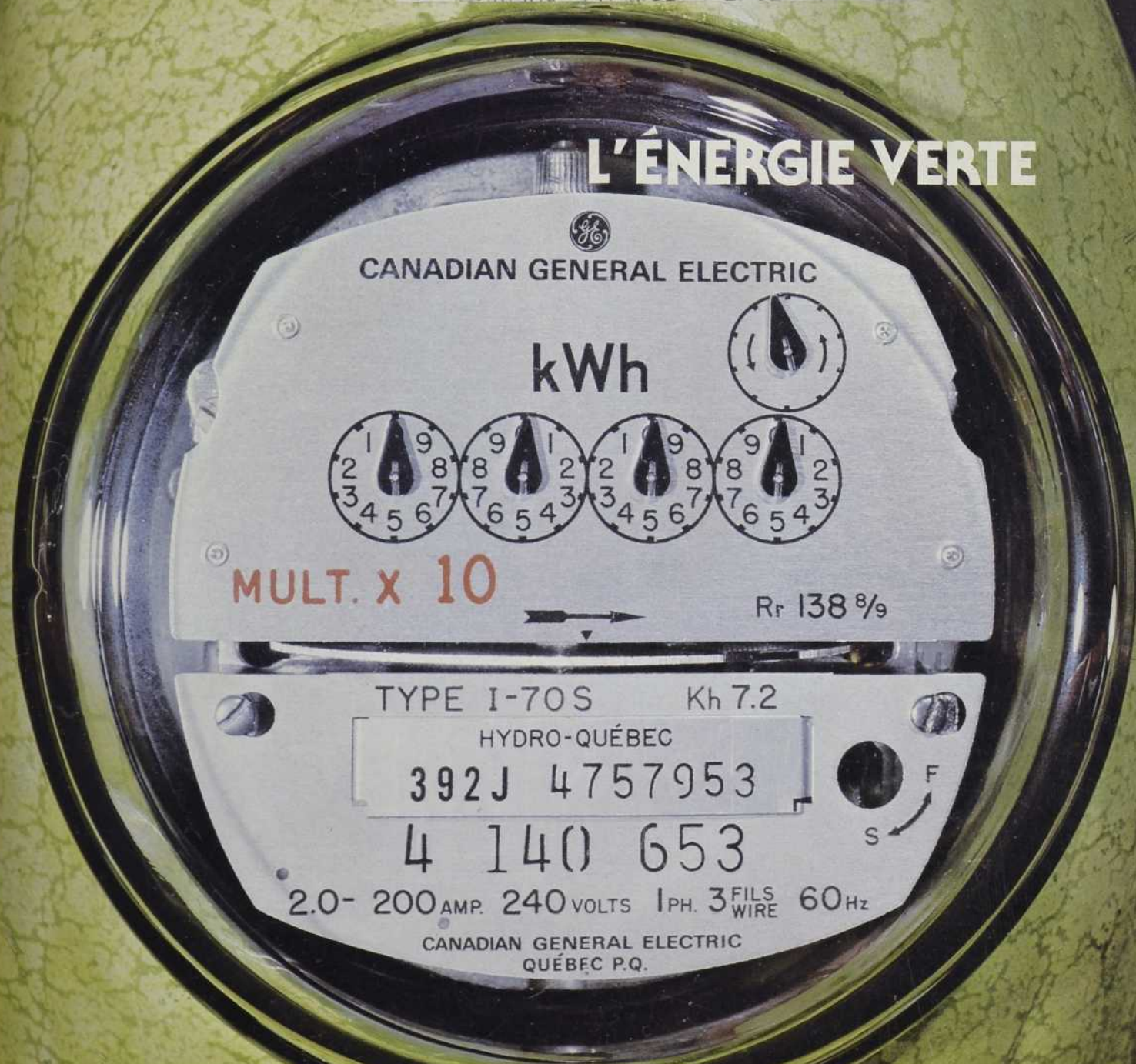


QUÉBEC SCIENCE

BIBLIOTHEQUE NATIONALE QUEBEC
BUREAU DEPOT LEGAL 01977 A
1700 ST DENIS
MONTREAL P.Q.
H2X 3K6
2012

L'ÉNERGIE VERTE



LES FRONTS DU CANCER (première partie)

UN PROBLÈME DE \$200 000 — INDEX DES SUJETS DU VOLUME 15

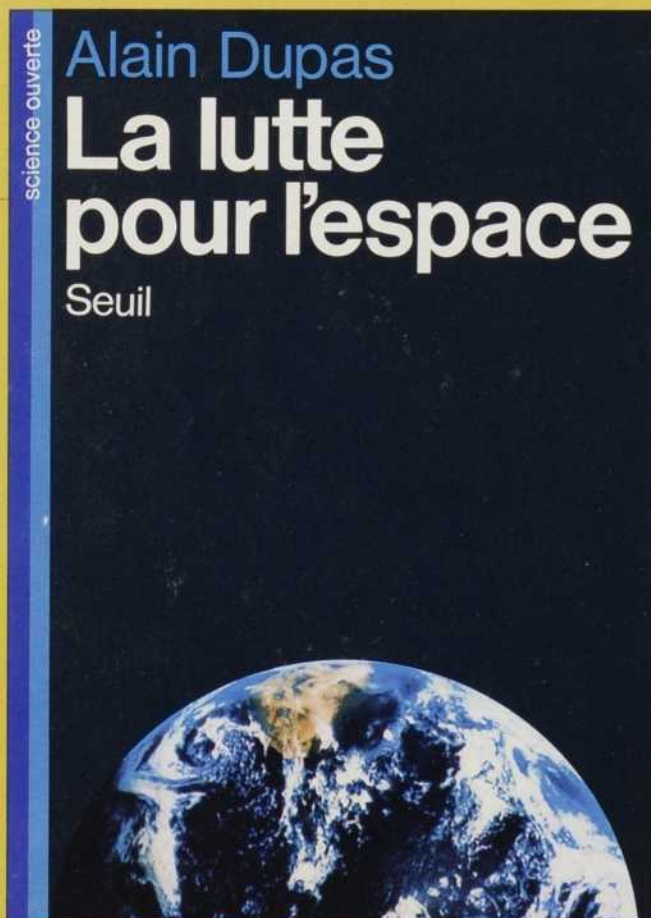
LES Seuil DU MOIS

ALAIN DUPAS LA LUTTE POUR L'ESPACE

4 octobre 1957: le lancement du Spoutnik ouvre la conquête de l'espace. Vingt ans plus tard, voici l'histoire, le premier bilan et les perspectives de celle-ci. Quel rapport existe-t-il entre la Terre et la Lune, entre les politiciens et les cosmonautes? Quel lien unit l'espace à l'histoire contemporaine, avec la guerre froide, les grandes crises de Berlin et de Cuba, l'évolution vers la détente? Quel fil relie l'équilibre international, la sécurité mondiale, la limitation des armements stratégiques, et les satellites? Autant de questions fondamentales, oubliées ou dissimulées derrière la chronique des péripéties techniques, des réalisations spectaculaires. Autant de questions essentielles pour comprendre le départ en flèche de l'astronautique, la course à la Lune.

L'AUTEUR

31 ans, est docteur es-sciences physiques. Il assure la chronique spatiale dans *La Recherche* depuis plusieurs années.



LA LUTTE POUR L'ESPACE

\$11.95

En vente dans toutes les librairies, ou procurez-vous-le en nous retournant ce coupon accompagné de votre paiement.

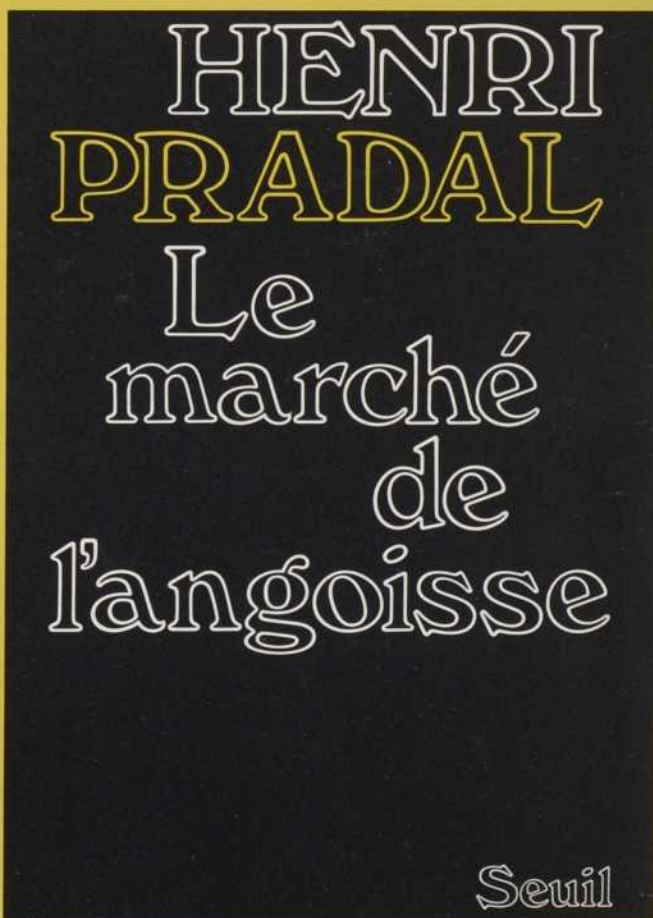
DIFFUSION DIMEDIA INC.,
539, boulevard Lebeau,
Ville Saint-Laurent,
Québec H4N 1S2 (514) 336-3941

HENRI PRADAL LE MARCHÉ DE L'ANGOISSE

L'angoisse est une bonne affaire. Elle fait vivre beaucoup plus de gens qu'elle n'en tue. C'est d'elle que l'organisation industrielle tire ses plus grands profits. C'est une inépuisable matière première qui, une fois transformée et redistribuée scientifiquement, permet à chacun d'avoir sa dose nécessaire. Le désir insatiable des hommes d'acquiescer des objets ou des signes de puissance reste ainsi maintenu à la bonne pression. L'angoisse, en effet, est l'éternel moteur de l'action. Mais il y a des ratés dans le fonctionnement du système: la suppression de l'angoisse exclut l'individu de la communauté sociale ou le métamorphose en une sorte de mammifère dénaturé. L'exagération de l'angoisse débouche sur la pathologie et engraisse les professionnels de la chimie, de la magie et du verbe. Finalement tout va très bien dans un monde où rien ne doit être gratuit. Chacun s'y retrouve, ou s'y perd, mais le Marché de l'Angoisse ne ferme jamais ses portes...

