

Ici, au Québec, nous avons déjà un cours de ce genre pour les étudiants de quatrième année en médecine à l'université McGill, de même que, depuis le début de cette année, pour ceux de l'université Laval, et nous prévoyons implanter des cours de ce type à l'Université de Sherbrooke et peut-être aussi à l'Université de Montréal.

De plus, nous publions des articles dans plusieurs revues médicales et tenons régulièrement des colloques et des séminaires pour des médecins et des infirmières. Il y a donc, je crois, toute une évolution de la conscience en médecine, où il n'est plus seulement question de technologie et de science médicale mais aussi de conflits de valeur qui se glissent dans presque toute décision médicale, particulièrement face à l'acte de mourir.

Q. S. — Justement, la bioéthique introduit une nette démarcation entre la mort et l'acte de mourir. Qu'en est-il?

D. R. — La plupart d'entre nous avons peur de la mort comme telle, mais nous ne possédons que peu de contrôle ou d'influence sur le moment même où elle se produit. Le processus de mourir peut-être indolore ou extrêmement souffrant; il peut être aliéné ou très enrichi par tous nos contacts interpersonnels avec nos familles et les personnes que nous aimons; il peut être prolongé sans nécessité par la science ou alors laisser au mourant une certaine dignité, un certain degré de conscience. Pour résumer, il est possible de donner au mourant un contrôle sur le processus de mourir qui, s'étendant sur des heures, des jours ou même des semaines, devient une expression de la vie, un acte de vivre, à condition que le mourant ne soit pas manipulé dans les hôpitaux comme un objet mourant mais comme une personne humaine en train de mourir. Il faut permettre à chacun de mourir dans un sens actif, comme dans l'exécution d'une danse ou d'une chanson.

C'est une faute, à mon avis, de plonger le patient dans un état d'inconscience pour gagner un jour, deux jours, quelques moments supplémentaires de vie biologique au prix d'une perte de conscience de la vie humaine.

Q. S. — Est-ce qu'il y a en réalité plusieurs façons de mourir?

D. R. — Il y a autant de façons de mourir qu'il y a de mourants, c'est-à-dire d'individus différents. Ce qui compte, c'est de pouvoir placer le patient au centre de cette activité de mourir: ce n'est plus le médecin qui est le plus important à ce moment-là, ni l'infirmière, c'est le mourant lui-même.

Plusieurs personnes ont une grande peur de mourir parce qu'elles craignent de devenir simplement un objet ou d'être complètement déformées par la douleur alors qu'aujourd'hui nous pouvons, la plupart du temps, contrôler la douleur même dans le cas des formes de cancer les plus avancées. Bien sûr, il y a des médecins qui ne savent pas comment le faire, mais la connaissance est là. Il suffit de la répandre. Il y a même des drogues qui peuvent contrôler la douleur sans que le patient perde conscience ou que celle-ci ne s'affaiblisse. Il existe toute une série de drogues qui ont été expérimentées, le Brompton Cocktail, les différents mélanges de morphine et d'héroïne, qui laissent le patient conscient et en possession de toutes ses facultés.

Q. S. — On peut dire qu'au cours des siècles, les façons de mourir ont changé considérablement?

D. R. — Certainement. Au moyen-âge, si on s'en réfère à Philippe Ariès dans *Les attitudes occidentales face à la mort: du moyen-âge à aujourd'hui*, c'était le mourant qui était vraiment en charge du processus de mourir. C'est lui qui

appelait ses parents, ses voisins, qui tenait à remercier lui-même toutes ces personnes. C'était une espèce de rite auquel ne participait même pas le ministre du culte, le prêtre; celui qui était au centre de l'acte de mourir c'était le mourant lui-même.

C'est exactement dans cette direction que nous nous dirigeons à nouveau quand nous parlons de déprofessionnaliser la mort. Bien entendu, le médecin a un rôle à remplir, de même que les infirmières, mais ils doivent se retirer pour permettre au mourant de prendre en charge sa propre mort, son expression ultime.

Q. S. — On en vient à se demander si ce qu'on fait au mourant est véritablement toujours quelque chose qu'on fait pour le mourant. Est-ce que la science médicale est en mesure de vraiment faire quelque chose pour lui, surtout quand le processus de la mort est lent et s'échelonne sur plusieurs semaines ou même plusieurs mois. N'est-il pas difficile de toujours poser le bon geste dans ces cas-là?

D. R. — D'abord, il ne faut jamais perdre de vue qu'un mourant est un vivant. Il faut respecter toute l'intégrité, l'autonomie absolue d'un patient qui est en train de mourir. Il ne faut surtout pas voir en lui un défi pour la médecine. Celle-ci doit s'appliquer à faire quelque chose pour le patient: ou elle peut le guérir ou elle peut le soulager de ses douleurs. Si ni l'un ni l'autre ne sont possibles, elle peut lui offrir l'euthanasie et la chance de mourir tout de suite.

Cette idée, grossièrement exprimée ici, implique un abandon du mandat médical traditionnel, de l'idée que «je dois intervenir parce que je suis médecin». Dès l'instant où je suis en posture de reconnaître que la médecine a ses limites dans un cas donné, je ne puis rien faire d'autre qu'être personnellement présent à cette personne. Le mourant est là, nu, devant une réalité existentielle profondément humaine, la mort, et le médecin, l'infirmière, le prêtre, le travailleur social doivent laisser tomber le masque de la profession qu'ils exercent pour être là comme individus, avec leurs connaissances mais aussi avec leurs peurs, leurs incertitudes et tout ça. À ce moment-là, c'est la seule façon d'intervenir.

Q. S. — Pour y arriver, il faudra, je suppose, lutter contre une espèce d'autorité sociale ou morale dont se réclament les médecins. Cette autorité, que vous qualifiez d'esculapienne, leur vient-elle d'office avec leur diplôme?

D. R. — Pratiquement, oui. Quand je parle de l'autorité esculapienne, je parle d'une réalité de notre société; mais une autorité n'est pas seulement prise par quelqu'un, elle est toujours un peu donnée. Ce qui veut dire que c'est nous, la société, qui avons jusqu'ici donné au médecin, sans en être vraiment conscients peut-être, une forme d'autorité: nous avons reconnu le médecin comme le spécialiste du processus de mourir, ce qu'il n'est pas du tout.

Jusqu'ici la plupart des médecins n'ont jamais eu, tout au long de leur éducation médicale, un seul cours sur l'acte de mourir. Ces cours viennent tout juste de commencer dans quelques écoles de médecine. Souvent le médecin est très embêté devant la mort. Je le sais pour avoir travaillé avec des médecins depuis de nombreuses années. Il est arrivé fréquemment que les médecins me disent: «David, c'est vous qui

devez aller parler à ce patient parce que, moi, je n'en suis pas capable. Il n'y a rien que je puisse faire maintenant.»

Grâce à un certain mouvement pour le droit des patients qui se dessine depuis six ou sept ans, nous sommes finalement en train de reconnaître que l'autorité dans le processus de mourir, c'est le patient, s'il est conscient. Le médecin possède une certaine autorité scientifique vis-à-vis des médicaments à administrer, mais seul le patient, l'acteur principal, a l'autorité de dire: «Je veux que tous ces traitements cessent. Je veux être conscient maintenant. Je refuse d'être entouré de tout un appareillage technique qui empêche mes relations avec ma femme ou avec mes enfants. Laissez-moi donc mourir en paix maintenant.»

Q. S. — Cette autorité esculapienne du médecin, vous la divisez en trois parties: l'une que vous appelez sapientiale et qui lui vient de sa science médicale, une autre qui est d'ordre moral et qui découle de son rôle social et une dernière enfin qui est charismatique et que vous qualifiez, elle, de «dangereuse».

D. R. — Très dangereuse et très nécessaire en même temps. Cette autorité charismatique dont jouit le médecin est celle qui vient à quelqu'un qui sait quoi faire dans une situation où toutes les règles que nous connaissions jusque-là ne fonctionnent pas. Face à une situation nouvelle, il faut faire quelque chose et, justement, voici cette personne qui sait ce qu'il faut faire. Cette personne, le médecin, est donc en position d'exercer une forme d'autorité. Mais s'il se met à appliquer cette autorité charismatique à des situations où il ne sait pas plus que les autres ce qu'il faut faire, c'est très dangereux...

La seule personne qui a autorité et compétence sur la mort d'une personne est justement cette personne qui meurt elle-même. Bien sûr, il faut considérer que nous ne vivons pas tout seuls et, par conséquent, que nous ne mourons pas tout seuls non plus. Si, dans ma vie, des personnes m'ont donné beaucoup du fait que j'ai eu une vie riche, il peut arriver qu'elles participent aussi à mon acte de mourir et en deviennent l'acteur ou les acteurs principaux avec moi. C'est le cas de personnes qui s'aiment profondément l'une et l'autre et qui entrent ensemble dans le processus de mourir: j'ai vu des médecins qui meurent un peu avec des patients qui leur étaient chers, comme des enfants par exemple.

Q. S. — Et que doit-on penser du rôle de la famille dans le partage des responsabilités, dans le cas d'une décision critique par exemple? La famille a-t-elle une responsabilité ultime, un droit ultime? Et a-t-elle la chance de l'exercer aujourd'hui?

D. R. — Lorsque le patient n'est pas conscient, il faut reconnaître à la famille le droit de déterminer, avec les médecins et les infirmières, comment le patient doit être traité. Il est évident que la famille a toujours besoin des connaissances et de l'expérience des médecins quand il s'agit, par exemple, de prendre une décision en faveur d'un traitement chimiothérapique ou radiothérapique ou de toute autre thérapie expérimentale comme dans le cas de la maladie de Hotchkins. Ce n'est pas n'importe quelle famille qui peut dire, comme dans un supermarché: «J'aime la chimio mais pas la radio.» Dans ces cas-là, les discussions doivent amener des décisions conjointes.



Christian Belleau



Christian Belleau

Si, d'autre part, il est question de prolonger la vie biologique du mourant pendant quelques semaines, comme dans le cas de Carol Ann Quinlan, à New York, je pense que nous devons reconnaître que c'est la famille qui a le droit de se prononcer. Il pourra toujours se trouver quelqu'un d'autre, médecin, infirmière ou connaissance du mourant, pour dire: «Cette famille ne respecte pas le droit à la vie de sa grand-mère; elle souhaite sa mort parce que c'est une femme très riche et qu'elle va hériter de son argent.» Dans un tel cas, cette personne devra se présenter devant un tribunal pour obtenir un mandat de traitement. Il y a là une situation exceptionnelle de débat mais, normalement, la famille et les médecins sont en mesure de prendre une décision raisonnable pour un patient qui n'est pas conscient.

Q. S. — Il y a aussi le cas de la réanimation (on parle même de «ressuscitation») lors d'une mort cérébrale circonvenable. Qui peut ou doit être ranimé? Qui décide encore une fois?



Christian Belleau

D. R. — Le problème de la réanimation se pose dans les cas de collapsus cardio-pulmonaire alors que les systèmes de circulation et de respiration cessent de fonctionner mais peuvent être réanimés artificiellement. Sous ce rapport, le Beth Israël Hospital, à Boston, est la seule institution au monde, à ma connaissance, qui ait formulé une politique cohérente. On y prévoit que c'est le patient lui-même, avant de devenir inconscient naturellement, qui a le droit de décider et de dire à son médecin: «Si je tombe, je veux être réanimé», ou alors: «Si je tombe, je veux qu'on me laisse mourir». Si le patient n'est pas conscient et ne peut donc prendre lui-même la décision, les médecins n'ont pas le droit de décider à sa place. Ils doivent consulter la famille et inscrire la décision de celle-ci au dossier médical du patient.

Une autre attitude dans ce cas est celle du «*Report on Optimum Care for Hopelessly Ill Patients*», préparé par le Massachusetts General Hospital, où toute l'équipe médicale est au centre du processus de décision. Naturellement, au Beth Israël, l'équipe médicale participe aussi à la décision mais en collaboration avec le patient et sa famille.

Je pense que c'est dans les cas de réanimation que les médecins font le plus d'erreurs en Amérique du Nord. C'est dans ce domaine qu'interviennent très souvent des crises inter-personnelles entre médecins et infirmières. J'ai en main un tas de rapports traitant en général de cas où le médecin a tout simplement inscrit au dossier «pas de réanimation» et où il se produit un léger changement dans la situation du patient. L'infirmière, seule en charge du patient au milieu de la nuit, se dit: «Il faut faire quelque chose, il a une chance de s'en tirer» et le conflit est en branle.

À mon avis, il est bien évident que le médecin ne peut prendre la décision tout seul: il doit informer toute l'équipe médicale et tenir compte de l'opinion de chacun comme, bien entendu, de celle des membres de la famille. Très souvent, il y a trois, cinq, huit personnes qui sont impliquées et qui devraient avoir voix au chapitre.

Q. S. — Est-ce que le vrai problème n'est pas finalement de reconnaître la mort biologique de la mort cérébrale? Et est-ce qu'il est possible de trancher ce problème scientifiquement?

D. R. — Oui, je crois que nous sommes finalement en train d'accepter, dans notre société, qu'il existe une mort cérébrale, une mort totale du cerveau, qu'il est possible de déterminer selon les critères de Harvard. Dès 1968, à l'Université de Harvard, un comité *ad hoc* a donné une définition des signes cliniques de la mort cérébrale. Quand ces signes cliniques se manifestent et qu'il y a donc mort totale du cerveau, je pense qu'il n'y a pas de problème moral à déclarer: «Le patient est mort. Débranchez toutes les machines.»

Q. S. — Ces signes sont-ils faciles à identifier?

D. R. — Oui, assez faciles. Premièrement, il y a absence de choc-réflexe chez le patient. Deuxièmement, il n'y a aucun mouvement spontané extérieur ou intérieur, c'est-à-dire aucun mouvement spontané du cœur et des poumons. Troisièmement, il n'y a aucune sensibilité à la douleur interne ou externe et, dans ce cas, le test de l'eau froide dans les oreilles sans réaction est aussi bon que n'importe quel autre.

Quatrièmement, et il s'agit ici de la confirmation définitive, un électro-encéphalogramme plat pendant 24 heures (nous tentons présentement d'abréger cette période à six heures, ce qui nous semble concluant). Si ces quatre critères sont remplis, on peut sans crainte déclarer que le patient est mort.

Q. S. — Il s'agit finalement du droit pour tous les humains de mourir rapidement. Ce droit existe-t-il en fait?

D. R. — Si vous voulez dire le droit au suicide, la réponse est non. Dans certains cas cependant, où la douleur est très grande, je respecte ce droit en me fondant, entre autres, sur un document émis en 1954 par le pape Pie XII, à l'intention des neurochirurgiens. Selon ce document, le patient a le droit de refuser les traitements et de choisir la mort si ceux-ci sont plus douloureux que le fait d'affronter la mort, s'ils ne garantissent pas une vie à peu près normale et s'ils coûtent très cher. En fait, quand le patient devient, avec le traitement, un phénomène médical ou, pire encore, un prolongement des appareillages technologiques de l'hôpital, il a le droit de refuser cette situation... en général, car évidemment chaque cas peut être différent des autres.

Q. S. — Est-ce que tout ça n'implique pas que finalement la vie biologique n'est pas un absolu en elle-même?

D. R. — Certainement qu'elle n'est pas un absolu. Il y a d'autres valeurs qui sont bien plus importantes que la vie biologique. Si la vie biologique est une valeur absolue plus importante que toutes les autres, je n'ai pas le droit de sauter dans le Saint-Laurent pour sauver quelqu'un en me mettant moi-même en danger de perdre la vie. Rien n'est absolu. Tout



Christian Belleau

Mourir avec dignité

Pour David Roy, la déprofessionnalisation de la mort implique le droit pour chacun de mourir avec dignité. Il s'explique:



1. mourir sans le fracas frénétique de la technologie mise en branle pour arracher au mourant quelques heures supplémentaires de vie biologique;
2. mourir sans les douleurs atroces qui monopolisent toute l'énergie et la conscience du mourant;
3. mourir dans un entourage digne d'un être humain sur le point de vivre ce qui pourrait être «sa plus belle heure»;
4. mourir en entretenant avec les gens autour de soi des rapports humains simples et riches;
5. mourir comme un exécutant qui est en mesure de pratiquer ce difficile accomplissement, l'*ars moriendi*;
6. mourir les yeux ouverts en regardant courageusement les choses en face et en acceptant ce qui arrive;
7. mourir l'esprit ouvert, en acceptant que certaines des questions que la vie a posées demeurent sans réponse;
8. mourir à cœur ouvert, c'est-à-dire en étant préoccupé du bien-être de ceux qui restent en vie.

est toujours relatif à d'autres valeurs, mais la vie biologique doit d'abord être relative au choix de la personne qui la vit. Tout autre point de vue pourrait nous mener à déclarer que la paix de notre famille est beaucoup plus importante, donc d'une plus grande valeur, que la continuation de la vie biologique de cette femme de 85 ans, notre grand-mère, ce qui nous donnerait la liberté de la soustraire à la vie. C'est ici que le principe commence à être dangereux.