L'AUTEUR

45 ans, docteur en médecine, ancien externe des hôpitaux de Paris, toxico-pharmacologue, auteur du *Guide des médicaments les plus courants* et des *Grands Médicaments*.



LE MARCHÉ DE L'ANGOISSE

\$ 9.95

• • • • • Veuillez me faire parvenir

• ☐ LE MARCHÉ DE L'ANGOISSE ☐ LA LUTTE POUR L'ESPACE

• Henri Pradal

• \$9.95

• Alain Dupas

• \$11.95

• Vous trouverez ci-joint ☐ un chèque ou ☐ un mandat postal à l'ordre de Diffusion Dimedia Inc.

• NOM.....

• ADRESSE.....

• CODE POSTAL.....

• TÉLÉPHONE.....

Le magazine Québec Science, mensuel à but non lucratif, est publié par l'Université du Québec avec le soutien du ministère de l'Éducation du Québec et le Conseil national de recherches du 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, quatrième trimestre 1977. 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 1977 — 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 xérogaphie, la photocopie et l'enregistrement, de même que les systèmes d'informatique.

COMITÉ DE SOUTIEN

Bell Canada

M. Claude St-Onge
vice-président
Zone provinciale à Québec

Banque de Montréal

Jean Savard
vice-président — Division du Québec

Imasco Limitée

Les produits
Imperial Tobacco Limitée

Institut de recherche de l'Hydro-Québec

M. Lionel Boulet
directeur

La Brasserie Labatt Limitée

M. Maurice Legault
président

La Sauvegarde Cie d'assurance sur la vie

M. Clément Gauthier
président

Université du Québec

Jean-Marc Gagnon

directeur
et rédacteur en chef

Diane Dontigny

adjointe à la rédaction

Jean-Pierre Langlois

conception
et réalisation graphiques

Patricia Larouche

secrétariat

Nicole Bédard

Claire D'Anjou
diffusion

Collaborateurs

André Caillé, André Delisle,
Jean-Pierre Drapeau, Huguette
Dusseau-Dumas, Jean-Marc
Fleury, Michel Gauquelin,
Fabien Gruhier, Pierre Mackenzie,
Charles Meunier, François Picard,
Gilles Provost, Joseph Risi,
Jean-Pierre Rogel, Pierre Sormany,
Yanick Villedieu

Publicité et promotion

Marie Prince-Giasson
657-2426

Photogravure

Audart inc.

Impression

Imprimerie Canada inc.

Distribution en kiosques

Les Messageries Dynamiques inc.

Abonnements

(1 an / 12 numéros)
Régulier: \$ 15.00
Groupe (10 et plus): \$ 12.50
À l'étranger: \$ 20.00
De soutien: \$ 25.00
À l'unité: \$ 1.75

Port de retour garanti

LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE
Case postale 250
Sillery, Québec
G1T 2R1
Tél.: (418) 657-2426
Télex: 051-3488

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

sommaire

4

Courrier

6

Psychologie

Dresser l'oreille

Industrie

Des paradis artificiels

7

Évolution

Le refus du hasard

8

Santé

L'enfer des fonderies

9

Pollution

Où sont le bar et la barbue?

10

Nutrition

Les Inuit
victimes des aliments blancs

11

Électricité

Couper pour économiser

38

Économique

L'argent ou la santé?

39

Démoustication

Grand merci aux parasites

42

Physiologie végétale

À l'ombre
des protons en fleurs

Écologie

Un lac passé au peigne fin

43

Environnement

La ouananiche dit ouf!

44

Criminologie

Les violées acquittées

45

Gynécologie

Des tumeurs contraceptives

46

Parutions récentes

49

En vrac

1

La contamination
par le mercure au Canada
*Le Conseil des sciences
du Canada*

12

L'énergie verte
Fabien Gruhier

L'urgence de revenir aux
sources biologiques de
l'énergie

18

Index
des sujets du volume 15
Joseph Risi

25

Un problème de \$200 000
Michel Gauquelin

Les algues et les moules
pourraient nous permettre de
régénérer complètement les
eaux d'égouts

30

Les fronts du cancer
première partie
Pierre Sormany

Cerné de toutes parts par
d'innombrables chercheurs,
le cancer n'a pas livré son
secret

35

«Une société
lubrifiée par l'angoisse»
Fabien Gruhier

Une interview d'Henri Pradal

COURRIER...

LES TÊTES-DE-VIOLON

Votre article dans le numéro de mai 1977 «Manger du printemps» mentionne au sujet des têtes-de-violon: «ne pas en abuser», sans en mentionner la cause. Auriez-vous l'obligeance de nous renseigner sur ce sujet: est-ce nuisible pour la santé? Jusqu'à quel point ne faut-il pas en abuser?

Marie-Claude Giraudo
Sainte-Foy

Des cas d'allergie, assez rares semble-t-il, ont déjà été signalés. Il suffit donc d'être prudent la première fois qu'on mange des têtes-de-violon, afin de s'assurer que l'organisme n'a pas de mauvaise réaction. D'autre part, consommées crues et en trop grande quantité, les têtes-de-violon peuvent provoquer des maux d'estomac. Ces quelques restrictions ne devraient pas vous empêcher de «savourer du printemps».

À LA RECHERCHE D'UNE ADRESSE

Je suis actuellement à la recherche de l'adresse de la clinique de Philadelphie qui s'occupe de la rééducation des paralysés cérébraux. On me dit qu'une clinique semblable existe à Baie-Saint-Paul. J'aimerais bien lire dans *Québec Science* un article traitant de l'un ou de l'autre de ces instituts.

Micheline Roy
Laval-des-Rapides

En attendant un article sur ce sujet, l'association canadienne de la paralysie cérébrale, située à: 1, Young Street, Toronto, serait en mesure de fournir toute l'information pertinente sur les centres de rééducation destinés aux paralysés cérébraux, comme par exemple, à Québec, le Centre Cardinal Villeneuve qui s'occupe, entre autres, de la rééducation de paralysés cérébraux.

NOUS PRENONS NOTE

J'apprécie beaucoup la qualité de votre magazine: cependant, j'estime que vous n'accordez pas une place assez importante aux sciences physiques par rapport aux sciences sociales ou biologiques. En général, l'astronautique, l'ingénierie ou la physique sont reléguées aux dernières pages sous la forme de sujets courts et consistent souvent en condensés d'articles déjà parus dans d'autres magazines comme *Science Dimension*.

Les Sormany, Villedieu, Fleury et autres sont sûrement compétents dans leurs domaines respectifs, mais vous

devriez adjoindre à cette équipe des spécialistes des sciences physiques qui pourraient produire des articles plus consistants dans leur discipline. Je suis sûr que les chroniqueurs scientifiques ne manquent pas et que les recherches effectuées dans les facultés de sciences et de génie des universités québécoises pourraient faire l'objet de nombreux articles.

François Hamel
Outremont

UNE RÉPUTATION QUI REMONTE LOIN

Dans la même ligne que l'excellent article «Manger du printemps», par Michel Chevrier, j'aimerais savoir si vous n'avez pas produit d'article concernant le ginseng et ses effets thérapeutiques. Je sais que sous le Régime français une variété américaine (*Ginseng Panax quinquefolium* ou autre) se cueillait dans la région montréalaise. Il me ferait grand plaisir d'obtenir l'adresse d'un organisme ressource qui m'indiquerait les caractères distinctifs et la distribution du ginseng au Québec (tout particulièrement pour le Bas du Fleuve).

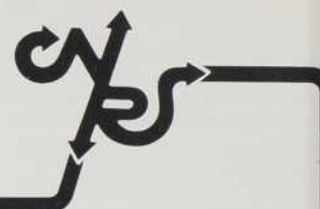
Je me demande également s'il ne serait pas possible d'envisager la culture (pour la consommation domestique) de cette plante médicinale et tonifiante. Je crois soupçonner que la richesse nutritive du Ginseng doit exiger beaucoup du sol; aussi est-il possible de mettre au point une rotation de cultures ou assolement efficace? Pourquoi ne pas exploiter une telle ressource végétale en sol québécois? La parole est aux spécialistes.

Claude Coulombe
Rivière-du-Loup

Le livre Répertoire québécois des outils planétaires, publié aux éditions Mainmise/Flammarion en 1977, contient un chapitre sur les herbes et plantes, d'ailleurs signé par Michel Chevrier. On y trouve une description détaillée du ginseng québécois, sa distribution, les méthodes de sa culture (aussi où l'on peut trouver des semences), et sa valeur médicinale.

Cette plante était en effet bien connue sous le Régime français. Toutefois, à la suite de cueillettes massives, elle est devenue extrêmement rare au Québec et elle est à protéger. On la rencontre encore dans le bois franc de l'ouest du Québec, la vallée de la Gatineau, le comté des Deux-Montagnes, les collines montagnaises.

Michel Chevrier nous met cependant en garde: il n'est pas bon d'abuser de cette plante car, contenant un constituant chimique voisin des hormones, elle peut provoquer, à doses trop fortes, des désordres organiques profonds.



Les Éditions du CNRS publient des ouvrages dans toutes les disciplines relevant des sciences exactes et naturelles ou des sciences humaines.

Il s'agit moins de livres de lecture courante que de documents de référence, d'instruments de travail élaborés par des chercheurs pour d'autres chercheurs ou pour un public cultivé soucieux d'améliorer un niveau culturel déjà élevé.

Le fonds des Éditions du CNRS comprend plus de 2000 titres presque tous disponibles.

CHOIX DE TITRES

RECHERCHES SUR L'APPROVISIONNEMENT DES VILLES

Ouvrage collectif

1977. 296 pages \$36.40

déséquilibre des rapports démographiques entre villes et campagnes — diverses expériences pour lutter contre les flux démographiques — nécessité d'améliorer les revenus et les conditions de vie des paysans afin de réduire l'exode rural — production rurale et consommation urbaine — activités agricoles des citadins

Énergie et société

ÉNERGIE SOLAIRE

Perspectives économiques

J. Percebois

1975. 216 pages \$10.40

PRIX ET COÛTS DE L'ÉNERGIE

B. Bourgeois

1976. 200 pages \$9.90

UN MODÈLE ÉNERGÉTIQUE POUR LA FRANCE

D. Finon

1976. 232 pages \$10.90

LA RENTE PÉTROLIÈRE

J.P. Angelier

1976. 162 pages \$9.10

DEMANDE D'ÉNERGIE

Méthodes et techniques

de modélisation

J. Girod

1977. 186 pages \$10.15

ÉDITIONS DU CNRS

Centre National de la Recherche Scientifique (Paris)

NOM

ADRESSE

désire recevoir votre documentation

Éditions du CNRS

DIFFUSION AU CANADA

Les Presses de l'Université de Montréal

C.P. 6128, Succ. "A"

Montréal, Qué., Canada H3C 3J7

Tél.: 343-6929



DES PLANTES PLASTIFIÉES

Cet automne dans un de vos petits articles, vous avez parlé d'un produit qui servait à conserver les plantes (un genre de plastique très souple). J'aimerais pouvoir communiquer avec les gens qui expérimentent ce produit. Vous serait-il possible de m'envoyer leur adresse.

Lise Blanchette
Sainte-Foy

Vous pouvez communiquer avec celui qui a mis au point cette technique qui permet de préserver l'apparence vivante des feuilles ou des fleurs coupées à l'adresse suivante: M. J.C. Webb, département de biologie, Université Queen's, Kingston, Ontario.

INÉPUISABLE

POUR DES MILLIARDS D'ANNÉES

Dans l'article «Le nouvel ordre énergétique» paru dans le numéro de mai 1977 de *Québec Science*, un tableau énumère les sources d'énergie différentes et distingue les sources «renouvelables» (solaires, etc.) des «non-renouvelables» (pétrole, uranium, etc.). Dans ce tableau, on range la fusion au nombre des énergies «non-renouvelables» alors que le processus de base est le même que celui qui existe au sein du soleil, soit la fusion des noyaux légers pour former des noyaux lourds.

La fusion impliquant des noyaux de deutérium seulement résoudrait nos problèmes d'énergie une fois pour toutes (ou presque). Chaque litre d'eau naturelle contient en effet 37 milligrammes de deutérium et la fusion de ces noyaux donnerait une énergie égale à celle contenue dans 400 litres d'essence. En multipliant par le nombre de litres d'eau dans les océans, on s'aperçoit qu'il y aura suffisamment de deutérium pour satisfaire les besoins énergétiques de l'humanité pendant plusieurs milliards d'années, il en restera encore même après que notre soleil se sera éteint.

Plus facile à réaliser, la fusion deutérium-tritium nécessitera toutefois l'emploi de lithium pour régénérer le tritium. Une fois cette filière mise au point, la quantité disponible de lithium donnera un répit de plusieurs siècles pour réaliser la fusion deutérium-deutérium, mais je doute qu'il faille autant de temps pour y arriver.

Il n'est pas dit qu'il faille laisser uniquement aux grandes puissances le soin de développer cette nouvelle source d'énergie. Le meilleur temps de confinement à date a été obtenu par ALCATOR, un appareil de dimensions plus petites et de coût moindre, mais avec un champ magnétique plus intense que ses concurrents. Les miroirs magnétiques offrent une voie moins coûteuse vers la fusion que les grandes machines toroïdales que l'on construit actuellement.

Le Québec possède des ressources matérielles (laboratoire de grande puis-

sance de l'Hydro-Québec, etc.) et humaines (à l'Université de Montréal, l'INRS-Energie, l'IREQ, l'université Laval, Valcartier, etc.) qui lui permettraient d'apporter une importante contribution, à condition de regrouper les effectifs présentement dispersés qui oeuvrent dans la physique des plasmas. À terme, l'audace sera sûrement plus rentable qu'une attitude timorée du genre «laissons cela aux grands».

Jean-Pierre Matte
INRS-Energie

DE PLASTIQUE RENFORCÉ...

De plastique et de verre, tels sont les voiliers d'aujourd'hui. M. François Picard nous initie aux méthodes de fabrication de façon claire tout en nous évitant les termes trop techniques. Mais lorsqu'il aborde la construction avec «le laminage qui consiste en l'application de couches successives de résine et de fibre de verre», je ne le suis plus. Je consulte donc pour m'éclairer les spécialistes de la langue et du plastique.

Le dictionnaire Robert attribue à laminer le sens suivant: «réduire une masse métallique en feuilles, en lames ou en barres minces d'épaisseur uniforme, en la comprimant fortement au moyen d'un laminoir». Le «laminé» est alors «le demi-produit ou le produit fini obtenu par le laminage». À ce mot nouveau du *Supplément* s'ajoute celui de «lamellation», qui s'applique à la fabrication du contre-plaqué par superposition de feuilles de bois minces comprimées à chaud (bois lamellé).

La technique de construction appliquée ici aux voiliers est décrite dans un «Que sais-je?» (no 1120, p. 65) qui a pour titre *Les plastiques renforcés*. «Le moulage au contact» y est rapporté comme étant à l'origine des plastiques renforcés et comme faisant appel à la stratification basse pression.

Les Techniques de l'ingénieur consacrent un chapitre aux plastiques renforcés. L'introduction de ce chapitre en recense les nombreuses appellations: «fibre de verre...», polyester, complexe verre-résine, composite fibre de verre, etc. Pour les fins de l'exposé, cette encyclopédie spécialisée fixe son choix: «le terme plastique renforcé de fibre de verre, maintenant le plus couramment utilisé, définira au cours des lignes qui vont suivre, ces stratifiés basse pression».

P. Dubois, pour sa part, dans son traité sur les *Plastiques modernes* définit ainsi un stratifié: «semi-produit plasturgique ou objet constitué par des strates généralement identiques à faces parallèles agglomérées à l'aide d'une résine». Le laminage, car il en est enfin question dans ce traité, est réservé à l'opération qui consiste à réduire le plastique en films ou en feuilles à l'aide d'une calandre. Cela concorde avec l'usage que fait le grand Robert de ce mot.

...COURRIER

On ne peut pas employer en français le mot laminage indifféremment pour l'une ou l'autre des techniques. En anglais, «to laminate» s'applique également aux deux actions de laminer et de contre-plaquer. Dans le cas des voiliers, il aurait donc été plus juste de parler de moulage puisqu'il s'agit de plastique renforcé.

Voilà, monsieur Picard, vous pouvez continuer et m'expliquer ce qu'est l'accastillage, la bôme, le foc génois, me montrer la différence entre un dériveur et un quillard, et me décrire tous ces beaux voiliers québécois. Je voulais simplement vous signaler cet écueil, «ce danger à fleur d'eau...»

Gérard Mercure
Rimouski

ERRATUM

Le Conseil des sciences du Canada vous prie de noter les deux erreurs suivantes apparaissant dans le texte de la «Vue d'ensemble des dangers de la contamination par le chlorure de vinyle au Canada», dans le numéro de juillet 1977.

À la note du bas de la page 4, le formaldéhyde a été classé par erreur dans la famille du chlorure de vinyle, alors qu'il n'est pas un carbure d'hydrogène chloré. Dans le tableau II, page 7, colonne «pourcentage annuel d'augmentation», ces pourcentages sont erronés et doivent être lus, de haut en bas: 1,5 - 14,1 - 26,5 - 7,2 - 10,3. Dans chaque cas, l'argumentation reste valable. On savait que l'exposition au chlorure de vinyle endommage le foie; et l'industrie du chlorure de polyvinyle prend de l'expansion car sa croissance annuelle moyenne a été de 11,9 pour cent au cours de la période considérée.

PSYCHOLOGIE DRESSER L'OREILLE

Il suffirait parfois de rééduquer l'oreille droite de certains patients pour voir disparaître non seulement des troubles d'audition, de rythme ou de langage, mais aussi des dysfonctionnements majeurs d'ordre émotif, allant même jusqu'à certaines schizophrénies.