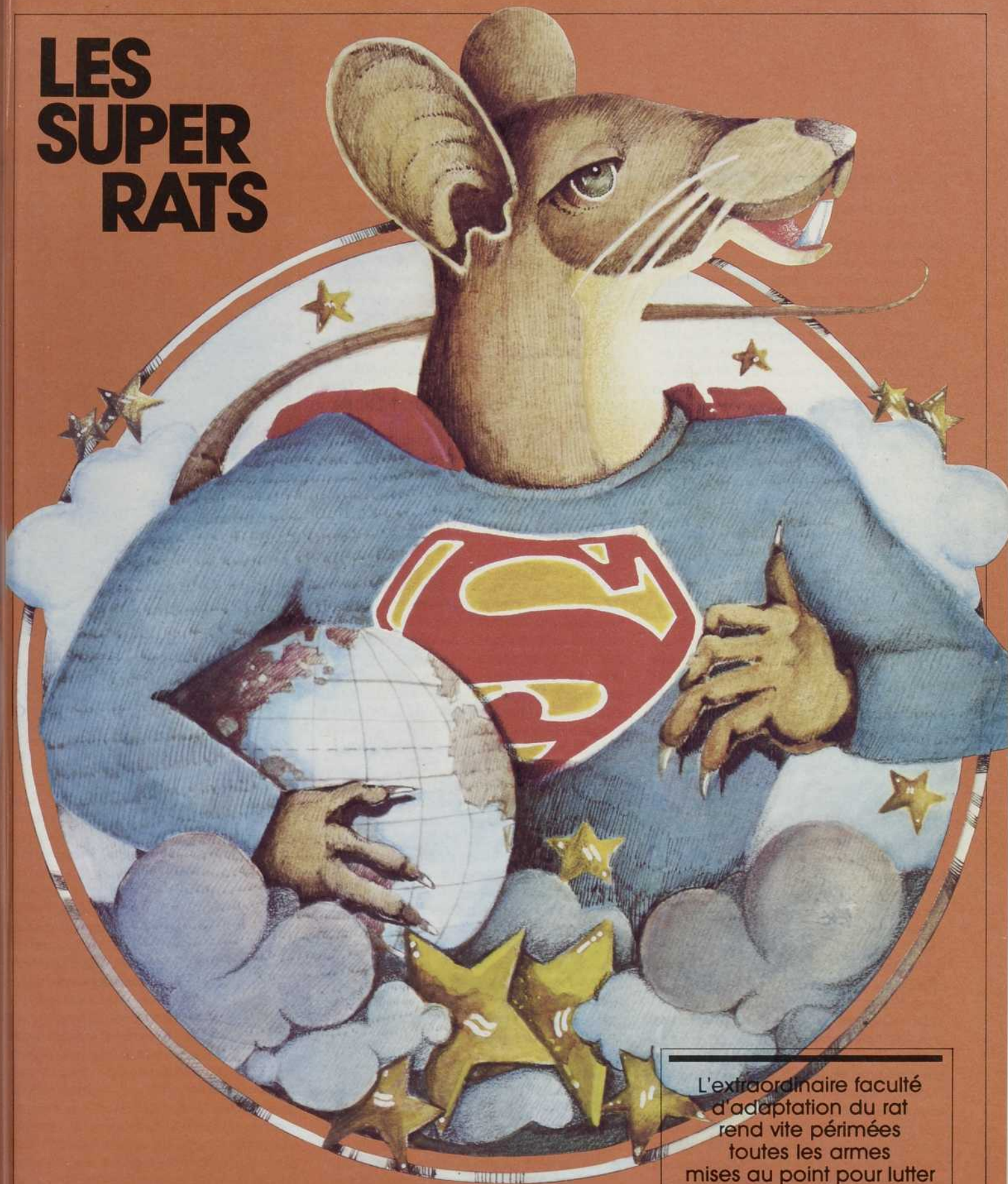
Q. S. — Pouvez-vous entrevoir des changements importants dans l'attitude de la société en général face à l'acte de mourir?

D. R. — Oui, je crois que nous pouvons constater une sérieuse évolution sur ce plan en Amérique du Nord et en Europe. Cela devient une nouvelle attitude de notre culture. Et je pense que l'évolution va très vite maintenant et qu'en l'espace de cinq ans ce sera une acquisition culturelle assez solide.

Q. S. — Il importe donc de faire de nombreux efforts pour rendre les professionnels de la mort — parce qu'il y en a encore — les médecins, le personnel des hôpitaux, conscients de ce problème?

D. R. — Oh Boy! Il y a beaucoup à faire pour en arriver là. Il reste plusieurs personnes directement concernées qui n'ont jamais rien entendu de tout ça ☹

LES SUPER RATS



L'extraordinaire faculté
d'adaptation du rat
rend vite périmées
toutes les armes
mises au point pour lutter
contre ce voisin
écologique de l'homme

par Luc Chartrand

Que deviendrait la vie terrestre au lendemain d'une catastrophe nucléaire? Les auteurs de science-fiction ont évoqué un monde devenu soit stérile, soit dominé par les singes ou par une espèce humaine mutante. En fait, il apparaît de plus en plus évident qu'en cas de pareil cataclysme, nos successeurs sur la planète seront les rats!

Entre 1948 et 1958, l'armée américaine procéda à 43 essais nucléaires sur l'archipel d'Enewetak dans le Pacifique. Quand, en 1965, des biologistes retournèrent aux îles, ils y trouvèrent de nombreuses traces de radioactivité dans le sol, les plantes et la vie aquatique. Ils s'aperçurent également que les îles abritaient des rats. Beaucoup de rats. On en captura plusieurs spécimens et on ne leur trouva aucune déformation spécifique, aucune caractéristique majeure, sauf qu'ils avaient acquis une longévité supérieure à celle d'un rat normal...

Le docteur Georges Sacher, de Virginie, a mené une série d'expériences sur la résistance animale à la radioactivité. Parmi ses cobayes, on comptait 162 rats noirs (*Rattus rattus*). «De tous les animaux étudiés, nous dit le Dr Sacher, le rat est certainement celui qui résisterait le mieux à une guerre nucléaire.» Mais au fond, cela n'est guère surprenant de la part de ce petit quadrupède qui n'en est pas à son premier «scoop» dans le journal de l'humanité. Jamais nous n'aurons tant investi dans le but d'exterminer une espèce et jamais nous n'aurons si peu réussi. Envers et contre tous les moyens technologiques mis en œuvre pour le détruire, le rat continue à proliférer et connaît une véritable explosion démographique en certains points du monde.

Certains rats du 20^e siècle ont même acquis une résistance génétique aux plus formidables poisons employés contre eux. Au point que les biologistes les appellent maintenant des super-rats. Mais qu'il soit «super» ou non, le rat possède déjà suffisamment d'atouts pour susciter notre admiration. Les gens connaissent bien peu cet animal qu'ils côtoient pourtant chaque jour (sans le voir). Le rat d'égout — que certains croient à tort gros comme un chat — peut passer par une ouverture à peine plus grosse qu'une pièce de vingt-cinq cents. Il est également très bon nageur, tant en surface que sous l'eau. Des expériences

ont montré qu'un rat peut nager jusqu'à 80 heures à contre-courant avant de se noyer. C'est ainsi qu'il peut remonter les tuyaux d'égouts et pénétrer dans une maison sans problème par le cabinet de toilette.

Il est capable d'escalader un mur de brique ou de se promener sur un fil en utilisant sa queue comme balancier. Il peut tomber du haut de cinq étages et s'en tirer indemne. Il peut gruger indifféremment des conduits d'égouts ou de minces couches de métal. Ses dents déploient une force fantastique de 1 690 kilogrammes au centimètre carré. Finalement (et j'en passe), un seul couple de cette charmante espèce pourrait engendrer 20 millions de descendants en trois ans si tous survivaient pendant cette période!

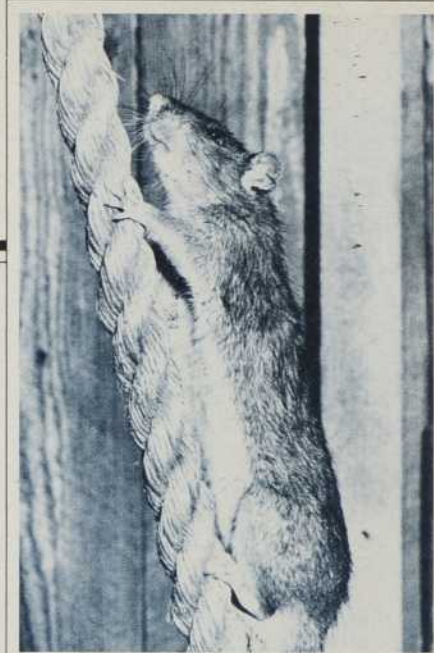
Rassurez-vous, le rat ne vit trois ans que lorsqu'il se trouve en laboratoire. À l'état sauvage, il atteint rarement un an. Les rats ont découvert bien avant nous les vertus de la planification des naissances; ils ne se reproduisent que dans la mesure où espace vital et nourriture abondent. Bref, il est difficile de trouver autre chose que des qualités à ce petit rongeur qui est, avec l'homme, le seul animal à avoir envahi la terre.

VICTIME DE PARTISANERIE

De toute la classe des mammifères, l'ordre des rongeurs est sans doute le plus important. Il regroupe 3 000 espèces, du castor à l'écureuil volant, en passant par le porc-épic. Au total, on compte 570 espèces de rats dont quatre ont un destin particulièrement lié au nôtre: le rat noir (*Rattus rattus*), le rat de Norvège (*R. norvegicus*) le rat de Polynésie (*R. exulans*) et le rat du Bengale (*Bandicota bengalensis*).

En Occident, on retrouve seulement les deux premiers. En fait, seul le rat de Norvège habite le Québec car même si quelques rats noirs nous arrivent parfois par bateaux, on n'a jamais pu observer l'implantation de véritables colonies chez nous. Mais dans l'ensemble, on les retrouve sur toute la surface du globe et ils partagent le triste privilège d'être les principaux gardiens de la peste.

Le rat de Polynésie est présent surtout dans les îles du Pacifique, dans l'océan Indien et en Océanie. Il est beaucoup plus petit que les autres mais n'en est pas moins redoutable. On en a déjà vu s'en prendre à des albatros dans leurs nids. Quant au *Bandicota bengalensis*, c'est le



Source: Ratopolis, P.U.O.



cauchemar de l'Inde. Il est en pleine expansion partout en Asie et il s'attaque aux récoltes. C'est le plus prolifique de la famille. Une femelle est féconde dès l'âge de deux mois et met bas une fois par mois une portée de sept petits.

Paradoxalement, l'animal le plus répandu sur la terre figure parmi les moins connus. Les quatre espèces mentionnées ci-dessus sont les seules sur lesquelles on dispose d'une certaine documentation et encore, la plupart des recherches sur le rat sont orientées vers la découverte de moyens pour le détruire! Très peu de gens se sont penchés sur l'étude du rat de façon, disons, «non partisane». C'est un peu pour pallier à cette lacune que Gilles Thérien, professeur d'études littéraires à l'UQAM, produisait il y a quelques années le film et le livre intitulés *Ratopolis*. Ce travail constitue la première véritable synthèse publiée en français sur le sujet. Quelques biologistes allemands et généticiens japonais ont bien étudié l'animal proprement dit, mais, comme l'exprime Gilles Thérien, «il n'y a que très peu de communication entre les divers chercheurs intéressés au rat». Les

Véritable athlète, le rat ne recule devant aucun obstacle. Une corde, un câble ou un tuyau d'égout, et il pénètre sans problème là où il a décidé d'entrer.



Source: Ratopolis, P.U.Q.

Le rat occupe une place de choix dans l'imaginaire occidental, et la terreur qu'il provoque chez l'homme a souvent été exploitée dans la littérature comme au cinéma. Pourtant, dans le film Willard, il a fallu recouvrir les figurants de beurre d'arachide pour susciter l'agressivité des rongeurs.

Depuis des siècles, l'homme a tout essayé pour se débarrasser des rats. Les moyens ont beau être de plus en plus raffinés, l'ennemi réussit vite à les déjouer, et il faudra sans doute se résoudre à une certaine coexistence.

morceaux sont éparpillés, mais le puzzle vaut la peine d'être assemblé.

LE ROI DE L'ADAPTATION

Le rat est le moins spécialisé des rongeurs. Il s'adapte littéralement à tout: climat, nourriture, terrain, périodes d'activité. Par tradition, nous avons appris à le considérer comme un animal nocturne. Mais il n'est nocturne que lorsque le milieu l'exige. Gilles Thérien rapporte avoir observé une population de rats diurnes en Allemagne dans un endroit où les principaux ennemis des rongeurs étaient les oiseaux de nuit. En somme, c'est parce que son principal adversaire est diurne que le rat, en ville, est nocturne.

De la même façon, le rat s'adapte à la nourriture fournie par le milieu ambiant; c'est un omnivore au plein sens du terme. On rapporte le cas intéressant des rats débarqués sur l'île de Norderog, dans la Baltique, qui mangèrent les oiseaux et leurs œufs jusqu'à l'extinction totale, après quoi ils devinrent végétariens et continuèrent à proliférer. Comme l'homme, le rat est un animal qui s'adapte facilement. Il s'acclimate si bien que la

même espèce qui se promène dans votre sous-sol peut tout aussi bien habiter au faite d'un palmier de Polynésie et ne jamais descendre à terre pendant plusieurs générations. On a même déjà observé des rats qui disputaient leur nourriture aux poissons.

Ce n'est pas un hasard si les deux espèces qui ont la plus grande faculté d'adaptation au monde se sont associées dans leur expansion. Car si le rat vit très bien dans la nature, il faut bien reconnaître que l'homme a été le plus grand responsable de sa prolifération. Le rat est un parasite «occasionnel», en ce sens qu'il peut très bien se passer de nous. Mais comme l'occasion fait le larron, il se retrouve plus souvent qu'à son tour à nos côtés.

«Lorsque nous luttons contre le rat, faisait observer un exterminateur américain, nous luttons contre nous-mêmes et notre propre détérioration de l'environnement.» Si nos conditions de vie ne font pas le bonheur de la plupart des espèces, il en va autrement des rats. Dans une région comme celle de Montréal, les endroits les plus infestés ne sont pas forcément les quartiers défavorisés. «On a beaucoup plus de chances de trouver des rats à Ville Mont-Royal qu'à Saint-Henri, souligne Gilles Thérien. Dans les quartiers riches, les gens nourrissent les rats directement dans les égouts à partir des broyeur-déchets.»

La vie sociale du rat est très complexe. Sa façon de se multiplier, les rapports sociaux dans le groupe et la lutte pour un territoire donné peuvent varier, mais ils sont tous tributaires d'un même facteur: la présence de nourriture. Dans la mesure où nous consommons, stockons et gaspillons de la nourriture massivement, nous encourageons directement sa multiplication. C'est ainsi que le nombre de rats sur terre dépasserait aujourd'hui les quatre milliards, un par humain. Pourtant, il n'en fut pas toujours ainsi.

PROTÉGÉ, VÉNÉRÉ ET MÊME ADORÉ

Le rat noir est originaire d'Asie mineure. Il a vécu là une Antiquité plutôt paisible, bien au chaud, bien nourri et même adoré! Les Hindous lui ont élevé un temple à Dethnuk où, encore aujourd'hui, les rats vivent par milliers, protégés et vénérés. Il en coûte \$3 500 par an pour les nourrir, ce qui, en Inde, témoigne de beaucoup de sacrifices. L'obstacle de la

religion constitue d'ailleurs le problème numéro un rencontré par les dératiseurs du pays. On y compte dix rats par habitant, un des taux les plus forts au monde. Or, les objecteurs de conscience à l'extermination y sont nombreux. Les Hindous vouent le plus grand respect à la vie animale et sont, par conséquent, végétariens. On croit notamment que celui qui s'attaque au rat verra rejallir le malheur sur un membre de sa famille.

Ailleurs en Orient, on voue également beaucoup d'admiration à celui que méprisent les Occidentaux. Les horoscopes chinois et japonais, qui comportent chacun un cycle de douze années, ont réservé la première au rat, symbole de prospérité.

On ne sait pas exactement quand *R. rattus* apparut en Europe. Il y a deux «versions officielles» de cette invasion. La première affirme que le rat noir fit son apparition à l'époque des invasions barbares. L'autre attribue aux Croisés l'honneur de l'avoir ramené de leurs expéditions. La deuxième semble assez plausible si l'on songe au fait que les Croisés voyagèrent en bateau, mode de transport favori de *Rattus rattus*. Chose sûre, au milieu du moyen-âge, il était présent dans toute l'Europe et n'allait pas tarder à faire du bruit.

C'est en 1348 que la peste noire, la plus grande catastrophe de l'histoire humaine, frappe l'Europe. Née deux ans plus tôt en Inde, la pandémie (épidémie internationale) se communiqua à l'Italie par les navires marchands. En trois ans, la «Mort noire» faucha 25 millions d'Européens, le tiers de la population du continent! Elle persista à l'état endémique jusqu'en 1666.

Tout compte fait, *Rattus rattus* fut tout aussi victime de la peste que l'homme. Combien de rats périrent? Autant sinon plus que d'humains. Mais pour le rat noir, les problèmes ne faisaient que commencer. Déjà, une nouvelle calamité se profilait à l'horizon, du côté de la Volga: des colonies de *Rattus norvegicus* (son cousin) émigraient en bloc vers l'Ouest.

UN HOBO À QUATRE PATTES

Le rat de Norvège (qui vient précisément... du Japon!) est le plus gros de la famille. Généralement, il ne tolère pas la présence d'autres espèces dans son entourage. Sans véritablement éliminer le rat noir d'Europe, il allait entamer sérieusement son monopole en s'instal-

lant en roi et maître dans les égouts et les sous-sol. Il ne laissera à ses cousins que les habitats plus secs, comme les greniers, où lui-même ne peut survivre ou du moins proliférer car sa diète est beaucoup plus liquide.

Vers 1700, ce véritable «hobo» à quatre pattes entreprend sa longue épopée, empruntant les caravanes des hommes. Il franchit les steppes d'Asie, la Russie, l'Europe centrale et infeste déjà la côte Atlantique en 1800. De là, il traverse chez nous à fond de cale. Une fois en Amérique, le nouveau chemin de fer lui permet d'atteindre le Pacifique dès 1850. En 150 ans, il a donc fait son premier tour du monde! On le retrouve aujourd'hui partout où il y a des hommes, de l'Océanie à l'Alaska.

L'expansion mondiale du rat est étroitement liée au développement fantastique des moyens de communication. C'est la navigation à vapeur et le chemin de fer qui ont assuré ses premières conquêtes. Les rongeurs s'adaptent aussi très rapidement au progrès technologique. Ils ont maintenant appris à prendre l'avion, ce qui fait dire à Gilles Thérien que «le jour où les vols interplanétaires seront devenus routine et que l'on sera un peu plus négligent quant à l'entretien des vaisseaux spatiaux, quelques rats audacieux prendront le chemin de l'espace.»

UNE QUESTION DE SURVIE

On ne recense pas souvent les rats. Le plus souvent, on se réfère à des chiffres généralement admis mais sans fondement véritable. S'il y a sur terre un rat par habitant, la répartition est loin d'être équitable: dix par habitant en Asie, contre un pour deux humains en Amérique du Nord. D'autres sources parlent de deux rats par personne dans les grandes villes du monde ce qui fait que la région de Montréal compte 1,5 million de *Rattus* selon les uns, cinq millions selon les autres.

Cette ignorance statistique ne témoigne pas tellement de l'impuissance de l'homme à dresser un tel inventaire, mais plutôt de sa répugnance à le faire. Personne ne tient à renseigner les gens sur le nombre de rats qu'abrite le monde. La FAO et l'OMS rencontrent d'énormes difficultés à obtenir des chiffres sur les dommages causés dans chaque pays. Plus près de nous, en 1965, Ville Mont-Royal et Hampstead refusaient au gou-



*Un seul couple de rats pourrait engendrer 20 millions de descendants en trois ans. L'espèce la plus prolifique est le *Bandicota bengalensis*, dont la femelle met bas une fois par mois une portée de sept petits.*

vernement fédéral le droit de procéder à un inventaire de leurs rats. On imagine l'impact qu'une telle étude aurait sur le marché de l'immobilier.

La démographie des rats est peut-être moins spectaculaire qu'on ne le croit. Le seul inventaire connu qui ait été fait aux États-Unis parle d'un rat pour 25 New-Yorkais. Qu'importe au fond qu'il y en ait un ou dix mille, les dommages qu'ils causent sont à faire frémir.

Aux États-Unis, on évalue à un milliard de dollars par année les dommages à la propriété imputables aux rats et ce chiffre exclut les incendies d'origine inconnue. On pense que 25 pour cent de ces feux pourraient être causés par les rats qui rongent les fils électriques. Encore là, l'exagération est probable. Au Service des incendies de la Communauté urbaine de Montréal, on a retiré depuis quelques années cette donnée des statistiques, le nombre des cas où le rôle des rongeurs était prouvé étant insignifiant.

C'est dans l'agriculture que les dommages sont les plus énormes. Un spécimen de *R. norvegicus* dévore en moyenne 110 kilos de blé par an. Par défécation et par son urine, il en contamine une quantité encore plus grande. Le résultat est spectaculaire: une évaluation de Gilles Thérien parle de 12 millions de tonnes de blé perdues chaque année chez nos voisins du Sud. Selon le *National*



Geographic, c'est le cinquième de la récolte mondiale qui est dévasté.

En Asie, on perd 48 millions de tonnes de riz par année, de quoi nourrir un quart de milliard d'individus. En Inde, les rats mangent annuellement assez de riz pour remplir un train de marchandises de 4800 kilomètres; c'est le quart de la récolte. Au Bangladesh, l'importation totale de céréales est équivalente à ce que mangent les rats! La guerre contre les rongeurs devient donc une question de survie.

LA SOLUTION: MANGER DU RAT?

Depuis 15 ans, l'Asie fait face à une explosion de vermine. Aux Philippines, on a déjà vu 80 pour cent des récoltes détruites. Là, de même qu'au Bangladesh, on a tenté de minimiser les pertes: on mange du rat. À Manille, il se vend entre \$0.20 et \$0.30 le kilo. On y a déjà tenté la commercialisation du rat en conserve

«*Contrairement aux Occidentaux, les peuples de l'Orient vouent un grand respect au rat. Les Indiens lui ont même élevé un temple et la première année des horoscopes chinois et japonais est réservée au rat, symbole de la prospérité.*



mais sans succès. On songe maintenant à en faire de la saucisse. Au Bangladesh, les affaires vont mieux puisqu'on exporte désormais le produit, notamment vers la Chine.

En dépit des tabous, il semble que le rat constitue un mets de choix et une source de protéines très valable. Toutefois, la solution n'est que bien partielle, le rat étant un piètre convertisseur de végétaux en protéines. Il y a une nette démesure entre ce qu'il détruit et ce qu'il produit.

De plus, le problème dépasse largement le cadre alimentaire. Aux États-Unis, on compte 14 000 cas de morsures de rats par année; 20 000 dans la seule ville de Bombay. Au Québec, la Régie de l'assurance-maladie ne s'amuse pas à tenir des chiffres là-dessus, mais une petite enquête dans les services d'urgence des hôpitaux semble indiquer qu'il n'y a pas là de quoi s'inquiéter. «S'il y a un problème de morsures, il vient des chiens.»

Dans les villes nord-américaines, le contact direct entre l'homme et le rat n'est qu'exceptionnel. Ce dernier craint les humains et ne les attaque jamais sauf lorsqu'il est lui-même en danger. La plupart des morsures sont infligées à des

jeunes bébés sur lesquels le rat va manger les restes de nourriture pendant la nuit.

Pour compléter un tableau déjà noir, notons que le rat est porteur d'au moins une vingtaine de maladies transmissibles à l'homme dont, bien sûr, la peste.

Contrairement à ce que l'on croit, la peste n'a pas quitté l'Occident. En 1920, une centaine de cas se déclaraient à Paris. En 1945, on la retrouve en Italie et en Corse. En 1975, 20 Américains furent atteints dont quatre succombèrent. La carte mondiale de la maladie illustre d'ailleurs un bon nombre de foyers actifs connus aux États-Unis et quelques zones de «foyers possibles» qui s'étendent jusqu'en Colombie-Britannique. Toutefois, en Amérique, la peste est particulièrement calme. Chaque année, en Birmanie, on compte une centaine de morts et on y recense entre 600 et 700 nouveaux cas. Sa capitale, Rangoon, détient d'ailleurs le triste record du monde de 40 millions de rats pour 2,5 millions d'habitants.

Nous vivons actuellement la troisième pandémie de peste connue. Elle s'est déclarée en 1891 en Chine. Moins meurtrière à ce jour que les précédentes, elle se caractérise toutefois par sa présence simultanée sur tous les continents.

Le trait le plus caractéristique du rat est probablement sa très grande faculté d'adaptation. C'est un parfait omnivore qui, selon les hasards de ses pérégrinations, s'acclimatera aussi bien dans votre sous-sol qu'au faîte d'un palmier.

L'Organisation mondiale de la santé estime que nous en sommes à la phase terminale de cette pandémie mais incite tout le monde à la vigilance: «... le développement constant des liaisons aériennes rapides augmente sans cesse la possibilité que des voyageurs en phase d'incubation débarquent dans une zone jusque-là indemne», constatent les experts de l'Organisation.

La peste est toutefois sérieusement tenue en garde par l'OMS qui dispose désormais de moyens de lutte efficaces — sulfamides, antibiotiques et vaccins de courte durée — et surtout de règlements sanitaires. Une flambée internationale apparaît aujourd'hui très peu probable tant qu'une catastrophe humaine ou naturelle ne viendra pas bouleverser les données.

UNE COURSE AUX ARMEMENTS

Les moyens que l'homme a mis au point pour lutter contre les rats sont probablement aussi vieux que la coexistence des deux espèces. Dès 1500 av. J.-C., les Égyptiens connaissaient un rongicide, la scille rouge. Au moyen-âge, les premiers exterminateurs professionnels apparurent en Allemagne, les *Rattenfänger*. Ils allaient de village en village pour offrir leurs services. Le fameux charmeur de rats de la légende de Hameln était l'un d'entre eux.

Notre panoplie guerrière est fantastique. Ne parlons pas du chat qui n'est qu'un très mauvais tueur de rats (le contraire se produit souvent). À travers les âges, nous avons développé une gamme infinie de pièges, gaz et poisons, tous susceptibles de tuer un rat mais incapables à les faire disparaître massivement. De l'arsenic à la strychnine en passant par le phosphore, tous les poisons présentent un danger évident pour le rat mais aussi pour l'ensemble de l'environnement.

De plus, le rat possède un sens (encore mal expliqué) qui lui permet de détecter la présence, si infime soit-elle, de poison dans un appât: jusqu'à une

partie par million! En laboratoire, on a vu des rats mourir de faim plutôt que de manger des appâts empoisonnés.

Devant l'ampleur du problème, les scientifiques se sont lancés dans une véritable course aux armements. Ce qui est cocasse dans cette course, c'est qu'elle est unilatérale et à peu près inefficace. Chaque année, aux États-Unis, on dépense 50 millions de dollars en rongicides et on investit des sommes considérables dans la recherche de nouveaux moyens.

Il y a quelques années, on lançait sur le marché un nouvel appareil coûteux qui émettait des ultrasons chargés de tenir les rats à distance d'un endroit donné. On s'est aperçu depuis que le rat finit par s'habituer à la fréquence et revient au bout d'un certain temps, tandis que les ultrasons continuent à être dangereux pour l'homme.

Vers 1950, on avait découvert LE poison. Un poison qui offrait l'avantage d'être à la fois biodégradable et peu nocif pour les animaux autres que le rat. De plus, il s'agissait d'un produit à effet cumulatif, ce qui signifiait que le rongeur pouvait en manger, ressentir l'effet plus tard et ne pas associer son malaise au poison. Cette nouvelle merveille s'appelait anticoagulant, mieux connu sous le nom générique de *warfarin*.

Depuis, on a mis au point un très grand nombre d'anticoagulants, mais tous agissent de la même façon. Ils empêchent la coagulation du sang et, au bout d'un certain temps, le rat meurt d'hémorragie interne. La méthode est efficace mais doit être utilisée de façon systématique. L'effet du poison survenant à longue échéance, il importe que le rat puisse se nourrir plusieurs fois aux mêmes appâts. On suspend donc des blocs paraffinés dans les égouts, à différents endroits stratégiques. Les appâts doivent être alléchants: au Québec, on leur donne une saveur de beurre d'arachide tandis que les rats italiens préfèrent le parmesan. Dans la mesure où on combine cette technique à des mesures sanitaires efficaces, il est désormais possible d'effectuer une bonne dératisation. Certaines villes allemandes, comme Cuxhaven, ont réussi une dératisation complète. Cela ne signifie pas cependant que les rats qui continuent de proliférer dans les campagnes ne peuvent plus revenir.



Source: Ratopolis, P.U.Q.

La mort noire

Le cycle de la peste est assez bien connu. Il prend d'abord naissance chez les populations de rongeurs dits sauvages (par opposition à ceux des villes). Les principaux porteurs sont *R. rattus* et *R. norvegicus*, mais on la retrouve également chez les souris, les écureuils, les campagnols et autres rongeurs. Règle générale, le bacille de Yersin ou *Pasteurella pestis* ne se transmet qu'à l'intérieur de ces populations. C'est une puce, *Xenopsylla cheopis*, qui constitue le principal vecteur ou intermédiaire de la maladie entre les rongeurs.

À l'intérieur des populations atteintes, on trouve des individus dits résistants. Par exemple, certains rats peuvent porter le bacille sans tomber malades. Ce sont eux qui assurent la survie du bacille dans la nature et constituent de véritables réservoirs de la peste. Par opposition, les rongeurs sensibles meurent rapidement lorsque infestés et ne véhiculent pas longtemps les bacilles.

«Lorsqu'une épizootie survient chez les rongeurs, explique le Dr Robert Harrison, entomologiste à l'Université de Montréal, une grande quantité de rats vont mourir au grand jour. La puce du rat est alors en quête d'un nouvel hôte et se tourne vers l'homme que, normalement, elle ne pique qu'avec répugnance. Quelquefois, la puce du chat et du chien peuvent jouer un rôle de vecteur secondaire, mais c'est exceptionnel.»

Au début, la maladie se manifeste par des violents maux de tête et de fortes fièvres. Puis, surviendra une période de délire. La peste peut alors prendre deux formes principales.

Dans le cas où la peste est bubonique, c'est-à-dire lorsqu'elle est caractérisée par l'apparition de bubons (excroissances au niveau des ganglions), elle ne connaîtra de véritable flambée épidémique chez l'humain que si la puce de l'homme (*Pulex irritans*) entre en scène. Celle-ci pique l'homme fréquemment et peut engendrer une progression de type «feu de forêt».

Si la peste se présente sous sa forme pulmonaire, elle est transmissible d'homme à homme sans intermédiaire. Avant la venue des antibiotiques, la peste pulmonaire était tout à fait incurable. En 1910-1911, on enregistra en Mandchourie 60 000 malades et... 60 000 morts.

ET LES SUPER-RATS RIPOSTENT

En 1958, dans une ferme écossaise, des exterminateurs remarquèrent que leurs appâts étaient mangés mais que l'infestation persistait. On fit des tests qui confirmèrent le pire: les rats avaient acquis une résistance génétique aux anticoagulants! Les premiers super-rats connus... Aujourd'hui, la résistance s'est étendue en de nombreux points d'Europe et des États-Unis et gagne du terrain chaque année. À Montréal, certains exterminateurs prétendent que ce phénomène existe, d'autres non. En fait, aucune étude, donc aucune preuve, n'existe sur ce point.

On peut néanmoins supposer que nous avons nos propres super-rats. Une enquête effectuée le printemps dernier par le Dr William Jackson, un des premiers biologistes à étudier les rats «anti-atomiques» d'Enewetak, permet de dresser une première carte de la résistance aux États-Unis. On a prélevé des échantillons dans 100 villes américaines. On a découvert des populations résistantes de *R. norvegicus* dans 36 d'entre elles alors qu'on comptait cinq foyers chez le *R. rattus*. Dans la région de Chicago, où on préleva un nombre significatif de spécimens (plus de 200), on a découvert un taux de résistance de 71,7 pour cent.

Dans les régions urbaines du Québec, l'usage massif des anticoagulants a jusqu'ici été limité à quelques municipalités, dont Laval et Saint-Léonard. Chez nous, le marché des anticoagulants ne semble pas dépasser 100 000 kilos par année, ce qui est relativement peu. Toutefois, le service de la salubrité de la Ville de Montréal entreprendra le printemps prochain une campagne systématique de dératisation des égouts aux anticoagulants. Si nous n'avons pas encore de super-rats indigènes, cela ne saurait tarder. Comme le signale la *National Pest Control Association* (É.-U.), «partout où les anticoagulants sont employés massivement, ils favorisent la sélection en faveur de ce gène. Il est probable que les populations de rongeurs à travers le monde pourraient réagir en engendrant des populations résistantes.»