Une telle affirmation peut paraître troublante. Jetons donc un coup d'oeil aux théories de M. Alfred A. Tomatis, oto-rhino-laryngologiste français travaillant au Centre du langage de Paris et à l'origine du «centre d'écoute auditive» à Montréal.

Pour ce théoricien original, le fait que le trajet des nerfs de l'oreille ou du larynx ne soit pas parfaitement symétrique est d'une toute première importance. En effet, chez tous les humains, quelle que soit la latéralisation manuelle (qu'on soit gaucher ou droitier), le trajet parcouru par les nerfs de l'oreille gauche au cerveau, puis du cerveau au larynx gauche, marquera un délai sur le même influx circulant symétriquement. Chez certains sujets, ce délai peut être marginal, de l'ordre des cinq centièmes de seconde, mais il peut aussi atteindre chez d'autres des temps de l'ordre de la demi-seconde.

Jusque-là, rien de très nouveau. Mais c'est ici que la théorie devient originale. Pour Alfred A. Tomatis, l'enfant dispose, à la naissance, d'un potentiel d'utilisation de ses deux oreilles. Normalement, le «délai» constaté fait que l'oreille droite acquerra peu à peu le rôle de récepteur de précision des sons significatifs, alors que l'on confiera inconsciemment à l'oreille gauche un rôle de moniteur de l'environnement sonore.

Dans le cas de troubles émotifs toutefois (un climat familial tendu, par exemple), il peut toutefois arriver que l'enfant cherche à établir des distances entre lui et l'environnement. On pourrait parler, en termes imagés, d'une sorte de schizophrénie de l'oreille: inconsciemment, le cerveau choisirait les chemins indirects, les plus longs, et se mettrait à l'écoute de son oreille gauche de préférence.

Pour le chercheur français, nous touchons là à la principale cause des troubles de langage et d'audition. Une écoute et une parole mal latéralisées seraient

responsables du bégaiement, presque à chaque fois que le «délai» des influx nerveux vers la gauche dépasse les 15 centièmes de seconde. 90 pour cent des sujets dyslexiques traités par son centre du langage de Paris auraient été «guéris» par une simple rééducation de cette latéralisation sonore. Précisons toutefois que la définition de la dyslexie n'est pas dans ce cas celle qu'on admet généralement: plutôt que de caractériser ainsi les troubles d'apprentissage de la lecture, le Centre du langage emploie ce terme au sens plus général des troubles du langage, diagnostiqués parfois dès l'âge préscolaire.

Voilà donc pour le support théorique. C'est un peu par hasard que M. Tomatis a été mis sur cette piste, dès le début des années 1950, en constatant par exemple que des pertes d'audition temporaires du côté droit s'accompagnaient souvent de bégaiement (tout aussi temporaire) et d'une perte réelle d'autres facilités verbo-auditives.

À cette époque, le chercheur s'intéressait déjà à la rééducation de l'écoute, à l'aide d'un appareil électronique de sa conception: un magnétophone, couplé avec un amplificateur perfectionné, capable d'isoler certaines fréquences d'un message sonore, de les modifier à volonté, et ainsi de suite. L'oreille électronique de M. Tomatis, constate aujourd'hui le professeur Andreani, de l'Université du Québec à Montréal, peut être utilisée comme instrument de développement de l'audition, un peu comme on utilise des exercices perceptifs dans le cas de l'oeil.

Alfred Tomatis a aussi utilisé son oreille électronique de nombreuses autres façons, pour mesurer par exemple quelles sont les fréquences sonores significatives dans les divers langages, découvrant que, de même que la pratique d'une langue finit par nous faire acquérir des accents propres dont notre organe vocal pourra difficilement se défaire, la pratique d'écoute de notre langue implique elle aussi une sélection inconsciente de certaines fréquences dont on aura par la suite toutes les difficultés à sortir.

Mais la découverte de l'importance psychologique de la latéralisation sonore devait relancer le professeur dans une autre voie, fortement inspirée par les schémas psychanalytiques (ce qu'il refuse d'admettre toutefois). Puisqu'il n'était plus question seulement, comme au début de ses recherches, d'accroître la réceptivité sonore, mais bien de corriger une

mauvaise latéralisation ayant parfois des causes émotionnelles, M. Tomatis conçut un traitement impliquant l'écoute de la voix de la mère par le patient mal latéralisé, pour faire revivre en quelque sorte le moment du «blocage» affectif de l'oreille droite.

Le traitement vise à recréer d'abord l'environnement sonore intra-utérin, puis à faire évoluer lentement la richesse sonore du signal pour retrouver le niveau «actuel» de la voix maternelle. On peut toutefois se demander ce qui arrive dans les cas où le schéma psychanalytique du triangle familial n'est pas respecté (le cas d'un enfant élevé entièrement par son père, par exemple), de même que ce qui arrive en cas de décès de la mère rendant impossible l'enregistrement de sa voix.

Sur ce dernier point, le Dr Tomatis a tenté la rééducation auditive au moyen de musiques diverses, mais il soutient aujourd'hui que seul Mozart donne des résultats satisfaisants!

Théorie qui séduit, fait parfois sourire, mais bouleverse à tout le moins les hypothèses admises généralement, l'approche par la «latéralisation» sonore demeure toutefois uniquement empirique et doit être considérée avec d'immenses réserves tant et aussi longtemps que le chercheur français ne pourra fournir de résultats expérimentaux rigoureux («Ah! cette manie américaine des statistiques!» lancera-t-il, en entrevue). Quant à l'oreille électronique, précisons qu'elle demeure un instrument utile même en dehors de ce cadre théorique.

Georgette Goupil

INDUSTRIE DES PARADIS ARTIFICIELS

Agacés par les écologistes et autres maniaques de l'environnement, les plus brillants penseurs de la technologie industrielle croient avoir trouvé une parade efficace. La solution qu'ils préconisent consiste à construire des îles artificielles en mer, loin des regards indiscrets, pour y installer raffineries de pétrole et industries pétrochimique et métallurgique.

L'idée a déjà fait un bon bout de chemin en Europe et aux États-Unis et, après quatre années d'études, les promoteurs d'îles artificielles ont dans leurs filières des projets très

élaborés qui respectent les conditions idéales pour que s'épanouisse l'industrie lourde, soit la proximité d'un port important et d'une main-d'œuvre nombreuse, cette dernière voyageant par hélicoptère ou tunnel dans le projet insulaire.

L'affaire est sérieuse et, côté européen, intéresse une trentaine d'entreprises qui se sont regroupées en un consortium du nom de *North Sea Island Group* (NSIG). Les Anglais, les Français, les Suédois et les Américains font partie de ce groupe, mais ce sont surtout les Hollandais qui en sont le pivot.

Le NSIG envisage une île de 5 000 hectares dont le tiers servirait aux installations portuaires. Située dans la mer du Nord, soit à 50 kilomètres de la côte hollandaise vis-à-vis Rotterdam, soit à une trentaine de kilomètres au large de Great Yarmouth en Angleterre, l'île artificielle serait reliée à la terre ferme par des navettes d'hélicoptères et d'hydroglisseurs.

Aux États-Unis, c'est une équipe de l'Université du Delaware qui a démarré le projet, grâce à une subvention de la Fondation nationale des sciences. La subvention ne s'est pas renouvelée, mais une université texane et deux firmes d'ingénieurs de Pennsylvanie et de New York sont venues se joindre à l'équipe initiale. L'île américaine se contenterait de 720 hectares, plus le port. Elle serait construite à une distance de 13 à 26 kilomètres des rivages du New Jersey ou de la Virginie et les déplacements des travailleurs s'effectueraient par un tunnel.

Techniquement, la construction ne semble pas présenter de difficultés insurmontables. Un soin particulier sera apporté au choix du fond marin, et la profondeur de l'eau à l'endroit retenu se situera entre 20 et 30 mètres. Échelonnée sur dix à quinze ans, la construction de l'île commencera par la pose de caissons qui serviront de base pour le port. Les engins flottants et les dragues, alors abrités, pourront se mettre au travail et petit à petit l'île sera créée par entassement de sable.

Dans le projet hollandais, les besoins en sable représenteraient la bagatelle d'un milliard de mètres cubes. Une forme elliptique ou circulaire assurerait à l'île une meilleure résistance aux vagues, mais il sera tout de même nécessaire de ramener quelque six millions de mètres cubes de sable chaque année sur le flanc ouest, le plus exposé aux vents, du projet hollandais.

L'étape la plus difficile sera sans doute celle du financement d'une telle opération. Même si le gouvernement hollandais a déjà manifesté son intérêt de

principe, ainsi que le ministère américain des Transports, les autres pays se montrent plus réservés. À un million et quart de dollars l'hectare, hypothèse pessimiste, l'île hollandaise coûterait dans les quatre milliards, et même à moitié prix elle reviendrait à nettement plus cher qu'un terrain acheté sur la terre ferme.

La question de l'environnement représente également un point délicat. En principe, l'idée des îles artificielles vient répondre à un souci de moins gêner le milieu de vie des bipèdes et quadrupèdes qui vivent à proximité des installations industrielles. En fait, c'est avant tout le renforcement des lois sur la protection de l'environnement qui a décidé le milieu industriel à fuir les rivages.

Les promoteurs insistent sur le fait que tous les effluents des usines seront rigoureusement traités avant leur rejet dans la mer. Ils affirment également que l'augmentation de chaleur des eaux environnantes, causée par les effluents chauds et pouvant affecter les populations de poissons, sera faible, ne dépassant pas deux degrés Celsius et tombant à un demi-degré vingt kilomètres plus loin. Les rejets solides serviront comme matériau de construction pour l'agrandissement de l'île. Quant aux dommages créés par le bruit, ils n'affecteraient que les mouettes... et les ouvriers sur place.

En fait, note le journaliste Peter Marsh dans un article publié par *New Scientist*, ce n'est pas parce qu'on apercevrait moins les dégâts qu'ils auraient moins de gravité que sur le continent. De même, il n'est pas évident qu'une émission d'un produit toxique aurait moins d'impact parce que diluée dans un milieu très vaste comme l'est la mer. Une catastrophe, qui ne causerait que des dommages locaux dans une rivière, prendrait une ampleur considérable dans la mer.

Pour sa part, le NSIG joue avec les chiffres et avec le postulat que des produits chimiques peuvent être rejetés dans la mer sans danger à condition qu'ils soient déjà à l'état naturel. La concentration des rejets ne devrait pas dépasser 50 pour cent de la présence naturelle. Les calculs que livre Peter Marsh avancent alors qu'il serait inoffensif de déverser chaque jour 310 tonnes de nitrate, 2 700 tonnes d'anhydride sulfureux, une tonne de cuivre, autant de zinc et une demi-tonne de plomb!

Que se passerait-il si, en pratique, accidentellement par exemple, ces quantités se trouvaient déversées dans une zone restreinte de mer? Les sueurs

froides causées par l'accident de la plate-forme pétrolière Bravo en mer du Nord l'été dernier devraient donner matière à réflexion. De plus, les sites du NSIG sont près des côtes, dans un couloir de 150 kilomètres de large fréquenté par d'imposants bancs de poisson et lieu de frai pour le hareng et la plie.

Les calculs des promoteurs prévoient une réduction de sept pour cent des sommes affectées au contrôle de la pollution et une économie de trois pour cent des coûts d'opération pour les industries pétrochimiques, ceci étant dû à la proximité de la matière première. Par contre les coûts de main-d'œuvre grimperaient de 25 pour cent du fait des distances et de l'isolement.

À ce chapitre, on peut se demander si la présence en rotation de 27 000 travailleurs sur une île, amenés par hélicoptère pour une période de trois jours, peut se réaliser sans un véritable bouleversement social. Le projet américain est plus modeste, avec des effectifs de 4 800 personnes.

Malgré les investissements élevés qu'il suppose, le projet des îles artificielles a de quoi séduire les grandes entreprises.

Elles auront un contrôle parfait et absolu des lieux, n'autorisant pas n'importe qui à mettre pied sur leur île. Il deviendra donc bien difficile, autant pour les inspecteurs publics que pour les groupes écologistes, de connaître ce qui s'y passe réellement.

Ces excroissances artificielles risquent également de poser des problèmes de droit international puisqu'elles seront situées dans la zone économique de 200 milles marins pour laquelle les accords en matière de droits sont loin d'être finis. Les multinationales pourraient fort bien se trouver enfin ce bout de terre qui n'est dans aucun pays et qui leur permettrait d'installer un siège social à l'abri de toute législation et taxe.

Enfin, on ne peut s'empêcher de penser à la toute-puissance des directions des entreprises, qui, un peu comme à la baie James, profiteraient de l'isolement des ouvriers pour «organiser» ce milieu de travail isolite selon leur bon plaisir.

Tout compte fait, ces îles semblent plus une fuite qu'une solution aux problèmes créés par l'industrie lourde.

Michel Gauquelin

ÉVOLUTION

LE REFUS DU HASARD

Le cerveau humain compte environ 10 milliards de cellules, recevant en moyenne quelque 1 000 connexions des autres cellules cérébrales. Si la forme et les sites précis de ces interconnexions étaient déterminés héréditairement, l'homme aurait pas assez d'acides aminés dans son code génétique (ADN) pour suffire à cette seule tâche.

Il faut donc admettre que le «programme» génétique n'explique pas tout. Entre ce programme, relativement simple, sa «lecture», puis sa réalisation, souvent bien plus complexe, figurent tous les mécanismes associés au «développement». Un autre exemple simple en fera comprendre toute l'importance.

Laissées à elles-mêmes dans un milieu de culture neutre, des cellules germinales cancéreuses de souris produisent une masse difforme où l'on reconnaît pêle-mêle divers types de cellules tissulaires. Une de ces cellules originelles, replacée par contre dans un utérus de souris, peut redonner une souris parfaite... et non-cancéreuse! Or, toutes ces cellules ont au départ le même code génétique (quoique peut-être modifié par un agent cancéreux). Sa lecture

adéquate et sa réalisation ont donc besoin d'un environnement extérieur à cette cellule.

Paul Weiss, un des biologistes les plus indépendants d'esprit de ce siècle, qui a introduit les notions de système et remis à la mode celles de «hiérarchie» dans la biologie contemporaine, n'hésitait pas à affirmer que la biologie moléculaire, si raffinée fut-elle, ne nous avait «absolument rien appris» concernant l'organisation du développement.

Une chose apparaît certaine, en tout cas. La vision simpliste du néo-darwinisme classique, qui veut que toutes les potentialités des organismes ne soient transmises aux descendants que si elles sont inscrites dans le code génétique a dû très tôt être révisée.

En s'inspirant des concepts de la cybernétique, Waddington a su, le premier, raffiner le modèle classique pour introduire, entre le code génétique (le programme pré-établi) et sa réalisation (l'apparence, ou phénotype, en langage biologique), la notion d'épigénétique. Chaque combinaison de gènes pourrait avoir diverses lectures, selon les besoins de l'organisme et, indirectement, selon l'in-

MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE

Étant donné l'augmentation croissante de l'utilisation de la microscopie électronique dans les domaines de recherches, de contrôles sanitaires, de diagnostics, de matériel didactique et les investissements considérables que doivent envisager les professionnels concernés, il nous fait plaisir de vous offrir et de mettre à votre disposition l'équipement nécessaire et notre expérience en microscopie électronique.

Nos services sont très variés:

DEUX MICROSCOPES ÉLECTRONIQUES À TRANSMISSION À VOTRE DISPOSITION

UN MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE À BALAYAGE

PRÉPARATION DE SPÉCIMENS

COUPES SEMI-FINES ET ULTRA-FINES

OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES

FINITION DE PHOTOGRAPHIES EN VUE DE PUBLICATION

FORMATION DE TECHNICIENS SPÉCIALISÉS

PRÉPARATION DE MATÉRIEL DIDACTIQUE

CHOIX DE TECHNIQUES ET CHOIX DE MATÉRIEL

LABORATOIRE DE MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE JIBÉ enr.

Jacques Beaulieu, dir.
609, rue Gingras
Sainte-Foy
G1X 3T5
(418) 651 8097

fluence du milieu (tant biochimique qu'endogène qu'externe).

C'était en somme un premier effort pour réconcilier le darwinisme, qui veut qu'un organisme évolue à travers des mutations aléatoires de son patrimoine génétique qui sont conservées ou rejetées après coup par l'environnement, avec l'intuition de Lamarck, qui croyait au contraire que l'environnement conditionnait directement la nature de cette évolution selon une causalité presque mécanique.

Le compromis de Waddington permet de concilier la prémisse, maintes fois confirmée expérimentalement, de la nature endogène des mutations avec certains faits troublants concernant leur adéquation parfaite avec l'environnement. Pourquoi, par exemple, certains insectes parviennent-ils à ajuster parfaitement, en quelques générations à peine, la forme de leur dard sur celle de la fleur qu'ils doivent butiner (dans les cas où l'on modifie radicalement leur environnement)? La «lecture» des gènes ne serait donc plus aveugle, mais tiendrait compte de l'environnement par un processus cybernétique d'essais et d'erreurs.

Pourtant, Waddington demeure classique, en ce sens que l'évolution épigénétique n'est possible que dans une gamme pré-déterminée par les gènes. Les évolutions importantes, quant à elles, doivent encore attendre le hasard.

Parce qu'il rejette, pour des raisons plus philosophiques qu'expérimentales en fin de compte, cette importance accordée au hasard, Jean Piaget se pose dans son dernier livre, *Le comportement moteur de l'évolution* (Gallimard, collection «Idées», 1976), la question fondamentale: ces caractères, acquis comme phénotype par une espèce en réponse à son environnement, peuvent-ils par la suite modifier le patrimoine génétique de cette espèce au point de devenir héréditaires?

Des cas de telles «phéno-copies» ont été parfois constatés dans la nature (bien que d'autres hypothèses demeurent toujours possibles pour les expliquer). Mais jusqu'ici, on préférerait encore faire appel au hasard: pendant plusieurs générations, le phénotype n'est qu'épigénétique, c'est-à-dire non transmis intégralement. Arrive un jour une mutation qui lui est conforme (parmi des millions d'autres qui ne le sont pas), et peu à peu cette mutation «utile» en vient à occuper toute l'espèce, tout en élargissant d'autant la gamme épigénétique «possible». C'est le processus de remplacement.

Parce que Piaget rejette une fois de plus le hasard, cette

explication classique ne lui suffit pas. En s'inspirant de Paul Weiss et de sa notion de système et de déséquilibre, le psychologue suisse, mieux connu jusqu'ici pour ses travaux sur le développement de l'enfant, propose à son tour un mécanisme de phéno-copie: un déséquilibre, produit par une inadéquation entre l'organisme et son environnement, se transmettrait jusqu'au niveau cellulaire, pour affecter les gènes régulateurs de l'activité biochimique. Ce serait cette «pression» des gènes régulateurs qui stimulerait la production de mutations, aléatoires certes, mais destinées à «diminuer le stress» selon un processus cybernétique d'essais et d'erreurs.