Il y a peu de temps naissait une nouvelle génération d'anticoagulants venant même à bout du super-rat. L'un d'entre eux, le «bromadiolone» a réussi à tuer 100 pour cent des rats «résistants» sur lesquels il a été testé en laboratoire et ce,

à dose relativement faible. Il est trop tôt pour évaluer l'impact de ces produits dans la guerre à venir. L'usage en est encore trop restreint. Chose sûre, la réponse des rats sera intéressante à surveiller.

LES RATS PRENNENT LA PILULE

Puisqu'il semble difficile de tuer les rats, on a pensé les empêcher de se reproduire. Depuis quelques années, les chercheurs tentent de mettre au point des stérilisateurs chimiques. On a pensé à stériliser les mâles, mais l'entreprise serait peu rentable puisqu'il suffit d'un seul mâle encore productif pour féconder une grande quantité de femelles. Il faut donc chercher à atteindre massivement les femelles.

La recherche s'intéresse également à la stérilisation par radiations ou encore à une voie nouvelle mais intéressante, l'ingénierie génétique. Les hypothèses de travail sont nombreuses: on pourrait obtenir des rats plus faibles, sensibles aux maladies, ou simplement provoquer des mutations qui les rendront moins nuisibles. Tous ces nouveaux moyens de lutte, à peine sortis des laboratoires, se heurtent tous à la même barrière: leur succès ne serait assuré que dans la mesure où l'on atteindrait 100 pour cent de la population ratière. Sinon, on ne fait qu'opérer une sélection qui va permettre aux survivants d'engendrer (en quelques mois) une nouvelle population plus résistante que la précédente. Or, le succès de toute dératisation est nécessairement partiel. À supposer qu'on réussit à éliminer tous les rats d'une ville, ils peuvent toujours se réfugier dans les campagnes...

LA PARANOÏA ARCHITECTURALE

La meilleure méthode de protection connue et finalement la plus simple consiste à faire ce que les Anglais appellent du *Rat Proofing*. Son application est terriblement onéreuse. Il s'agit de rendre tous les bâtiments, sources de nourriture et moyens de transport inaccessibles aux rongeurs. Bref, cohabiter avec les rats en coupant tout contact direct avec eux. Déjà, les pays développés appliquent cette méthode sans parfois s'en rendre compte. Les fondations d'édifices et les égouts les mieux construits contribuent à emprisonner les rats dans ces égouts. C'est ce qui explique dans une large

mesure la différence d'acuité du problème entre pays riches et pays pauvres.

Poussé à l'extrême, le *Rat Proofing* prend l'allure d'une véritable paranoïa architecturale. Pour être pleinement efficace, il nécessiterait la reconstruction d'une grande partie des fondations, des murs et des planchers. Il suppose l'élimination de toutes les cachettes. «La vigilance», écrit Gilles Thérien, peut aller jusqu'à ne jamais appuyer ses meubles contre les murs.»

Comme personne ne peut se payer un tel programme, on va au plus important: les bateaux. Moyens de transport privilégiés des rats, les bateaux peuvent transporter des rats infestés dans des régions qui ne le sont pas. Au Canada, tous les bateaux qui entrent dans un port doivent être munis d'un certificat de dératisation et sont inspectés périodiquement. La plupart sont construits selon les principes du *Rat Proofing*, avec des structures internes métalliques. Lorsque le bateau est amarré dans un port, on prend soin d'installer des pare-rats (grands panneaux circulaires) sur les câbles afin d'empêcher les passagers clandestins de débarquer.

Il n'entre probablement pas beaucoup de rats au Québec par mer. «Les capitaines», explique M. Normand Turcotte, chef du Service de santé au port de Montréal, sont maintenant très sensibilisés au problème et, lorsqu'ils ont des rats à bord, ils nous demandent eux-mêmes la dératisation avant que nous procédions à l'inspection.» Par ailleurs, le transport par conteneurs constitue, selon l'OMS, un nouveau danger car l'inspection des navires en cours de route est devenue impossible.

MYTHE ET RÉALITÉ

Bref, il y aura toujours des obstacles au contrôle total de la situation. Ce n'est pas demain la veille que sera tué le dernier rat. D'ailleurs, cela serait-il souhaitable? Son utilité, d'un point de vue anthropocentriste est loin d'être démontrée. Certains lui attribuent, au mieux, la qualité de nettoyeur d'égout. Par contre, dans la nature, le rat joue un rôle indiscutable dans la balance écologique.

La fureur occidentale contre les rongeurs a quelque chose d'obsessionnel. Les freudiens expliqueront cela par la symbolique sexuelle du rat. La crainte d'une invasion ratière meurtrière reste

Les mutants de l'ombre

Les études génétiques sur le rat (sauvage) sont encore au stade embryonnaire. Il faut donc se garder de tirer des conclusions hâtives. Cependant, les découvertes, si éparses soient-elles, laissent entrevoir une explication à l'extraordinaire faculté d'adaptation des rongeurs et en particulier du rat.

La plupart des animaux sont en quelque sorte prisonniers d'un bagage génétique. Celui-ci les confine à un territoire ou à un climat donné. Alors que chez l'homme, l'apparition de la culture permet de sortir de cette «prison» génétique, il semble que chez le rat, la clef de l'adaptation réside dans une capacité extraordinaire à subir des mutations.

Chaque espèce animale possède un caryotype, c'est-à-dire une sorte de «portrait chromosomique» que partagent tous les individus du groupe. Or, on a découvert chez les *Rattus rattus* du Japon un polymorphisme assez fréquent au niveau de certains chromosomes. Phénomène particulièrement intéressant, les diverses formes observées correspondent à une répartition géographique. Cela laisse supposer qu'une mutation au niveau des gènes a permis à *R. rattus* de s'adapter à différents climats.

On soupçonne aussi un gène mutant d'être à l'origine de la résistance aux anticoagulants. Chez le super-rat, on assiste à la faculté de produire de la vitamine K, même en présence d'anticoagulant. La vitamine K est essentielle à la coagulation et le rat non résistant est incapable d'en produire lorsqu'il ingère le poison. Il ne pourrait survivre qu'en trouvant une source d'alimentation abondante en vitamine K.

Dans la mesure où une espèce animale fait preuve d'un grand polymorphisme, ses possibilités de produire des «monstres» sont beaucoup plus élevées. Ces derniers inadaptés, sont rapidement éliminés. Toutefois, si l'espèce est soumise à des situations nouvelles, ces «monstres» peuvent s'avérer beaucoup mieux équipés, génétiquement, pour les affronter. Par sélection naturelle, ces derniers assurent la survie de l'espèce.

Des généticiens japonais, dirigés par le Dr Toshihide Yosida, ont également découvert il y a quelques années qu'à l'intérieur de l'espèce *Rattus rattus*, on pouvait rencontrer des individus à caryotypes différents. Certains étaient porteurs de 42 chromosomes, d'autres de 38! Le porteur de 38 était de création plus récente car il résultait de la fusion de deux paires de chromosomes. On supposa alors qu'il devait bien exister des rats de 40 chromosomes, des intermédiaires ayant subi une seule fusion. En 1973, on trouva effectivement ce chaînon manquant au Sri Lanka.

La résistance à la radioactivité pourrait donc provenir de la grande capacité à subir un bouleversement du caryotype et à se reproduire par la suite. Normalement, deux être à caryotypes différents sont incapables de se reproduire. Dans certains cas, lorsque les caryotypes sont voisins (par exemple, âne et cheval), ils peuvent donner naissance à un hybride (dans ce cas, le mulet) qui, lui, sera stérile.

Chez le rat, ou bien on assiste à une si grande fréquence de mutations que deux mutants identiques peuvent facilement se rencontrer et se reproduire, ou bien un mécanisme inconnu permet au mutant de s'unir à un sujet normal et de se reproduire.

Bien des points d'interrogation subsistent et les avenues à explorer sont fascinantes. On risque alors de mieux comprendre pourquoi, lorsqu'on parle du règne de l'homme sur terre, on doit nécessairement parler en même temps du règne du rat.

curieusement gravée dans l'imaginaire occidental. On la retrouve dans les ouvrages anciens comme dans les films récents.

En fait, les histoires décrivant des hordes de rats marchant vers les hommes relèvent essentiellement de la fiction et de la mythologie. Les études de la sociologie du rat, à commencer par *Ratopolis*, montrent qu'il est plutôt un individualiste forcené, peu enclin à la collaboration dans son groupe et encore moins porté vers le «soulèvement de masse».

Le film *Willard*, par exemple, où l'on voit des bandes de rats sauter sur les humains, a été réalisé avec une sous-espèce de rats domestiques, produits de l'élevage. Leurs «agressions» n'étaient guère motivées par autre chose que le désir de manger le beurre d'arachide dont on avait recouvert les figurants.

Le rat, le «caniche du diable», comme l'a baptisé un auteur, héritera-t-il de la planète? Peut-être mais ce n'est sûrement pas lui qui nous en chasserait. Il serait au fond le premier perdant ☹

Pour en lire plus:

Thomas Y. Canby, *The Rat, Lapdog of the Devil*, dans la revue *National Geographic*, volume 152, numéro 1, juillet 1977

Gilles Thérien, *Ratopolis*, Les Presses de l'Université du Québec, Montréal, 1977

Organisation mondiale de la santé: série de rapports techniques, Rapport numéro 447, OMS, Genève, 1970

La Filière VERTE

par Guy Larin

Des déchets triés sur le volet

La région des Bois-Francs s'est mise à l'heure du tri des déchets à la source. C'est fin 1977 que quelques étudiants et professeurs de la polyvalente de Victoriaville-Arthabaska — région regroupant quelque 28 000 habitants — réalisèrent une première collecte à domicile de vieux papiers, de contenants de verre et de canettes métalliques. Surpris du résultat, ils décidèrent de poursuivre cette collecte sur une base mensuelle. À l'aide d'une petite subvention fédérale et, comme tout équipement, d'un camion et d'une vieille grange convertie en entrepôt pour les besoins de la cause, on récolte en dix mois 113 tonnes de papier, de carton et de verre qui sont revendus en vrac aux industries.

Devenue Récupération Bois-Francs, l'entreprise communautaire se procure avec l'argent des reventes une presse à papier et un monte-charge afin d'effectuer un meilleur traitement des matériaux recueillis. Le nombre de foyers et commerces visités passe alors rapidement de 2 500 à 6 000, fournissant une moyenne de 75 tonnes de matériaux recyclables chaque mois. C'est là un résultat qui contraste étrangement avec les idées qui ont cours sur le tri à la source dans des milieux plus officiels. Du moins à en croire le rapport d'un sous-comité chargé par la Communauté urbaine de Montréal d'étudier la gestion des déchets, et présidé par Jean V. Arpin.

Ce rapport, rendu public en septembre 1978, consacre deux paragraphes au tri à la source sur un total d'une cinquantaine de pages, et conclut à ce sujet de façon non équivoque que... «la séparation à la source (...) a été essayée un peu partout en Amérique du Nord mais, jusqu'à ce jour, les résultats sont peu probants. Ce sont les associations sociales qui se sont données à cette récupération pour renflouer leurs fonds lorsque le marché était bon. (...) Malgré une forte publicité qui accompagne un projet de tri à la source, l'enthousiasme des citoyens est de courte durée et ceux-ci se lassent rapidement de faire la sélection de leurs déchets. On a vu le public répondre à 80 pour cent durant quelques mois (...) pour graduellement ne réagir qu'à 20 pour cent.»

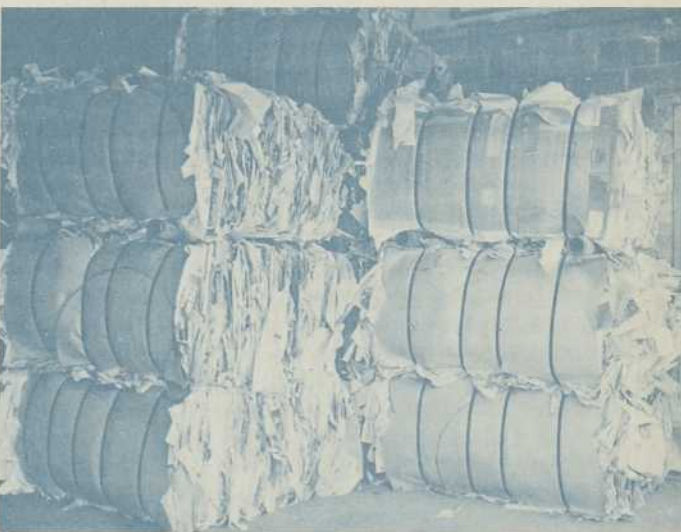
D'abord, la question du taux de participation mérite d'être démystifiée; l'objectif de participation idéale se situe à... 100 pour cent, ce but serait facilement atteint si le tri à la source était la seule méthode pratiquée par les municipalités: les citoyens n'auraient plus le choix, à moins de recycler leurs déchets pour leur propre compte (compost, bûches de papier, etc.).

Ce n'est pas le cas présentement, et les programmes mis en route par des groupes indépendants des autorités municipales chevauchent la collecte régulière des éboueurs: il est clair que le taux de participation en souffre.

De plus, ce n'est même pas un indicateur fiable de la viabilité d'un programme de tri à la source. À Toronto, la municipalité effectue depuis quelques années une collecte hebdomadaire de journaux, indépendamment et en plus de la tournée des éboueurs. La vente de ces journaux a généré en

1978 des revenus bruts de \$320 000 et le programme est rentable malgré un maigre sept pour cent de participation populaire. Il importe de préciser que la ville ne désire pas — pour le moment — augmenter cette participation au-delà de 14 pour cent, à cause d'un manque de débouchés auprès des usines à papier de la région. Au Québec, le marché ne semble pas être un obstacle, puisque le quart du papier recyclé par nos moulins à papier est actuellement importé des États-Unis, proportion qui atteint 50 pour cent dans le cas des papiers fins qui sont les plus recherchés et donc les plus rentables à récupérer.

Enfin, il est vrai que différentes «associations sociales», par exemple les scouts, se sont livrées sporadiquement à des activités de récupération quand le profit à court terme semblait le justifier... Mais leur ignorance des règles du marché leur a joué plus d'un mauvais tour. Il semble évident que d'un strict point de vue économique, la bonne marche d'un programme de récupération continu exige sa prise en charge par un noyau de personnes qui y consacrent beaucoup de leur temps et de leur énergie. C'est à ce prix qu'on récolte des fruits, et si quelques-uns pourrissent sur la branche — parce qu'on les y a oubliés — on peut certainement témoigner de la santé de l'arbre et du verger, quand on sait qu'on recensait plus de 500 groupes de récupération aux États-Unis en 1977, et que le Québec est la troisième province à se doter d'une association provinciale des récupérateurs, après l'Ontario et la Colombie-Britannique.



Guy Larin

Une autre étude, effectuée celle-là en 1974 pour le compte de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis, a mis en évidence le fait que la participation augmente avec la fréquence des ramassages (par exemple, une fois la semaine au lieu d'une fois par mois) ainsi que la quantité de matériaux récupérés, car les gens manifestent plus de constance dans le tri des matériaux s'ils ne sont pas obligés de les entreposer trop longtemps.

Mais l'un des facteurs clés de réussite réside certainement dans la collaboration des municipalités avec les groupes de récupération. À Arthabaska, cet appui est tangible. Dès novembre 1978 en effet, le conseil de ville s'engageait à confier à Récupération Bois-Francs la collecte régulière des déchets avec tri à la source... mais de façon graduelle, en commençant une fois par mois, et dès que cette organisation serait prête.

Ce qui ne saurait tarder. Fort d'une subvention OSE de quelque \$110 000, Récupération Bois-Francs est à moderniser son équipement, à commencer par un entrepôt neuf. Entre-temps, le programme de récupération s'est étendu à Princeville et Warwick, et déjà on songe à Norbertville et à Saint-Albert.

SANTÉ

LE DEGRÉ ZÉRO DE LA VARIOLE

La variole a disparu de la surface de la terre. L'éradication totale de cette maladie — peut-être la plus meurtrière que l'humanité ait connue — vient d'être certifiée par un groupe d'experts de l'Organisation mondiale de la santé. Leur rapport sera approuvé et dûment officialisé à l'occasion de la prochaine assemblée générale de l'OMS, en mai.

L'événement est de taille. C'est en effet la première fois que l'on réussit à se débarrasser complètement et, croit-on, définitivement d'un fléau de ce genre. Pourtant, la tâche n'était pas mince. En 1967, soit un an après que l'OMS ait déclaré sa guerre à finir au redoutable virus, ce dernier faisait encore plus de dix millions de victimes par année dans la quarantaine de pays où il sévissait toujours. Les souches les plus agressives pouvaient tuer jusqu'à 20 ou 30 pour cent des malades et, dans les autres cas, la maladie laissait des traces physiques profondes et indélébiles.

C'est donc une véritable opération militaire que l'OMS a montée contre la variole, à commencer par les grandes manœuvres de la fin des années 60 où l'on allait jusqu'à vacciner 200 à 250 millions de personnes par an. L'ennemi perdant du terrain, on en vint par la suite à une tactique de guérilla, avec encerclement systématique du moindre village où un cas était notifié.

Avec pour résultat que la variole devait disparaître dès 1971 du continent sud-américain, en 1974-1975 du sous-continent indien et en 1977 de la Corne de l'Afrique, qui aura donc été son dernier refuge. C'est en effet le 26 octobre de cette année-là, en Somalie, que le dernier cas à survenir sur le terrain a été repéré et diagnostiqué. Le malade, Ali Maow Maalin, un jeune homme de 23 ans, a d'ailleurs pu être guéri. Les

campagnes intensives de recherche de la maladie menées par la suite dans ces régions ont prouvé, selon les experts, que la maladie avait bel et bien été éliminée: la récompense de \$1 000 promise à quiconque en signalerait un nouveau cas n'a donc pas eu à être attribuée.

Plusieurs faits peuvent expliquer le remarquable succès de l'opération variole. La communauté internationale, d'abord, a employé les grands moyens: une quarantaine de pays, Union soviétique puis États-Unis en tête, ont fourni un effort de guerre évalué à plus de 110 millions de dollars américains. Des techniques de vaccination adaptées aux besoins de la cause ont été recherchées: après avoir réglé le problème de la qualité du vaccin lui-même (en 1966, 10 à 15 pour cent seulement des doses utilisées avaient effectivement un effet immunisant...), on a trouvé l'outil qu'il fallait pour l'administrer rapidement, simplement, économiquement et efficacement, en l'occurrence une banale aiguille bifurquée à deux pointes. Pendant dix ans, des milliers d'agents sanitaires ont sillonné les zones contaminées, utilisant au besoin le véhicule tous-terrains ou l'hélicoptère.

Par ailleurs, la nature même de la variole et du virus explique qu'on ait pu en venir à bout, alors que des campagnes analogues menées contre le paludisme ou la fièvre jaune se sont soldées par des échecs. Maladie infectieuse très grave, la variole ne se transmet toutefois que par contamination directe d'individu à individu et, en tout cas, pas à la vitesse de maladies comme la grippe.

Quant au virus qui la cause, et c'est là un point capital, on ne lui connaît pas de réservoir animal où il pourrait se réfugier avant de réapparaître chez l'homme

(ce que font certaines souches de la grippe) ni d'agent transmetteur autre que l'homme (ce qui est le cas du paludisme, transmis par un moustique). Une maladie très voisine de la variole, le *monkeypox*, est endémique dans certaines populations de singes d'Afrique occidentale, mais ne semble s'attaquer à l'homme qu'excessivement rarement. Bref, comme disent les experts qui doivent quand même se montrer prudents, «rien ne prouve l'existence d'un hôte animal du virus variolique.»

Le tableau serait donc parfait s'il n'y avait pas une ombre dessus, et une ombre non négligeable. Deux autres cas de variole — dont un mortel — se sont déclarés après celui d'octobre 1977 en Somalie, donc après celui que l'OMS présente partout comme le dernier cas notifié. Le 11 septembre 1978, une employée de l'université de Birmingham (Angleterre), Janet Parker, mourait d'une variole contractée dans le laboratoire où elle travaillait; ce dernier était situé dans le même édifice qu'un laboratoire de recherche sur le virus de la variole. Ce malheureux accident, bien sûr, ne change rien au fait de l'éradication de la maladie sur le terrain. Mais il met en lumière l'importance des problèmes de sécurité dans les laboratoires où l'on travaille sur des organismes aussi virulents que le virus de la variole.

Dans le cas de ce virus «disparu», le nombre des laboratoires qui en possèdent encore à des fins de recherche devrait être réduit, selon les vœux de l'OMS, de 12 à quatre (on en garderait à Atlanta, Londres, Moscou et Tokyo). Les mesures de sécurité, évidemment, y seraient maximales. Et d'autant plus essentielles que la vaccination anti-variologique se fera de plus en plus rare. Qu'advient-il en effet si le virus sortait, accidentellement ou intentionnellement, des laboratoires où il sera confiné? On frémit rien qu'à y penser, en se rappelant les

ravages que put faire la variole quand elle fut introduite dans des populations où elle était inconnue, comme ce fut le cas quand les Espagnols débarquèrent en Amérique en 1520.

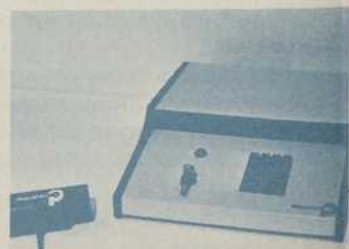
Fort heureusement pour nous, il est vrai, nous connaissons aujourd'hui mieux cette maladie et la façon de la contrer. L'OMS, d'ailleurs, n'a pas manqué de recommander la création d'une réserve de 200 millions de doses de vaccin anti-variologique. Au cas où...

Yanick Villedieu

ÉLECTRONIQUE
À L'HEURE DU SKI

Le 20 janvier, lors de compétitions de ski alpin au mont Comi, près de Rimouski, on employait pour la première fois de façon opérationnelle un nouveau système de chronométrage. Ce système à microprocesseur a été mis au point l'été dernier par la compagnie québécoise Pocatec, de La Pocatière. Les avantages de l'appareil résident surtout dans le fait qu'il est portatif, qu'il effectue facilement des opérations habituellement réservés à de plus gros ordinateurs et qu'en plus il est assez bon marché.

L'appareil se présente sous la forme d'une petite mallette avec un clavier et un module d'affichage à diodes électroluminescentes. Lors de la compétition, il est relié par des fils à un déclencheur de chronométrage à baguette, situé en haut de la piste, et à une porte d'arrivée optique, munie d'un émetteur et d'un récepteur à lumière infrarouge.



Pocatec

Le système de chronométrage MC-1000 peut chronométrer au millième de seconde jusqu'à deux coureurs simultanément, fournir le numéro d'ordre du coureur et ses performances dans la compétition. Il est aussi programmé pour calculer le pointage selon les normes internationales, qui varient selon qu'il s'agisse d'un homme ou d'une femme. De plus, grâce à sa mémoire, l'appareil est en mesure de retenir une liste de 148 coureurs par ordre de numéro, de meilleur pointage ou de meilleur temps, et cela pour deux descentes. Toutes ces données peuvent être

transférées sur une imprimante.

La console du micro-ordinateur ne pèse que 4,5 kilogrammes et le système est entièrement autonome, contrairement aux installations utilisées jusqu'à présent lors de compétitions importantes et qui nécessitent une liaison avec de gros ordinateurs, comme celui de l'université Laval lors de compétition au mont Sainte-Anne. Dorénavant, les compétitions de niveau plus modeste pourront donc elles aussi bénéficier des avantages de l'électronique.

F. P.

TRANSPORT DU SOUFRE DANS LES NIDS-DE-POULES

Depuis l'automne dernier, plusieurs routes de la région de Montréal servent de banc d'essai pour un nouveau produit destiné au rapiéçage des chaussées. Le matériau en question, à base de soufre, permettrait de reboucher plus facilement et surtout de façon plus durable les ornières si fréquentes sur nos routes. Il a été mis au point au Centre national de recherches du Canada, à Ottawa, au cours des trois dernières années.

Cependant, d'après le Dr J. Beaudoin, l'un des scientifiques qui a travaillé sur le projet, il faudra encore environ deux ans pour évaluer les performances exactes du produit et pour développer une machine facilitant son application sur les routes. Actuellement, les essais de performances et d'applications sont effectués pour le compte du CNRC par deux laboratoires, l'un à Winnipeg, l'autre à Montréal.

Selon Joan Powers Rickerd *Science Dimension*, 1979/2), on retrouve, à l'origine de la présente découverte, le souci du gouvernement canadien depuis une dizaine d'années de développer des utilisations du soufre. Le Canada est en

effet l'un des principaux producteurs mondiaux de soufre et celui-ci y est extrêmement pur et bon marché. L'intérêt des chercheurs a été éveillé par plusieurs propriétés du soufre, en particulier sa résistance à l'usure, aux acides et aux sels de même que son imperméabilité et son peu de conductibilité calorifique.

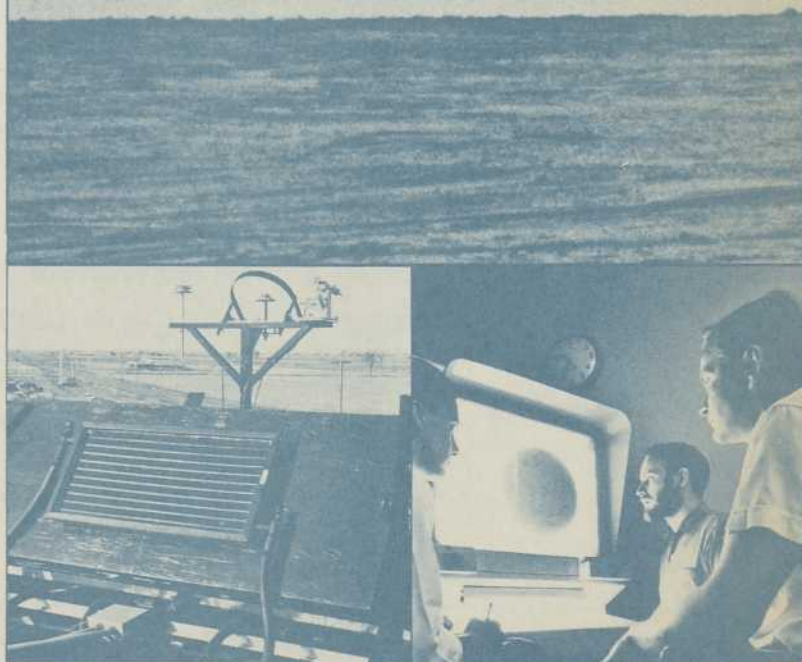
Jusqu'à maintenant, on rebouche les trous avec de l'asphalte ordinaire mélangé à du sable et des agrégats. On chauffe l'asphalte qui se ramollit entre 50° C et 100° C et on rend le mélange compact en le tassant. Mais comme chacun sait, cela ne tient pas longtemps! C'est pourquoi, les spécialistes ont eu l'idée de faire des recherches sur un mélange d'asphalte et de soufre, ce dernier combinant au premier plusieurs de ses propriétés.

En effet, le soufre, qui fond vers 115° C, redevient solide dès que sa température redescend sous le point de fusion. D'autre part, alors que l'asphalte doit être compacté, le soufre se durcit sans besoin de contraction. Le meilleur résultat a été obtenu en

Spécial Solaire

EN AVRIL

Québec Science présentera son dossier «Spécial solaire»: une enquête approfondie sur la réalité de l'énergie solaire au Québec; l'architecture solaire, le marché des composants, les serres solaires, les principales réalisations d'ici et d'ailleurs. Une enquête réalisée par l'équipe de **Québec Science**, aidée de spécialistes du milieu



Une calculatrice d'une grande puissance: la TI-59 de TEXAS INSTRUMENTS.



Depuis quelques années, les ROM (read only memory) sont utilisés dans les ordinateurs de bureau. Texas Instruments a réussi à les miniaturiser suffisamment pour les inclure dans une calculatrice de poche. Chacun de ces modules interchangeables contient environ 25 programmes, soit jusqu'à 5 000 pas de programmation. La puissance de la calculatrice est ainsi de beaucoup accrue.

La calculatrice TI-59 vient avec le module de base comprenant des programmes de mathématiques, de statistiques, de finance et des programmes d'intérêt général. La TI-59 offre une puissance de programmation peu commune avec une possibilité combinée de 960 pas ou 100 mémoires. Vous pouvez compter sur six niveaux, 10 indicateurs binaires (flags), des branchements conditionnels, l'adressage direct ou indirect, etc.

De plus, vous pouvez enregistrer vos propres programmes, ou modifier ceux du ROM sur des cartes magnétiques. Des cartes magnétiques vierges sont offertes avec la TI-59 et elles sont compatibles avec les bibliothèques de programme déjà disponibles chez Texas Instruments.



TI-59: \$316.⁰⁰



TI-59

La nouvelle TI-58C avec mémoire continue est maintenant disponible. Tout comme la TI-59 elle utilise les modules de programmation. Ces deux calculatrices sont compatibles avec l'imprimante PC-100 C.

**Des dépliants détaillés sont à votre disposition.
Pourquoi payer plus cher ailleurs? Venez nous voir.**

* Commandes postales acceptées avec chèque usé; prière d'ajouter la taxe de vente provinciale (8%) et les frais d'expédition de \$4.00 (\$6.00 pour les modèles de plus de \$200.).

COOPERATIVE ETUDIANTE DE POLYTECHNIQUE

LOCAL C-106 École Polytechnique
Campus de l'Université de Montréal
C.P. 6079, Succ. «A» Montréal H3C 3A7
Tél.: (514) 344-4841



★ «A noter: La Coopérative sera fermée du 20 décembre 1979 au 7 janvier 1980 pour le temps des fêtes.»

mélangeant deux parties de soufre à une partie d'asphalte et en ajoutant à cette combinaison des paillettes de mica pour un pour cent du volume. L'Ontario Research Foundation a déjà mis au point une machine capable de fabriquer le matériau composé.

Sur la route, le produit liquide est versé dans les ornières et quelques minutes plus tard, il est assez résistant pour permettre le passage de véhicules. Selon M. Jean Hébert, un ingénieur de Laboratoires d'asphalte limitée, la compagnie montréalaise qui fait des essais sur route, «le plus gros problème à résoudre est celui du chauffage du matériau à la bonne température sans faire perdre au soufre ses propriétés. Pour y parvenir,

on a dû chauffer le produit au bain-marie dans de l'huile. De même, la façon de préparer le trou est importante et nous avons essayé différentes méthodes.»

Les tests de cet hiver ont été effectués sur 50 trous de routes commerciales et résidentielles; cependant, l'impact climatique de cette saison a été anormal et risque de fausser les informations. D'autres tests auront lieu au printemps et peut-être de nouveau l'hiver prochain mais, dès à présent, les ingénieurs semblent satisfaits du comportement mécanique du matériau. Si les prochains essais sont aussi positifs, on peut s'attendre à la généralisation de son emploi sur les routes dans quelques années.

F. P.

PHYSIQUE

LA MÉCANIQUE DU SKI

Richard Wilde, physicien américain, est depuis sa plus tendre enfance un mordue du ski. Récemment, il faisait part de ses observations et réflexions sur la technique du ski (*New Scientist*, 20-27 décembre 1979). Bien entendu, c'est avec des yeux de physicien qu'il s'est penché sur le problème. Les résultats sont intéressants et, a priori, inattendus.

Première constatation: skier, c'est l'art d'effectuer des virages, virages nécessaires pour contrôler sa vitesse et éviter les obstacles. Bien qu'il existe plusieurs variétés de virages, on peut distinguer dans la plupart d'entre eux deux étapes fondamentales.

Pour changer de direction, le skieur doit d'abord réduire au minimum la grandeur du «couple externe», cette force qui fait qu'un objet a un mouvement de rotation, en réduisant la pression des skis sur la neige. Il y arrivera en abaissant rapidement son corps. Comme le centre de gravité du skieur se réajuste lentement, les skis doivent se déplacer vers le haut pour compenser le changement de distribution de la masse, diminuant ainsi la qualité du contact avec la neige.

À cette instant précis et bref, le skieur oriente la partie supérieure de son corps dans une nouvelle direction et les skis, en raison de la quasi absence de couple externe, tournent dans le sens inverse. Un chat en chute libre utilise ce principe pour retomber sur ses pattes. La première partie du virage se termine ici, dans cette position précaire, entre ciel et neige.

L'amplitude de la rotation dépend uniquement du rapport des moments d'inertie impliqués: celui des jambes et des skis et celui du reste du corps. Rappelons que le moment d'inertie est la résistance qu'offre un corps

à un changement qui affecterait son mouvement de rotation autour d'un axe. Ainsi, le skieur, en étendant son bras et en utilisant son pôle, accroît le moment d'inertie de la partie supérieure de son corps qui devient ainsi plus grand que le moment d'inertie des skis et des jambes. Le virage s'en trouve facilité. De plus, en bougeant son corps vers l'avant ou l'arrière, il pourra créer une force (couple externe) qui le fera virer plus ou moins vite.

Passons à la deuxième étape du virage. Les skis refont maintenant contact avec le sol. Le skieur doit alors utiliser la force entre la neige et les skis pour réorienter son corps dans la nouvelle direction. Si ses skis sont à plat sur la neige, cette force sera utilisée pour glisser et le skieur devra s'incliner sur la pente pour ne pas tomber à la renverse. En inclinant ses skis pour permettre aux bords de mordre dans la neige, la glissade sur le côté s'en trouvera réduite et l'absorption d'énergie amoindrie. Voilà qui termine la périlleuse opération.