Piaget se défend bien d'être lamarkiste, puisqu'à ses yeux, la pression de l'environnement ne conditionne pas directement la nature du changement évolutif, mais n'en fournit que le prétexte moteur. Toutefois, il ne faudrait pas faire reproche à Lamarck d'être né avant l'ère cybernétique, et l'approche Waddington-Weiss-Piaget mériterait sans doute aujourd'hui le nom de «néo-lamarkisme».

Leur hypothèse est sédui-

sante. Pour tous ceux que la téléonomie apparente du hasard continue de fatiguer. Malheureusement, si la découverte des chromosomes par Morgan est venue donner un solide coup de pouce à l'hypothèse des mutations aléatoires de Darwin, le néo-lamarkisme se cherche encore un biochimiste qui viendrait expliquer comment la pression de l'environnement se fait sentir sur l'ADN. En attendant cette démonstration, il faut demeurer prudent devant la notion de phéno-copie.

Ajoutons simplement que ce texte de Jean Piaget, aurait gagné à être complètement refondu. L'homme écrit avec un style tellement décortiqué, poussant l'analyse de ses propres intentions jusqu'à un tel niveau de nuances, surchargeant ses phrases d'enclaves souvent inutiles, qu'il rend la lecture encore plus difficile que le sujet qu'il traite. C'est dommage, parce que le texte contient une synthèse de tous les efforts conceptuels tentés depuis Lamarck, pour refouler le hasard. Et pour ce seul aspect, c'est déjà un livre important.

Pierre Sormany

SANTÉ

L'ENFER DES FONDERIES

Il aura fallu huit ans à une poignée d'ingénieurs et techniciens des Services de protection de l'environnement du Québec (SPE) pour visiter la moitié des 110 fonderies installées sur le sol québécois et y étudier la qualité du milieu de travail. Couler du métal n'a rien d'une opération silencieuse, rafraîchissante, saine pour les poumons, on peut s'en douter. Mais les résultats des analyses d'échantillons glanés dans les 55 fonderies dépassent vraiment les bornes du tolérable... pour celui qui est pris pour travailler près des fours, à la coulée, au moulage, au démoulage, au nettoyage ou au finissage, bref, à n'importe quel département d'une fonderie, si ce n'est dans le bureau du patron.

Qu'elles soient situées sur la rue Notre-Dame à Montréal ou sur la rue principale à Sainte-Croix de Lotbinière, qu'elles emploient plus de 700 travailleurs comme Hawker Siddely ou seulement une quinzaine comme la fonderie Thetford Mines, nos fonderies ont tendance, plus que tout autre milieu industriel, à ressembler à l'enfer. Dans les petites localités, on y travaille pour de petits salaires et le taux de roulement des employés est élevé. Pour beaucoup, un purga-

toire suffit.

Le directeur d'une fonderie sait pertinemment que son usine n'a rien d'un paradis hawaïen, mais une baisse générale de la production ayant entraîné une forte compétition entre les entreprises, il mettra au rancart tout projet de modernisation ou d'amélioration des conditions de travail, même si cela doit lui coûter un fort absentéisme et plusieurs cas de silicose, des évanouissements, maux de tête, vomissements de ses employés.

Dans bien des cas, les représentants des Services de protection de l'environnement ont dû parlementer à la porte de l'usine avant d'obtenir l'autorisation d'installer les appareils d'échantillonnage. Et encore a-t-il fallu accepter de faire la visite des fonderies concurrentes les plus proches car «chez eux, c'est pire que chez nous».

Compte tenu de ses effets particulièrement néfastes, c'est la poussière de silice qui remporte la palme de la pollution dans les fonderies. Dans près du quart des usines visitées, on la retrouve en des concentrations dépassant les normes établies. Le département du sable, qui sert au moulage, ainsi que les opérations de démoulage et net-

toyage sont les plus affectés. Le nettoyage lui-même prend une importance particulière du fait que les opérations de meulage génèrent une poussière très fine qui peut causer des troubles respiratoires très graves.

L'ennemi numéro deux du fondeur est le bruit, puisque 55 pour cent des fonderies dépassent la norme de 90 décibels A. Cette proportion monte d'ailleurs à 70 pour cent quand on va dans les départements du démoulage et du nettoyage où les contacts métal contre métal font un vacarme infernal.

Les techniciens des SPE se sont également évertués à analyser les fumées d'oxydes métalliques, oxydes de fer, de plomb, de cuivre, de chrome, de zinc, de magnésium et de manganèse qu'on retrouve dans ce type d'usine. Plus rassurants dans leur ensemble, avec des normes rarement dépassées, les résultats n'en demeurent pas moins inquiétants pour des cas spécifiques, notamment une fonderie qui manipule du plomb ou des alliages de plomb.

Les gaz étudiés ont été le monoxyde de carbone et l'anhydride sulfureux. Dans les deux cas, c'est près de la moitié des fonderies qui dépassent les normes. Dans le cas du monoxyde de carbone, qui est le résultat d'une combustion incomplète dans les fours où le charbon réagit avec l'oxygène de l'air amené par des tuyères, certains relevés montrent des concentrations de 200 parties par million, alors que la moyenne générale est de 57 p.p.m. et que la limite permise est de 50 p.p.m.

La chaleur est également un des gros problèmes des fonderies puisque nombre d'opérations s'effectuent avec du métal en fusion ou des pièces tout juste sorties du moule et qui dégagent une chaleur très forte. Si la moyenne générale ne dépasse que de 13 pour cent la limite admise, il reste qu'une fois de plus certains travailleurs, à certains départements, sont exposés tout spécialement et sujets à des épuisements, des crampes musculaires, des coups de chaleur (hyperpyrexie) qui peuvent avoir des conséquences graves, voire fatales, ou entraîner des gestes qui provoqueront un accident.

Une bonne partie des troubles de santé des travailleurs exposés aux gaz, poussières, bruits, fumées ou à la chaleur, se trouveraient réglés avec des systèmes de ventilation efficaces. Ces systèmes existent à peu près partout, mais à peu près partout également (80 pour cent des cas) ils ne fonctionnent pas selon les normes prévues, soit qu'ils soient mal conçus, ou qu'ils soient en mauvais état du fait d'un mauvais entretien. Il



éditeur officiel du québec



faut signaler, par ailleurs, que les enquêteurs n'ont pas étudié les possibilités d'effets cumulatifs de plusieurs toxiques, faute de moyens mis à leur disposition.

Le rapport d'étude sur la qualité du milieu de travail dans les fonderies du Québec publie la liste des cinquante entreprises visitées ainsi que des résultats globaux, mais aucune donnée particulière à telle ou telle entreprise. Compte tenu de certaines moyennes très élevées, il est évident que des cas extrêmement graves ont dû être observés.

Selon M. Robert Poisson, un des deux ingénieurs de la Direction de l'environnement industriel qui a travaillé sur ce sujet, ce sont plutôt les usines de moyenne importance qui présentent les pires cas. Les petites, du fait de leur faible production, ne font certaines opérations qu'épisodiquement, ce qui tend

à réduire les problèmes... et la possibilité de les détecter. Quant aux grosses, elles ont plus de moyens pour améliorer les conditions de leurs travailleurs, à moins que ce ne soit les travailleurs eux-mêmes, via leur syndicat, qui les y poussent.

L'action des Services de protection de l'environnement s'est manifestée par des recommandations et des plans d'ensemble pour venir à bout des sources de pollution ou de leurs effets. Dans certains cas vraiment trop graves, les SPE auraient même exigé, et obtenu, la cessation de l'activité incriminée tant que des améliorations n'auraient pas été apportées. Il reste à savoir maintenant si les SPE auront plus de moyens pour exiger la mise en application de leurs recommandations qu'ils n'en ont eu pour effectuer l'enquête. Les huit années qui se sont écoulées depuis la mise sur pied du programme jusqu'à la publi-

cation du rapport sont justement dues à ce manque de personnel et de moyens.

Malheureusement, les premiers bénéficiaires de tout ce travail, au moins en terme d'information, n'auront pas été les travailleurs, directement soumis à ces difficiles conditions de vie professionnelle. La loi n'autorisait pas les représentants des SPE à entrer en contact avec les employés ou le syndicat qui les représentait. De sorte que c'est en collaboration avec les dirigeants de l'entreprise que se sont effectués l'étude, le choix des points d'échantillonnage et l'élaboration des solutions.

Selon M. Robert Poisson, des contacts ont été pris avec les représentants syndicaux quand les dirigeants en donnaient l'autorisation. Des copies du rapport, avec seulement les données globales, ont été envoyées à tous les travailleurs des fonde-

ries étudiées, sur la base d'une liste fournie par le ministère du Travail, mais les résultats détaillés, entreprise par entreprise, n'ont été fournis, semble-t-il, que sur demande expresse des employés. Les premiers intéressés se sont donc retrouvés laissés pour compte, comme si ce n'était pas d'eux qu'il s'agissait...

Enfin, il faut signaler que cette enquête n'a pu porter sur les effets des toxiques sur les travailleurs puisque ces questions tombent dans la compétence du ministère des Affaires sociales. En fin de compte, on n'atoujours pas la preuve officielle que les fondeurs sont affectés par des maladies causées par des sources toxiques ou de pollution... dont on a maintenant la preuve irréfutable qu'elles existent vraiment.

Michel Gauquelin

POLLUTION

OÙ SONT LE BAR ET LA BARBUE?