M. Wilde s'est également intéressé aux skis eux-mêmes. Pourquoi ces patins de bois, de métal ou de matières synthétiques glissent-ils si bien sur la neige? La réponse est simple. Entre la semelle du ski et la neige se forme une mince pellicule d'eau. Ce mince filet d'eau ne provient pas de la pression, qui n'accroît la température que de quelques millièmes de degré, mais plutôt de la friction. On comprend donc l'importance d'un bon isolement thermique de la semelle pour réduire au minimum la chaleur absorbée.

Autre question: à quoi est due la stabilité directionnelle d'un ski? La réponse réside dans cette rainure médiane qui s'étire sur presque toute



Lockheed

Une lame d'eau

Un jet d'eau pressurisé qui coupe avec une force de plus de 27 tonnes. Ce système, mis au point par la compagnie Lockheed, tranche d'épaisses plaques de plastique, d'amiante, de mousse et autres matériaux non métalliques, à la vitesse de cinq mètres par minute sous une pression de 380 000 kilopascals. Il éliminerait presque tout rejet de poussière dans l'air.



la longueur du ski. Elle agit un peu comme la quille d'un bateau. La neige sous la rainure subit une pression moindre que sous le reste de la semelle et agit un peu comme un «sillon» inversé. De plus, en fournissant un réservoir d'air sous le ski, elle empêche la création d'un vide qui collerait la neige au ski et accroîtrait la résistance au mouvement.

Voilà une analyse «physique» très générale de la technique du ski. La réalité est beaucoup plus complexe, mais les principes de base demeurent les mêmes. Si jamais, au cours d'un virage, vous tombez, peut-être comprendrez-vous maintenant un peu pourquoi!

Claude de Launière

ESPACE

LE FIL D'ARIANE

Le 24 décembre dernier, les Européens ont enfin réalisé un vieux rêve: être capables de rivaliser sérieusement avec les Américains dans le domaine de l'exploitation commerciale de l'espace. À cette date, en effet, la fusée européenne Ariane a réussi son envol depuis le centre spatial de Kourou, en Guyane. Pour les onze pays membres de l'Agence spatiale européenne qui ont participé au projet, c'était la consécration de six années de recherches et de mise au point de leur technologie. Dix jours plus tôt, un premier essai de lancement avait échoué parce que, semble-t-il, les crochets de lancement n'avaient pas libéré la fusée à cause d'une pression insuffisante dans l'un des moteurs du premier étage. Heureusement, le

système de sécurité avait parfaitement fonctionné évitant que la fusée se détache de sa rampe et explose au sol, ce qui aurait pu repousser de plusieurs années les différentes phases du projet.

La fusée Ariane lancée à Kourou mesurait 47 mètres et pesait 207 tonnes au décollage. Dans cette version, qui pourra être modifiée, le lanceur européen a trois étages. Le premier étage possède quatre moteurs Viking-5 qui développent une poussée totale de 245 tonnes en brûlant des ergols (du diméthylhydrazine et du peroxyde d'azote). Le deuxième étage est équipé d'un seul moteur qui utilise le même carburant, tandis que le moteur du troisième étage, d'un type plus récent, brûle un mélange d'hydrogène et

d'oxygène liquides. Telle quelle, la fusée peut placer sur une orbite basse circulaire une masse de 4 500 kilogrammes.

Son principal attrait consiste à lancer des satellites géostationnaires, c'est-à-dire en un point fixe à environ 36 000 kilomètres à la verticale de l'équateur. Pour ce faire, Ariane envoie directement sur orbite un satellite dont le poids ne dépasse pas 925 kilogrammes, ou propulse sur une orbite dite de transfert géostationnaire un satellite pesant jusqu'à 1 700 kilogrammes, lui-même pourvu d'un moteur qui lui permet d'atteindre de façon autonome l'altitude prévue.

Étant donné que les Soviétiques n'effectuent que de très rares lancements commerciaux et que les Américains ne pensent pas pouvoir rendre leur navette opérationnelle avant 1983 ou 1984, le lanceur européen va pouvoir briser le monopole américain de la fusée Atlas-Centaur dans le domaine du lancement des satellites de télécommunications, en particulier. En effet, on évalue à environ 200 le nombre de ces satellites à placer sur orbite d'ici seulement 1990. Les prochains tirs de qualification auront lieu en mai, octobre et décembre prochains.

Au cours de ces vols, la masse d'aluminium satellisée le 24 décembre dernier sera remplacée par des engins opérationnels: le satellite de radio-amateurs Amsat, un satellite scientifique allemand, le satellite de communications indien Apple, un satellite météorologique européen Météosat-2 et le premier satellite européen de télécommunications maritimes Marecs-A. À la suite du premier lancement réussi, les Canadiens et même les Américains se sont montrés très intéressés à utiliser le lanceur européen au cours des prochaines années. Ainsi, on envisage Ariane-2 et 3, plus puissantes pour satelliser des masses de 30 pour cent supérieures,

Ariane-4 capable de placer en orbite de transfert géostationnaire jusqu'à 3,5 tonnes de charge utile et enfin, - Ariane-5. Ce lanceur des années 90 pourrait transporter sur orbite basse une petite navette européenne de dix tonnes du même genre que celles des Américains et des Soviétiques. Ce dernier projet dépendra cependant de la réussite de toutes les phases antérieures.

François Picard

TECHNOLOGIE UN NOUVEAU FILTRE INVENTÉ À SHERBROOKE

Une équipe de chercheurs de la faculté de médecine de l'Université de Sherbrooke vient de mettre au point un système de filtration de l'air totalement nouveau, le filtre à barrière liquide. Ce système permet de débarrasser un gaz de la quasi-totalité des particules solides ou liquides qui le polluent. Selon ses inventeurs, son application la plus prometteuse, si l'on peut dire, se situerait au niveau de masques de protection individuels contre les retombées de catastrophe nucléaire civile ou militaire. De façon plus générale, ce filtre serait de toute première utilité dans les situations où sont impliqués des polluants hautement toxiques, c'est-à-dire des polluants contre lesquels la protection doit être totale.

Ce qui est très nouveau dans le filtre mis au point à Sherbrooke, c'est justement la «barrière liquide» qui lui a donné son nom. Le liquide utilisé appartient à la famille des fluorocarbures, une famille très nombreuse et très complexe, entièrement artificielle. La grande caractéristique des fluorocarbures réside dans leur pouvoir de dissolution des gaz, le plus fort que l'on connaisse. Comme ils sont, de plus, d'une forte densité moléculaire,

laire, ils constituent un milieu particulièrement difficile à traverser pour les particules qui les pénètrent.

Ce sont justement ces deux propriétés des fluorocarbures que les concepteurs du filtre à barrière liquide ont mises à contribution: le gaz pollué, l'air par exemple, pénètre dans le liquide en même temps que les particules dont il est chargé; le gaz se dissout dans ce milieu, tandis que les particules sont bloquées par les molécules du fluorocarbure. Mais alors qu'une simple différence de pression entre un côté de la barrière et l'autre suffit pour en faire ressortir le gaz, les particules polluantes, plus lourdes, y restent emprisonnées.

L'efficacité de ce filtre est telle qu'une pellicule de fluorocarbure épaisse d'un millimètre seulement arrête pratiquement 100 pour cent des particules en suspension dans le gaz, selon les résultats des expériences réalisées par les chercheurs sherbrookoïses. Il faut souligner par ailleurs — et ce n'est pas là la moindre des qualités des fluorocarbures — que le liquide de la barrière filtrante est parfaitement non toxique, à court comme à long terme.

Fait intéressant à souligner: ce sont ces mêmes fluorocarbures qui sont utilisés depuis une quinzaine d'années dans les travaux visant à la mise au point d'un sang artificiel (voir *Québec Science*, mai 1976), aussi bien à cause de leur innocuité pour l'organisme que pour leur remarquable pouvoir de dissolution des gaz; l'une des fonctions principales du sang est en effet d'assurer le transport de l'oxygène et du gaz carbonique dans le corps. Les fluorocarbures ont été utilisés avec succès chez l'homme pour la première fois en avril 1979, au Japon.

Le responsable de l'équipe qui a mis au point le filtre à barrière liquide, Wolf D. Seufert, admet d'ailleurs que c'est en s'intéressant à cette question du sang artificiel qu'il en est venu à concevoir ce tout nouveau principe de

filtration des gaz, actuellement en instance de brevet aux États-Unis. À noter enfin que France Bessette, elle aussi de la faculté de médecine de l'Université de Sherbrooke, Gérard Lachiver, du CEGEP de Sherbrooke et Henri Merdy, de la faculté des sciences de l'Université de Provence à Marseille, partagent avec M. Seufert le crédit de cette invention.

Yanick Villedieu

Réponses:

Vrai ou faux?

- Faux. Vous économiserez environ 13 pour cent de combustible;
- Vrai. Il y a une perte de chaleur par les murs, à cause du ruissellement des eaux;
- Faux. On économise généralement 22 litres d'eau en prenant une douche;
- Vrai. Un ameublement, des housses, tentures et

rideaux de couleur claire réfléchissent plus la lumière et diminuent ainsi le besoin d'éclairage artificiel.

Qu'en dites-vous?

- De 50 pour cent. Des fenêtres triples réduiraient de 66 pour cent;
- Durant 15 minutes;
- Trois fois plus;
- De 15 à 20 pour cent;
- À 3,3° C.

À la découverte des oiseaux du Québec...



vient de paraître

NICHOIRS D'OISEAUX

par Raymond Cayouette
illustrations de Jean-Luc Grondin

La description de 20 espèces d'oiseaux qui occupent les nichoirs. Des trucs pour les attirer et les faire nicher. Plus de 25 modèles de maisonnettes. 18 planches en couleur. 36 pages, illustrées en couleur. \$4.00

nouvelle édition

LES OISEAUX DU QUÉBEC

par Raymond Cayouette
et Jean-Luc Grondin

L'habitat, les mœurs, le nid, le chant, la distribution, les migrations et lieux d'hivernage de 243 espèces d'oiseaux du Québec. Un complément idéal aux guides d'identification sur le terrain.

120 pages, illustrées en noir et blanc. \$5.00



GUIDE SONORE DES OISEAUX DU QUÉBEC

Vol. 1

réalisé par Jean Bédard

Disque microsillon présentant les chants et les cris de plus de 80 espèces d'oiseaux du Québec enregistrés en pleine nature. Un outil indispensable pour l'identification des oiseaux et l'enseignement des sciences naturelles. \$5.40 (taxe incluse)



LES ÉDITIONS DE LA SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE QUÉBEC, INC.

Nom

Adresse

..... Code postal

Nichoirs d'oiseaux ☐ \$4.00
Les Oiseaux du Québec ☐ \$5.00
Guide sonore des oiseaux du Québec ☐ \$5.40

Chèque ou mandat à l'ordre de
La Société zoologique de
Québec, inc.
8191, avenue du Zoo,
Charlesbourg, Qué. G1G 4G4

CES CHERS



ANCÊTRES

par Luc Chartrand

Folie québécoise

L'«invasion de fous» qui survint à Montréal en 1879 donna lieu à la première manifestation d'intolérance des Québécois envers la maladie mentale. Cette année-là, victime des coupures budgétaires de l'État, l'asile de Longue-Pointe (Saint-Jean-de-Dieu) dut remettre en liberté 68 «insensés». L'unanimité des journaux du temps à dénoncer cette «invasion dangereuse», résultat d'une «politique d'insensés», dénote une crainte de la folie qu'on n'aurait pas rencontrée un siècle plus tôt.

Au village de Longue-Pointe, une pétition quasi unanime des paroissiens demanda au gouvernement d'arrêter cette menace. Le maire ordonna aux policiers d'être prêts à intervenir et d'avoir à l'œil les nouveaux arrivants. Dans un éditorial virulent, le Canadien s'attaqua aux ministres: «Si la Providence les frappait d'aliénation mentale et s'ils finissaient leurs jours dans un asile de fous, ne serait-ce pas un effroyable mais juste châtement?»

Avant le milieu du 19^e siècle, les fous québécois étaient le plus souvent des «fous de village», que la société tolérait et même protégeait. Un cas jugé trop dangereux était conduit à la prison, enchaîné, et on n'en parlait plus. Parfois aussi, les institutions de charité offraient l'assistance aux pauvres d'esprit, mais on ne les distinguait guère des pauvres tout court.

La médicalisation de la folie en Occident n'apparut qu'au tournant du siècle dernier. En France, Philippe Pinel publia en 1801 son *Traité médico-philosophique sur l'aliénation mentale* et la folie, dans lequel on envisageait pour la première fois de sortir les fous des prisons. La même année, le gouvernement du Bas-Canada accordait une première reconnaissance politique aux «personnes dérangées dans leur esprit»: on vota des fonds de secours aux aliénés. Cette mesure eut pour principal effet de faire prendre conscience aux hôpitaux qu'ils abritaient des fous. L'octroi gouverne-

mental étant de deux shillings pour les insensés, alors qu'il n'était que d'un shilling pour les infirmes, les institutions se mirent à dépister avec beaucoup plus d'intérêt les malades mentaux parmi leur clientèle.

Selon le sociologue Luc Goudreault, cette simple mesure devait «contribuer à la création et au maintien de la maladie mentale comme problème social». Dans une étude sur l'évolution de la statistique aliéniste au Canada, le sociologue de l'université McGill situe en 1835 l'apparition d'une mention spéciale pour les aliénés dans les recensements de population. Cela ne signifiait pas qu'on en était déjà arrivé à une approche médicale du phénomène, mais le dépistage eut comme résultat premier l'augmentation des cas de folie connus et, par la suite, la création des premières institutions spécialisées, les asiles.

En 1841, la naissance du Toronto Lunatic Asylum, puis la création de l'asile de Beauport, en 1845, et de celui de Longue-Pointe, en 1852, vont doter les deux Canada de leurs premières véritables «maisons de fous». Une différence de taille démarque toutefois le système du Québec de celui de l'Ontario. Là-bas, il est gouvernemental; chez-nous, il est privé.

Ce caractère privé va retarder considérablement l'approche scientifique de la maladie mentale chez les Canadiens français. À Beauport, l'asile sera fondé par une corporation de médecins, dirigée par le Dr William Douglas, tandis qu'à Longue-Pointe, ce sont les Sœurs de la Charité de la Providence qui prennent les opérations en main.

La démarche du Dr Douglas n'était pas purement économique, comme l'ont prétendu certaines études historiques. Américain réfugié au Québec, Douglas peut être considéré comme le précurseur de la psychiatrie chez nous. Progressiste, il s'indigna de l'allure carcérale du traitement des fous et décida d'abandonner la pratique générale pour se consacrer exclusivement aux aliénés. Il comptait parmi les rares médecins du temps qui croyaient qu'on pouvait soigner la maladie mentale. Un siècle avant que la musicothérapie ne devienne une discipline expérimentale à l'hôpital Louis-H. Lafontaine, Douglas croyait aux vertus curatives de la musique et de la danse et y exerçait ses patients. Lui-même propriétaire d'un asile, il ne manqua pas de s'élever contre le système de propriété privée de ces «hôpitaux».

En 1865, il vendit ses actions dans l'asile de Beauport, et ses efforts de médicalisation des troubles mentaux demeurèrent sans suite.

Il faut dire qu'à cette époque où Freud suçait encore son pouce, on savait peu de choses sur les désordres de l'esprit. Dans les rapports annuels de l'asile de Beauport, on peut retrouver l'essentiel des connaissances psychiatriques qui y avaient cours. Parmi les causes connues de la folie, huit étaient particulièrement à surveiller: l'hérédité, l'éducation (mauvaise bien sûr), l'immoralité, le tabac, l'opium, l'ivrognerie, les maladies convulsives (héréditaires ou transmises par l'allaitement au sein!) et la consanguinité des parents.

Le passage sur l'immoralité est particulièrement juteux. «Dans certaines familles, dit-on, l'immoralité des parents est une des causes les plus terribles, les plus actives de la folie. Loin de diriger leurs actions sous l'empire de sentiments honnêtes pour accomplir leur mission au sein de la famille, les conjoints n'écourent que leurs passions. Cet abus de la force nerveuse conduit directement à la folie paralytique. (...) Et que dire encore de ces malheureux enfants qui, au contact de jeunes gens vicieux, ont contracté des habitudes honteuses (onanisme (masturbation), etc.) qui, de tous les vices, sont

ceux qui portent la plus profonde atteinte à la constitution physique et intellectuelle et conduisent un grand nombre d'entre eux au dernier degré d'abrutissement.»