Les pêcheries du Québec prenaient vingt espèces de poisson avant 1969. Depuis, quinze ont disparu, dont neuf étaient d'intérêt commercial. Qu'est-il donc arrivé au bar d'Amérique, à la barbotte brune, à la barbotte, à la corégone, au doré jaune, au doré noir, à l'esturgeon jaune, à l'esturgeon noir qu'on pêchait dans le golfe du Saint-Laurent?

Robert Boudreault, biologiste à la Direction des pêcheries du ministère de l'Industrie et du Commerce, n'a pas de réponse définitive à cette question mais selon lui, «il s'agit là d'un indicateur biologique de poids qui semble bel et bien montrer que le milieu estuarien du Saint-Laurent a été fortement agressé depuis la fin des années 1960».

C'est dans le cadre du Groupe d'études sur les substances toxiques au Québec que Robert Boudreault a réalisé une analyse des fonctions véhiculaire, biologique et écologique du golfe dans laquelle il dresse un bilan de la qualité des eaux salées de notre fleuve, tout comme cela vient d'être fait pour la portion «rivière» par le Comité d'étude du fleuve Saint-Laurent (voir l'article d'André Caillé et d'André Delisle, «Guérir le Saint-Laurent», dans le numéro de septembre 1977 de QUÉBEC SCIENCE).

Le Groupe d'études sur les substances toxiques, formé au sein des Services de protection de l'environnement avec la participation de spécialistes travaillant dans diverses universités,

instituts de recherche, ministères québécois et canadiens, vient de réaliser une enquête à l'échelle du territoire québécois, enquête qui porte sur la présence des toxiques aussi bien dans l'air que dans les eaux et sur le sol. Ce travail d'envergure devrait permettre de planifier les interventions nécessaires dans les deux ou trois ans à venir, pour contrer les dégâts existants et protéger ce qui est menacé.

Chargé de la section «le Saint-Laurent maritime», Robert Boudreault vient ainsi compléter notre connaissance de la qualité des eaux du fleuve. D'amont en aval, le Saint-Laurent est d'abord une rivière (Cornwall-Trois-Rivières), puis un estuaire, haut estuaire de Trois-Rivières à Québec, moyen estuaire de Québec à Tadoussac et estuaire maritime de Tadoussac à Pointe-des-Monts. Ensuite, et jusqu'à l'océan via le détroit de Cabot, c'est le golfe.

La position maritime comprend donc le golfe mais aussi une bonne partie de l'estuaire, celle où les riverains ne parlent plus du fleuve mais de la mer. Estuaire et golfe sont en interaction intense et indissociables. Avec une largeur qui va d'une trentaine à deux centaines de kilomètres, le Saint-Laurent représente alors une masse d'eau énorme et très dynamique... par rapport à ce qu'il est dans la région de Montréal et de Québec. Ce qui fait dire à Robert Boudreault que le stress toxicologique du système maritime du

fleuve provient d'une démographie distribuée géométriquement et à l'inverse de sa capacité adaptative.

Transport des sédiments, transport par bateaux, transport par effluents sont les principaux points de la fonction véhiculaire du Saint-Laurent analysés. À cause de l'ampleur des problèmes qu'il crée, le mercure a été privilégié dans l'étude du transport des sédiments. Les activités minières, les rejets des usines de soude caustique et des moulins à papier, la combustion des incinérateurs régionaux sont autant de sources de mercure. «Quant aux valeurs mêmes des concentrations mercurielles dans les sédiments superficiels du Saint-Laurent maritime, elles vont de faibles dans l'ensemble du golfe à moyennes dans l'estuaire maritime et à très fortes (moyennes de 3 p.p.m.) dans le Saguenay».

Dans ces conditions, l'interaction sédiments-poissons risque de présenter des conséquences graves pour les habitants du milieu qui consomment le poisson. Et ceci d'autant plus que la faune benthique maritime est extrêmement sensible à toute pollution. Au pire, il ne reste plus qu'à interdire la pêche, ce qui est le cas pour la crevette et d'autres espèces dans le Saguenay. Et ce problème prend une dimension encore plus importante car, lit-on dans le rapport, «les sédiments constituent un réservoir qui risque de perpétuer le problème de la contamination toxique encore longtemps après que des mesures limitant les rejets auront été

prises, voire même après que les rejets aient cessé».

Les transports par bateaux semblent moins inquiétants et on ne note que de faibles niveaux de pollution due aux vidanges d'hydrocarbures. Par contre, les transports par effluents municipaux et industriels sont moins encourageants et ressemblent fort à la situation déjà observée dans la portion rivière du fleuve.

Les problèmes locaux ne manquent pas: Rimouski et Matane rejettent leurs égouts sans traitement, tandis qu'à Bathurst et Chandler les usines de pâtes à papier polluent impunément. Les données récentes semblent manquer, mais déjà en 1965 on évaluait que 25 pour cent du littoral était contaminé.

«Nous constatons qu'il y a des toxiques ou des contaminants à tous les niveaux de la chaîne trophique, même si les niveaux n'ont pas atteint des valeurs telles que l'homme en soit directement affecté de façon sensible». L'état de santé toxicologique de la chaîne trophique ne serait donc pas trop inquiétant pour l'homme. Cependant, les modifications que l'homme a apporté au milieu estuarien peuvent être considérées comme une agression et pourraient avoir des conséquences graves. Les barrages et autres travaux de régularisation du débit des rivières ont diminué le potentiel de fertilisation du milieu. Il est fort possible que les rythmes de sédimentation aient été modifiés.

La disparition des quinze espèces de poisson n'a toujours pas

reçu d'explication satisfaisante, et ce n'est pas parce que le bar et l'esturgeon noir réapparaîtraient que le mystère de la disparition serait résolu.

Déjà compromises dans le Saguenay, les pêcheries commerciales commencent à être remises en cause dans le fleuve lui-même. Il y a contamination et, dans certains cas, les activités commerciales doivent cesser. Le flétan, que l'on retrouve partout dans le golfe, recèle des teneurs en mercure inacceptables dans plusieurs cas. Dans l'estuaire moyen, l'éperlan avait, en 1971, les mêmes problèmes. La contamination, si elle n'est pas toujours dramatique, touche tout de même nombre d'espèces, que ce soit au niveau de pêches intensives comme celles de la crevette, du homard et du flétan, ou au niveau de pêches extensives comme celle du poisson des chenaux (poulamon) qui fait les délices de 70 000 amateurs chaque année.

La revue des problèmes toxicologiques du Saint-Laurent maritime qu'a effectuée Robert Boudreault, l'amène à suggérer des interventions. Tout d'abord, il est impératif d'appliquer les normes déjà existantes pour les rejets industriels et municipaux. Ensuite, il faudrait améliorer la capacité de prévoir les impacts chroniques et épisodiques (accidents). Une des meilleures déci-

sions à prendre serait également d'abandonner les «blitz» de mesures, ces campagnes intensives où l'on mesure tout... mais pendant une très brève période. Les mesures biologiques simples à long terme seraient beaucoup plus efficaces.

À un autre niveau, le biologiste du ministère de l'Industrie et du Commerce recommande d'étudier la possibilité d'interventions directes: estacades, dragages des sédiments toxiques, pour les zones fortement contaminées comme le Saguenay ou l'ouest de la baie des Chaleurs. Ce dernier site fait d'ailleurs l'objet d'un souhait particulier: «que soit étudiée la situation toxicologique de la baie des Chaleurs. La présence de vieux moulins à papier, d'une fonderie et du transport maritime associés ensemble le justifient amplement». Voilà qui n'est guère rassurant!

Le bilan des recherches effectuées par divers spécialistes, depuis nombre d'années, montre, selon Robert Boudreault, qu'il y a agression de l'homme, mais que, malgré tout, le système maritime du Saint-Laurent maintient encore ses fonctions vitales à un niveau élevé, grâce à un dynamisme extraordinaire. Prudence et prévoyance sont donc les clefs de la qualité du Saint-Laurent maritime.

Michel Gauquelin

NUTRITION

LES INUIT VICTIMES DES ALIMENTS BLANCS

Le profil nutritif des populations Inuit du Nord canadien ressemble de plus en plus à celui des populations de faible statut socio-économique des sociétés industrialisées. On y retrouve de plus en plus les maladies qui caractérisent habituellement les classes à bas revenu de notre société, c'est-à-dire l'obésité, l'hypercholestérolémie, l'hypertension et les troubles dentaires. Voilà la conclusion d'une communication présentée par le professeur Draper, de l'Université de Guelph en Ontario, lors du 5e Congrès de nutrition de l'hémisphère occidental tenu à Québec au mois d'août dernier.

Selon le chercheur, cette situation découle de l'infiltration progressive de la diète de ces populations par des aliments issus du monde occidental, infiltration qui se poursuit depuis plusieurs décennies, accroissant la proportion de

calories à base d'hydrates de carbone au détriment de la quantité de calories protéiniques.

C'est sans surprise que l'on remarque que l'abandon des habitudes alimentaires traditionnelles touche plus spécifiquement les jeunes enfants. Par contre, les quelques Inuit des régions arctiques qui les ont conservées montrent que leur alimentation, à prédominance carnivore, est très bien adaptée à leurs besoins et leur conserve en général une très bonne santé nutritive.