La classification des malades était du même niveau. Les causes, écrivait-on, si diverses soient-elles, aboutissent à la «même fin morbide». Lorsqu'on tentait un effort de classification, cela se résumait souvent à trois catégories: idiot, imbécile, incurable.

Une décennie de scandales

L'«invasion» de 1879 (qui ne donna lieu à aucun des incidents appréhendés) ne fut que le premier d'une suite de scandales qui secouèrent le milieu asilaire pendant une décennie. En 1884, un psychiatre britannique de renom, Daniel Hack Tuke, fit une visite des asiles québécois, et en eut le souffle coupé. L'asile de Longue-Pointe en particulier lui fit l'effet d'un musée des horreurs. «En 37 ans, écrit-il, j'ai visité un grand nombre d'asiles en Europe, mais je n'ai jamais rien vu d'aussi déprimant que les conditions des patients de l'asile de Longue-Pointe.»

En fait, encore sous l'égide de corporations ou de congrégations, nos asiles n'avaient pas vraiment ouvert leurs portes à la psychiatrie. Tuke leur reprochait particulièrement l'abus de la contrainte mécanique (camisole de force, attaches de toutes sortes, réclusion), à une époque où la répression physique des malades mentaux était de plus en plus décriée en Angleterre, en France et aux États-Unis. Il était à la mode de pratiquer la politique dite de l'open-door, donnant un maximum de liberté au patient.

Le contraste avec les asiles ontariens et américains frappa Tuke, qui attribua notre retard au système d'affermage (propriété privée) qui, pour des raisons d'économie et de rentabilité, réduisait le personnel qu'aurait nécessité la surveillance de patients plus libres. Un «insensé» québécois coûtait en moyenne \$118 par année pour son entretien, tandis qu'en Ontario, il coûtait \$172 et aux États-Unis \$295! Depuis le départ de Douglas, Beauport n'était plus qu'un simple lieu de parage pour les fous; on n'y trouvait qu'un seul médecin pour 900 patients. À Longue-Pointe, il y avait deux médecins pour 1 200 pensionnaires!

Les révélations de Tuke provoquèrent une typique querelle d'idées entre anglophones et francophones. Les anglophones se montrèrent sympathiques aux idées du psychiatre anglais et réclamèrent l'étatisation des asiles. Chez les Canadiens français, on considérait que l'étatisation portait atteinte au «droit sacré des institutions religieuses» de s'occuper d'affaires sociales. Les partisans du système traditionnel trouvèrent un porte-parole en la personne du Dr J.-C. Taché, ancien inspecteur des asiles.

Les attaques contre nos asiles, écrivait Taché, proviennent «d'un animus particulier produit par les antipathies de race et par le fanatisme d'une certaine catégorie de sectaires». Le médecin s'en prit également à la politique de l'open-door, qu'il qualifia de dogme et qui ne tenait pas compte, selon lui, de la question financière. En somme, il ne faisait que le confirmer: nos asiles étaient en retard.

Le gouvernement devait agir, ne serait-ce que pour calmer les anglophones qui criaient au scandale. En 1885, il vota une loi assignant à chaque asile un bureau médical, aux pouvoirs assez étendus et dont les salaires étaient versés par l'État. Les propriétaires d'asiles s'élevèrent contre cette dilution de leur autorité et la presse ultramontaine (ultra religieuse) les

appuya. La Vérité, dans un éditorial intitulé «Loi funeste» s'écria: «Nous n'hésitons pas à le dire: jamais notre législature n'a proclamé un principe aussi détestable, aussi subversif, aussi anti-social, aussi contraire aux droits de la propriété, aux droits individuels, aux droits des corporations religieuses.»

Aux élections de 1886, le nouveau gouvernement libéral de Mercier promit d'instaurer une commission d'enquête sur la question. La commission publia en 1888 un rapport sur la situation. Elle ne se contenta pas de visiter nos institutions, mais se rendit également dans la plupart des asiles ontariens et américains. Ses conclusions étaient claires: le système d'affermage était dépassé et l'étatisation était préférable pour le bien des malades. Mais dans le contexte de cette fin de siècle, marquée par la montée du pouvoir religieux, la commission n'osa pas proposer ouvertement l'étatisation totale des asiles. Elle ne fit que la suggérer.

On proposa donc des subventions plus élevées pour les soins médicaux, un accroissement des pouvoirs des médecins et on recommanda que l'asile de Beauport soit pris en charge par des religieux!

Fait intéressant, les commissaires se prononcèrent contre les techniques de répression et ajoutèrent: «les progrès accomplis dans ce vaste domaine (...) nous indiquent un penchant marqué à l'élimination de cet apanage particulier (répression mécanique) caractérisant l'asile d'aliénés, pour en faire une institution devant jouer le rôle d'hôpital.»

Mais cette volonté évidente de médicalisation de la folie n'était quand même pas suffisante pour changer les choses, dans la mesure où la commission ne s'attaquait pas de front à la direction financière des établissements. Trois quarts de siècle plus tard, pendant la révolution tranquille, la commission d'enquête sur les hôpitaux psychiatriques constata ce que l'on aurait pu prévoir dès 1888: «C'est le médecin qui théoriquement se situe au haut de la hiérarchie, mais son influence se fait bien peu sentir dans la salle. En pratique, c'est la religieuse hospitalière qui constitue la figure d'autorité, établit les règles, assigne les fonctions et donne à la salle son climat.»

Les anglophones comprirent en 1888 que les bons vœux de la commission ne donneraient rien si on laissait au clergé la direction financière des hôpitaux. Dès 1890, ils fondèrent leur propre institution, le «Verdun Protestant Hospital for the Insane», jetant ainsi les bases d'une psychiatrie québécoise autonome face à l'autorité religieuse. Cet épisode explique en bonne partie l'écart qui a séparé jusqu'à la révolution tranquille la psychiatrie québécoise anglophone de celle des francophones.

Pour en lire plus:

Appleton, V.E., *Psychiatry in Canada a Century Ago*, Canadian Psychiatric Association Journal, Vol. 12, p. 345, 1967

Beaudet, Céline, *Évolution de la psychiatrie anglophone au Québec 1880-1963*, Cahier # 6 de l'Institut supérieur des sciences humaines, Université Laval, 1976

Goudreault, Luc, *Naissance de la statistique aliéniste au Canada jusqu'en 1867 dans: Actes du XXVe congrès international d'histoire de la médecine*, Tome II, pp. 706-726, Québec 1976

Rapport de la Commission des asiles d'aliénés, Québec 1888

PARUTIONS RÉCENTES

ENTRE LE CRISTAL ET LA FUMÉE



Essai sur l'organisation du vivant

Henri Atlan, Le Seuil, Paris, 1979, 288 pages, \$25.55

Les organismes vivants sont-ils des machines, hyper-complexes certes, mais dont les propriétés et comportements répondent au déterminisme des lois de «cause à effet», ou au contraire leur évolution ne répond-elle pas, comme le suggère Theillard de Chardin, à une finalité, à une «logique du destin» qui tire vers quelque but pré-établi?

Avec *Le hasard et la nécessité*, paru en 1970, Jacques Monod rompait avec l'un et l'autre de ces extrêmes, en introduisant dans la pensée scientifique contemporaine un nouveau concept: celui du hasard organisateur. L'apparition des formes organisées ne pouvait être qu'aléatoire, mais les lois de la sélection naturelle ne retenaient systématiquement que ces êtres de plus en plus complexes, donnant une apparence de «direction» à l'évolution au fil des millénaires.

Pour Monod, pourtant, chaque apparition d'êtres organisés ne pouvait être qu'hautelement improbable, et seule la longue histoire de la terre, sur des milliards d'années, pouvait avoir conduit à la vie, puis à l'homme. Après lui, toutefois, de plus en plus de mathématiciens et de thermodynamiciens se sont demandés si, au contraire, les lois de la physique, lorsqu'on les applique aux grands ensembles, aux systèmes comportant des milliards et des milliards d'éléments en interaction, ne conduisent pas «nécessairement» à de telles formes organisées. Voici donc repris le débat entre le hasard et la nécessité, mais cette fois sur une base de lois physiques et mathématiques, et non plus simplement philosophique.

Henri Atlan est médecin et biologiste. Mais il s'est aussi spécialisé, ces dernières années, dans les théories de l'information et de la cybernétique (l'étude des systèmes auto-régulés), du

moins dans leur application aux systèmes hypercomplexes. Il arrive en effet que dans des «machines» où le nombre de rétroactions de contrôle est immense, le mauvais fonctionnement aléatoire de certains mécanismes ne perturbe en rien l'état d'équilibre. C'est la redondance des mécanismes régulateurs qui protège la stabilité de l'ensemble. Dans ces cas, ironiquement, le désordre d'un ou de quelques mécanismes apparaît dès lors non pas comme une menace, mais au contraire comme un ajout à la diversité des réponses possibles. C'est le «bruit» (au sens d'une difficulté de fonctionnement, d'une perte de qualité de réponse) qui devient source de diversité, d'adaptation, d'évolution. C'est la théorie du «bruit organisationnel» dont Henri Atlan s'est fait le théoricien.

Ce dernier livre, que publient les éditions du Seuil, reprend un certain nombre d'articles scientifiques d'Henri Atlan sur cette théorie, puis cherche à en appliquer la logique à des thèmes profondément humains: la psychanalyse, le rêve, l'âme, les lois, voire le phénomène juif! Les premiers chapitres, empruntant leur langage à la thermodynamique et aux théories de l'information, souffrent d'un langage souvent abstrait, ce qui rend souvent pénible la lecture de l'ouvrage.

En 1975, dans *Le macroscopique*, Joël de Rosnay annonçait déjà que l'outil mathématique issu des recherches en cybernétique et en théorie de l'information allait bientôt devenir l'instrument d'analyse du monde complexe. Livre au style coloré, chef-d'œuvre de vulgarisation, *Le macroscopique* tournait toutefois à vide et chutait dans le superficiel sitôt que son auteur tentait d'illustrer le fonctionnement de cet outillage. Ceux qui comme moi ont été déçus du livre de de Rosnay trouveront donc chez Atlan un exposé certes plus difficile, mais combien plus articulé.

Pierre Sormany

CANNIBALES ET MONARQUES

par Marvin Harris, Flammarion, Paris, 1979, 270 pages, \$21.00

Rien n'a changé depuis l'âge de pierre. Les sociétés humaines, dans leur grandeur comme dans leur décadence et parfois leur disparition, demeurent le produit de leur environnement. Dans un contexte initial d'abondance relative des ressources, les populations croissent en nombre; pour faire face à cette pression démographique, et en l'absence de possibilités non traumatisan-

tes de contrôle de la fécondité (l'infanticide, officiel ou officieux, en a été le moyen le plus répandu jusqu'au 18^e siècle peut-être), il faut intensifier la production; ce faisant, la rentabilité du travail diminue et l'environnement s'épuise; le niveau de vie baisse; seule l'introduction de nouvelles technologies et de nouveaux systèmes de production est capable de sauver la mise, jusqu'à la prochaine crise d'épuisement des ressources...

Cette grille d'analyse, avance l'auteur de *Cannibales et Monarques*, permet de comprendre aussi bien l'origine de l'agriculture que celle de la guerre, de l'inégalité des sexes ou du cannibalisme des Aztèques. Elle permet aussi de comprendre pourquoi les grandes civilisations d'Amérique centrale disparurent et pourquoi les peuples de l'Ancien Monde développèrent des religions dites d'amour et de miséricorde. Pourquoi les Juifs et les Musulmans durent abandonner l'élevage du porc (et faire un tabou de la consommation de sa chair) et pourquoi les Hindous vénèrent la vache. Toujours selon l'auteur, cette grille, explique de plus pourquoi les grandes «sociétés hydrauliques» que furent la Chine, l'Inde, la Mésopotamie et l'Égypte — toutes caractérisées par une forte centralisation technocratique, un haut degré de despotisme et l'utilisation de l'eau comme principal facteur de production — ne dépassèrent jamais le mode de production essentiellement agricole sur lequel elles étaient fondées. Cette grille expliquerait encore pourquoi l'Europe occidentale, par contre, passa du féodalisme au capitalisme, ce système «voué à un accroissement illimité de la production au nom d'un accroissement illimité des bénéfices».

Partout et toujours, insiste donc Marvin Harris, qui est directeur du département d'anthropologie de l'université Columbia à New York, ce sont des facteurs écologiques qui déterminent la naissance, le devenir et la mort des cultures. Limitées, toutes les ressources finissent par s'épuiser, y compris les combustibles fossiles, cette «provision énorme d'énergie fraîche et bon marché» qu'achève de dévorer le monde industriel dans une délirante fuite en avant: pour produire et livrer une boîte de maïs contenant 270 calories, on en dépense 2 790 en énergie; et pour fabriquer les mêmes 270 calories en bœuf, on en dilapide... 22 000. Notre système de production, dont la nature même est la croissance, atteint ainsi ses limites de croissance.

Remarquable voyage aux pays de l'espèce humaine depuis l'âge du silex jusqu'à celui de l'ordinateur, le livre de Marvin

Harris passionné, bouscule, remet en question, inquiète. Les Aztèques, avant nous et sur une toute petite partie du globe, épuisèrent à ce point leur environnement qu'ils n'eurent d'autre choix que le trio guerre-sacrifices humains-cannibalisme. Bien sûr, nous qui n'échapperons peut-être pas à un nouveau «despotisme énergétique» hyper-centralisateur, nous ne deviendrons certainement pas Aztèques: nos prêtres-bouchers, qui ont déjà le doigt sur le bouton atomique, ne nous en laisseront même pas le temps. Ou, à tout le moins, rendront auparavant la viande im-mangeable...

Yanick Villedieu

Derniers Livres Reçus

Manuel de survie dans les régions nordiques

Les éditions Opuscul, en collaboration avec le ministère des Affaires indiennes et du Nord, Montréal, 1979, nouvelle édition corrigée, 208 pages, \$4.95

Par delà nos différences. Étude de cinq tribus dites primitives

I. Eibl-Eibesfeldt traduit de l'allemand par Trudi Strub Flammarion, Paris, 1979, 255 pages, \$33.00

La pêche sur le Saint-Laurent. Répertoire des méthodes et des engins de capture

Marcel Morissette Boréal Express, avec le concours de Parcs Canada, Montréal, 1979, 213 pages, \$8.75

La révolution cosmique

Timothy Leary Presses de la Renaissance, Paris, 1979, 256 pages, \$16.50

Rites et croyances de la naissance à Charlevoix

Jean-Philippe Gagnon Leméac, Montréal, 1979, 150 pages, \$8.95

Le siècle

de la communication J.F. Arnaud Albin Michel, collection Science d'aujourd'hui, Paris, 1979, 232 pages, \$17.25

Voyage aux confins de la science

P.F. Renucci et R. Martin Mengès, Paris, 1979, 233 pages, \$12.95

EN VRAC

VOL DE JOUR

Des ingénieurs de la compagnie japonaise Hitachi ont inventé un gadget, minuscule et ingénieux: une micro-plaquette mesurant la pression dans un moteur d'automobile, permettant par ce moyen de mieux contrôler le fonctionnement du moteur et de diminuer les émissions toxiques. Les ingénieurs en étaient si fiers qu'ils l'ont apportée à Londres pour la montrer au congrès sur l'électronique automobile à l'Institut des ingénieurs électriques. La tentation non seulement de voir de près cette micro-plaquette mais aussi d'en découvrir le secret a été trop forte pour un des congressistes et il l'a subtilisée. Les Japonais ont lancé un appel pour retrouver leur gadget, mais en vain. Un représentant d'Hitachi, avec un flegme tout anglais, a déclaré: «Au moins quelqu'un est intéressé par ce gadget.»

POUR LES FUTURS BÉBÉS-ÉPROUVETTE



Les Américaines qui voudront avoir recours à la fertilisation *in vitro* pour enfanter pourront prochainement s'adresser à une clinique spécialisée dans cette technique. En effet, l'Eastern Virginia Medical School, à Norfolk, a reçu l'approbation officielle pour ouvrir les portes de la première clinique pour bébés-épreuve. Une équipe de cinq experts de la fertilité, venant de la très cotée Johns Hopkins University Medical School, y sera à l'œuvre. Ainsi que le rapporte la revue *New Scientist*, les couples devront y déboursier entre \$3 000 et \$4 000 pour deux essais d'implantation d'un ovule fertilisé en éprouvette. Plus de 2 500 couples s'y sont déjà inscrits; des femmes ont même été sélectionnées et sont actuellement suivies en vue d'une prochaine implantation. Cependant, il faudra d'abord faire face aux groupes anti-avortements américains qui veulent empêcher par des moyens légaux la mise sur pied de cette clinique.

LES LÉVRIERS LEURRÉS



Pour garder les lévriers en excellente condition pour les courses, on les entraîne avec un leurre sur rail ressemblant à un lapin. Normalement les chiens n'attrapent jamais la proie mais, en contrepartie, ils ont tendance à perdre leur intérêt à s'entraîner. Pour cette raison, de façon périodique, les entraîneurs permettent aux lévriers d'attraper et de tuer un animal vivant, à l'insu des yeux du public, il va de soi. Dans le but d'éviter cette «bestialité», M. Ascarius John Senior, du pays de Galles, a inventé un nouveau leurre sur rail. C'est un générateur électronique de son, contenant une électrode à laquelle est relié un courant électrique. À un voltage et à une durée précises, cette nouvelle proie donne des résultats surprenants. Au lieu de faire mal ou d'effrayer le lévrier qui mord la proie, le leurre le stimule, maintient son intérêt et le garde en forme. Le lévrier croyant à une réaction de défense du leurre-animal est donc doublement leurré.

DU CITRON DÉSINTÉGRATEUR

Buvant un thé au citron à la cafétéria de l'hôpital, le Dr Michael Phillips, de l'Université du Connecticut, voit sa tasse de polystyrène se désagréger devant ses yeux. Intrigué, le Dr Phillips se dirige vers son laboratoire. Il y prépare du thé dans 16 tasse de polystyrène et met du citron frais dans huit d'entre elles. Ces huit tasses commencent aussitôt à se désagréger, les autres ne contenant que du thé restent intactes. Quelqu'ingrédient dans le thé au citron a un effet sur le

polystyrène, en conclut le Dr Phillips dans un rapport au *New England Journal of Medicine*. Étant donné que le polystyrène se révèle cancérigène chez les animaux de laboratoire, le Dr Phillips conseille de prendre le thé au citron, comme il se doit, dans une tasse de porcelaine anglaise.

À LA MERCI DE L'ORDINATEUR

L'administration hôtelière, depuis quelque temps déjà, fait un usage intensif de l'ordinateur, en particulier dans le domaine des réservations. Mais ce n'est pas toujours dans les meilleurs intérêts des clients. Au Holiday Inn de San Francisco, c'est l'ordinateur qui enregistre toutes les réservations. De 6 h 00 à 18 h 00, aucun problème. Par après, l'ordinateur prend pour acquis que les gens ne se présenteront pas à l'hôtel s'ils ne sont pas sur place avant 18 h 00 et annule automatiquement la réservation. Et si le voyageur téléphone au gérant pour l'aviser de son retard, celui-ci lui répondra qu'il ne peut pas changer les instructions de l'ordinateur! À quand l'arrivée des ordinateurs compréhensifs?

TOURISME SUR ÉCRAN



Il est expérimentalement possible à un étranger de s'asseoir à un terminal d'ordinateur et de visiter la ville de façon détaillée à l'aide de films et de photographies emmagasinés dans un ordinateur. Non seulement l'appareil lui permet-il d'explorer plusieurs chemins pour se rendre à une destination précise mais aussi d'interroger des fiches informatives sur les édifices et les restaurants. Ainsi l'étranger peut connaître le menu d'un restaurant ou bien les plans intérieurs d'un bureau. Cette expérience se poursuit à l'Institut de technologie du Massachusetts, par le Groupe de recherche sur la machine architecturale, et elle est financée par le ministère américain de la Défense. L'objectif avoué de cette expérience est d'améliorer les rapports et interactions entre l'homme et l'ordinateur.

EN VRAC

COCASSERIES SCIENTIFIQUES DE L'ANNÉE 1979

- Les scientifiques du Jardin botanique de New York ont découvert que des mèches de cheveux humains suspendues à un arbre pouvaient éloigner les daims.
- Des chercheurs sur la mémoire, à l'université Princeton, ont révélé avoir réussi la production d'une mouche de vinaigre amnésique qui a la particularité d'oublier les odeurs quatre fois plus vite qu'une mouche de vinaigre normale.
- Quatre scientifiques suédois de l'université de Lund ont découvert que les vers de terre ressentent la douleur.



- Des scientifiques du Japon croient que les chiures de vers de terre sont le désodorisant le plus puissant du monde!
- Les responsables de l'approvisionnement en eau pour la ville de Londres, cherchant à prévoir les demandes futures en eau, ont découvert une relation entre la classe sociale d'une personne et le nombre de fois qu'elle tire la chasse d'eau d'une toilette. Mais les responsables ont refusé de révéler publiquement quel groupe tire le plus souvent la chasse d'eau.
- Le Dr Brent Skura, de l'Université de la Colombie-Britannique, a cherché à développer un haricot anti-gaz. Dr Skura déclarait, lors d'une entrevue, que s'il pouvait donner au monde des haricots nutritifs qui ne gêneraient pas, par la suite, ceux qui les mangent, ce serait une découverte diététique sensationnelle.
- Le roi Khalid d'Arabie Saoudite a commandé un système assez inusité de navigation pour son Boeing 747 privé. Le système doit automatiquement orienter le trône du roi vers la Mecque, peu importe le trajet emprunté par l'avion.
- Le ministère américain de la Marine a demandé à des scientifiques de l'Institut polytechnique de Virginie de lâcher sur les bateaux de la Marine des centaines de cancrelats mâles stériles en espérant qu'ils s'unissent aux cancrelats femelles pour donner des œufs inféconds et ainsi débarrasser les bateaux de ces insectes. On ne sait pas encore si le truc a fonctionné!

en Avril

Spécial
Solaire

Québec Science présentera son dossier «Spécial solaire»: une enquête approfondie sur la réalité de l'énergie solaire au Québec; l'architecture solaire, le marché des composants, les serres solaires, les principales réalisations d'ici et d'ailleurs. Une enquête réalisée par l'équipe de Québec Science, aidée de spécialistes du milieu

1

2

Marcel Arteau nous expliquera cet étrange hiver que l'on vient de passer

3

Michel Gauquelin explorera les alternatives à la fast food, l'alimentation uniformisée des années 80

1807

Ne nous cherchez plus ABONNEZ-VOUS

Abonnement spécial (2 ans / 24 numéros): \$30.00

Au tarif de \$17.00* (1 an / 12 numéros), je m'abonne pour années au magazine QUÉBEC SCIENCE.

- ☐ abonnement
☐ réabonnement

COUPON D'ABONNEMENT
(à remplir en lettres MAJUSCULES)

31 nom										60									
61 prénom										80									
[B] []																			
7 8																			
9 numéro rue										appartement 28									
29 ville										48									
49 province ou pays										68									
69 code postal 74																			

- ☐ Chèque ou mandat postal ci-joint
☐ Veuillez me facturer

*Tarif en vigueur jusqu'au 31 mai 1980

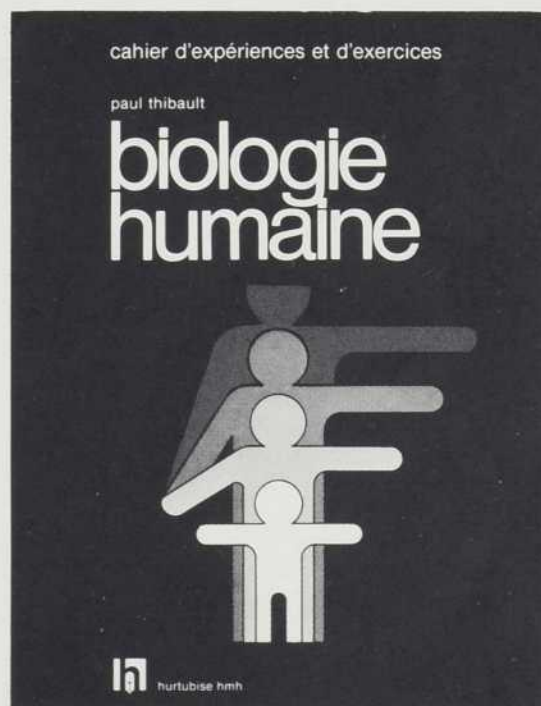
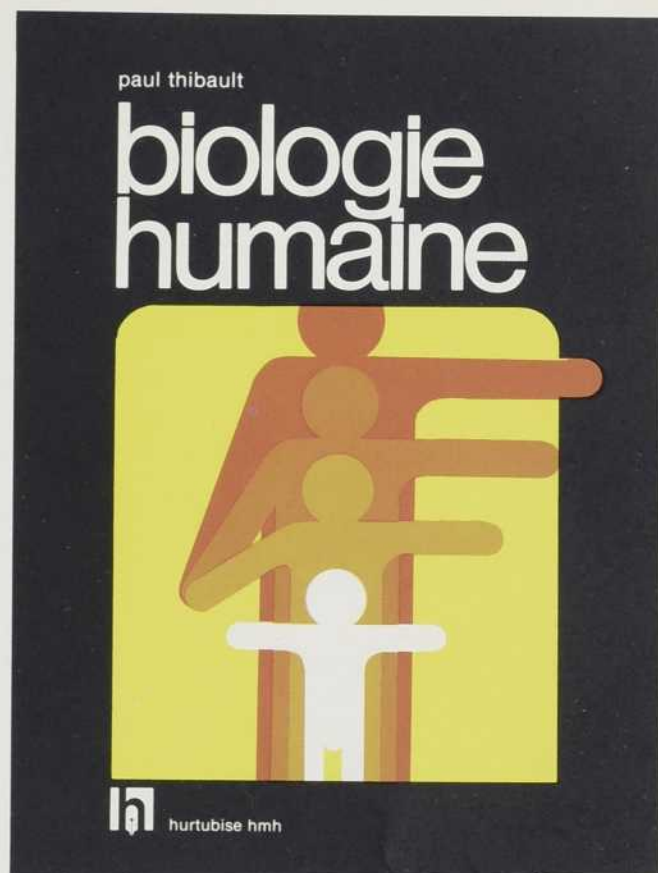
Le magazine QUÉBEC SCIENCE, case postale 250, Sillery, Québec, G1T 2R1

NOUVEAUTÉ aux éditions hurtubise hmh

Ce manuel a été élaboré pour répondre à l'esprit et au contenu du programme d'anatomie, de physiologie et d'hygiène humaines au niveau secondaire (biologie 442).

Chacun des chapitres de ce volume est construit sur le même plan. On y retrouve :

- une **entrée en matière** qui introduit le contenu du chapitre ;
- un **texte** et des **illustrations** expliquant les notions d'anatomie, de physiologie et d'hygiène humaines ;
- une séquence de **fiches** comprises, non dans le volume même mais dans un **cahier d'exercices et d'expériences** qui accompagne le manuel ; dans le texte, la référence au cahier est indiquée par l'abréviation **CEE** ;
- un **résumé** ;
- des **questions d'auto-évaluation** qui permettent d'évaluer les connaissances acquises et la compréhension des notions. Des **feuilles-réponses**, placées à la fin du CEE ont été prévues pour répondre à ces questions.



L'INRS-Santé et le dopage chez les athlètes

Les tricheurs ne récoltent plus que la disgrâce

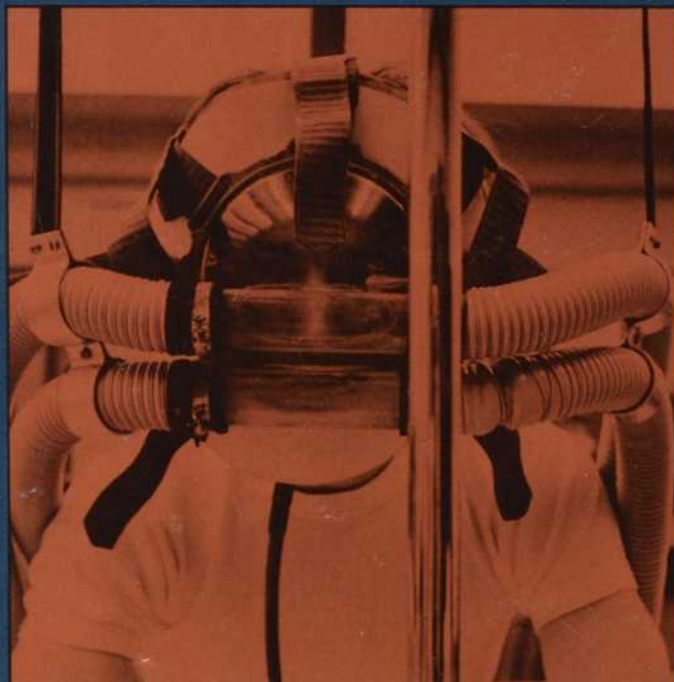
Des chercheurs de l'Institut national de la recherche scientifique, secteur santé ont mis au point une méthode capable de détecter et d'identifier, de façon indiscutable, les substances jugées dopantes dans l'organisme des athlètes. L'efficacité de cet arsenal de détection, éprouvée aux jeux olympiques de Montréal et de Lake Placid, et les sanctions sévères émises par les autorités olympiques ont eu un grand effet de dissuasion...

Dans le sport moderne, une excellente performance n'est plus le critère suprême de l'activité sportive. Le contexte hautement politisé des jeux ou les bénéfices sociaux et financiers qu'un athlète peut retirer d'une victoire font que l'aspiration naturelle à être champion est devenue, non plus un besoin, mais une nécessité absolue. Dans ces circonstances, on peut comprendre qu'une fois épuisées les techniques d'entraînement moderne, l'athlète d'élite soit tenté de recourir à des moyens artificiels pour augmenter sa performance.

Il existe toute une panoplie de produits dopants: les uns excitent ou euphorisent, d'autres reculent le seuil de la fatigue ou de la douleur, d'autres, plus récents, comme les anabolisants, développent la masse musculaire.

Le Comité international olympique n'interdit que les produits auxquels correspond une méthode de détection sûre et reproductible. Le Comité international olympique en a recensé 297 jusqu'à maintenant, mais des apprentis-sorcières mijotent sûrement une potion magique encore non détectable. C'est une course sans fin.

Pour les jeux de Montréal, une équipe multidisciplinaire de l'INRS-Santé — pharmacologue, physico-chimiste, chimiste organicien et bio-chimiste — mettait au point un système de détection rapide et sûr. Celui-ci s'avéra si efficace, aux jeux de '76, que l'INRS-Santé se voyait confier à nouveau cette tâche aux jeux de Lake Placid.



La détection:
une opération délicate

La méthode de détection repose sur un dispositif instrumental des plus sophistiqué qui combine le chromatographe en phase gazeuse, le spectromètre de masse et un ordinateur particulier. Les opérations de contrôle sont divisées en trois étapes: l'épuration, la détection et l'identification. Une fois le produit urinaire recueilli et épuré, dans des conditions très strictes, les échantillons sont introduits, de façon automatique, dans un chromatographe spécial relié à un ordinateur. La chromatographie en phase gazeuse permet de séparer, dans le temps, un mélange complexe et d'obtenir des signaux électriques correspondant à chacun des constituants du mélange urinaire. Le moment où ces signaux (chromatogrammes) apparaissent identifie le médica-

ment, et l'intensité du signal détermine sa concentration. Compte tenu de ce qu'un résultat positif entraîne — disgrâce et disqualification de l'athlète ou de son équipe — il est essentiel de confirmer la présence des médicaments pros crits en identifiant, hors de tout doute, les substances absorbées par l'athlète. C'est à cette dernière étape qu'intervient le spectromètre de masse. Cet instrument produit, par bombardement électronique d'une molécule, des ions ou fragments et sépare ces ions selon leur rapport masse/charge. L'enregistrement graphique de l'intensité relative de ces fragments et de leur rapport masse/charge constitue un spectrogramme de masse. La caractéristique la plus intéressante de cette technique complexe est que la probabilité que deux molécules donnent le même spectrogramme est, à toutes fins pratiques, nulle. Au-

trement dit, le spectrogramme de masse a, pour une substance chimique, un caractère aussi unique que l'empreinte digitale pour l'homme.

À l'heure actuelle, le dispositif de détection précédemment décrit est probablement l'outil le plus sophistiqué pour identifier, de façon indiscutable et rapide, une molécule inconnue. Il peut détecter un trillionième de gramme d'amphétamines dans un échantillon. De plus, le système est en mesure de déceler la présence de stimulants pris de 72 à 96 heures avant les tests et celle de stéroïdes absorbés six ou sept semaines avant les compétitions. À Lake Placid, le laboratoire a pu analyser l'urine de 175 athlètes par jour.

Quelques retombées

Même s'il est encore largement répandu dans le sport moderne, le dopage, lors des compétitions olympiques, est en régression considérable depuis l'instauration de contrôles rigoureux. Cependant, ils ne constituent pas la réponse ultime à ce problème psychosocial. En participant aux jeux olympiques, l'INRS-Santé a apporté une contribution majeure à la détermination des médicaments et de leurs métabolites dans les fluides biologiques.

Outre d'attirer des ressources humaines hautement qualifiées, l'expérience des jeux olympiques a permis à l'Institut de poursuivre, avec des moyens plus élaborés, des programmes de recherches en pharmacologie, en bio-pharmacologie et en toxicologie de l'environnement.