Ces conclusions rejoignent celles d'organismes comme Nutrition Canada et le International Biological Programme qui ont rassemblé un certain nombre de données sur le statut nutritif des Inuit. Il semble que le phénomène d'acculturation dont sont généralement victimes les peuples colonisés se



éditeur officiel du Québec

Le golfe n'y échappe pas

Le golfe Saint-Laurent est aussi touché par la pollution. Quinze espèces de poisson sont déjà disparues. De plus, la contamination par le mercure du flétan, que l'on trouve partout dans le golfe, devient dans plusieurs cas inacceptable.



information canada

Un legs des Blancs

Les Inuit possèdent une culture mais aussi une alimentation caractéristique. Les aliments que leur imposent les Blancs entraînent pour eux des problèmes graves associés aussi bien à de la sous-nutrition qu'à de la surnutrition.

manifeste aussi au niveau des habitudes alimentaires et que ces peuples qui abandonnent leurs modes de nutrition traditionnels connaissent des problèmes graves associés aussi bien à de la sous-nutrition qu'à de la surnutrition.

Bien qu'une étude portant sur les Inuit des Territoires-du-Nord-Ouest n'ait démontré qu'un faible taux de sous-nutrition, les habitants de quatre principaux centres de population de cette région montrent des évidences cliniques et biochimiques de scorbut, d'anémie et de carence en acide folique et en vitamine A. D'une façon générale, ces diverses études montrent que la sous-nutrition se rencontre plus fréquemment chez les Inuit que dans la population canadienne en général.

Les Inuit possèdent des particularités ethniques qui les différencient des autres Canadiens. Par exemple, ils se caractérisent une capacité limitée de digestion du lactose. Cette particularité ne semble pas assez importante pour exclure la consommation de quantités nutritivement significatives de produits laitiers et elle est commune à un certain nombre de groupes ethniques. Par contre, les Inuit présentent une autre particularité ethnique plus unique sous la forme d'une déficience primaire en sucre. L'incidence de cette condition est cependant assez faible. Elle entraîne toutefois, chez ceux qui en sont touchés, de sérieuses difficultés au moment

d'adopter une diète du genre de celles qui sont pratiquées dans les sociétés modernes.

Tous les Inuit ne sont cependant pas aussi vulnérables. Par exemple, on peut remarquer un très bas taux de maladies coronariennes et de diabète chez les populations indigènes du Nord-Ouest du Groënland. Les chercheurs danois ont entrepris des études qui visent à expliquer ces particularités. Ils étudient plus particulièrement le plasma sanguin et la diète lipidique de ces habitants du Groënland. Ces derniers, comparativement aux Danois caucasiens et aux Inuit vivant au Danemark, montrent une analyse de plasma où les concentrations de cholestérol, de triglycérines et de lipoprotéines sont plus basses. De plus, le patron des acides gras estérifiés diffère grandement de celui retrouvé chez les populations occidentales. Finalement, leurs gras alimentaires sont caractérisés par la présence d'acides dérivés d'huiles d'animaux marins, ce qui les différencie des gras alimentaires des Danois.

Ces études ont du moins le mérite de montrer que chaque groupe ethnique possède des particularités diététiques qui lui sont propres et qu'il est mal avisé, voire inconséquent, de leur transmettre, en même temps que des valeurs économiques factices, des habitudes alimentaires mal adaptées.

Jean-Marc Carpentier

ÉLECTRICITÉ COUPER POUR ÉCONOMISER

Que se passerait-il au Québec si, pour des raisons politiques ou autres, certains projets de l'Hydro-Québec étaient retardés, ou s'il y avait baisse soudaine de la puissance disponible faisant en sorte que les courbes de consommation dépassent la capacité de production?

Il est bien sûr possible d'imaginer des interdictions d'usage de l'électricité à certaines heures du jour ou des directives stipulant de débrancher certains appareils durant de brèves périodes de la journée.

Avant que toutes ces éventualités ne se présentent, l'Hydro-Québec a tenté une expérience le 23 août dernier: une réduction de cinq pour cent du voltage régulier. Ces coupures ont eu une durée de deux heures chacune: entre 10

heures 15 minutes et 11 heures 15 minutes, et entre 22 heures 15 minutes et 23 heures 15 minutes.

La plupart des consommateurs ne semblent pas avoir été affectés par cette diminution marginale. Toutefois, l'Hydro-Québec voulait surtout vérifier l'impact d'une telle réduction sur des usagers plus affectés que d'autres par la régularité du voltage (exemple: les stations de radio) ainsi que leur propre appareillage.

Une telle initiative pourrait être une solution pour diminuer la consommation à l'insu des consommateurs... à défaut de restrictions volontaires et à condition que les coupures durent peu.

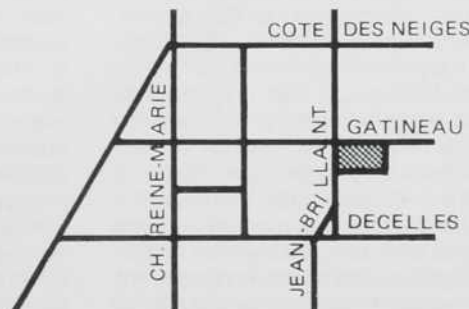
Georgette Goupil

PAPETERIE JACQUES

PROBLÈME D'APPROVISIONNEMENT?

NOUS VOUS OFFRONS:

- ARTICLES
- ET AMEUBLEMENT POUR VOTRE BUREAU
- PAPETERIE SCOLAIRE ET DE COMPTABILITÉ
- GRAND CHOIX DE STYLOS ENCRE
- MATÉRIEL POUR DESSINATEUR ET ARTISTE
- RÉPARATION DE VOTRE DACTYLOGRAPHE
- SERVICE RAPIDE DE PHOTOCOPIE



5301 avenue Gatineau (X Jean-Brillant)

MONTREAL

737-3659

L'ÉNERGIE VERTE

par Fabien Gruhier

L'urgence de revenir aux sources biologiques de l'énergie

Énergie! Autant lâcher le grand mot tout de suite: il n'y a pas si longtemps qu'on reconnaît l'importance du terme, qui mérite de figurer en exergue. Autrefois —avant la «crise» de 1973— était un monde industriel qui avait pris l'habitude d'acheter l'énergie comme on achète n'importe quelle matière première, et d'en consommer de plus en plus. Après deux siècles de civilisation industrielle, cette consommation était devenue énorme tout en restant banale: les gisements continuaient de répondre à la demande, à un prix si bas qu'on ne se posait pas de questions.

On avait tort: l'énergie n'est pas une matière première comme les autres. Elle est le moteur même, le sang des sociétés humaines. La seule vraie monnaie sans laquelle rien n'est possible, sans laquelle l'électron de l'atome, la molécule, la bactérie, l'homme, l'humanité sont strictement réduits à l'impuissance. L'énergie n'est pas une matière première rassemblée en gisements dans lesquels on pourrait puiser indéfiniment, mais par exemple un flux venant du soleil, qu'il faut capter en permanence. L'énergie n'est pas un capital inerte, mais un intérêt, un revenu. Faire appel aux gisements fossiles —trésors rassemblés par hasard— sans se soucier de l'avenir et sans développer les techniques propres à harnacher directement le flux solaire, c'est bientôt tuer la poule aux oeufs d'or.

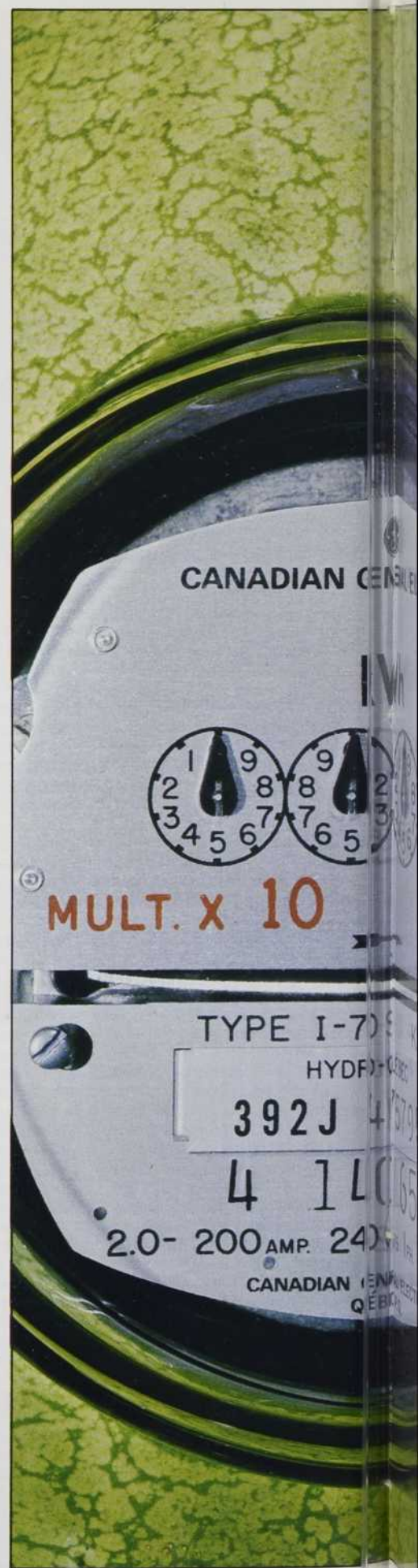
Fort heureusement... il y a eu la guerre du Kippour, les représailles arabes, la menace (assez platonique) de fermer les robinets. Et surtout la très salutaire hausse des prix qui incitait à chercher des solutions de rechange. Ce rappel à l'ordre fut certainement un coup de semonce très utile. D'abord sur le plan économique: tous les économistes savent que l'on ne construit rien de durable si l'on ne paie pas les choses à leur juste prix, car alors la machine s'emballe et se casse tôt ou tard. Remarquons en passant qu'inflation aidant, ce qui était vrai après la très forte hausse du prix du pétrole l'est

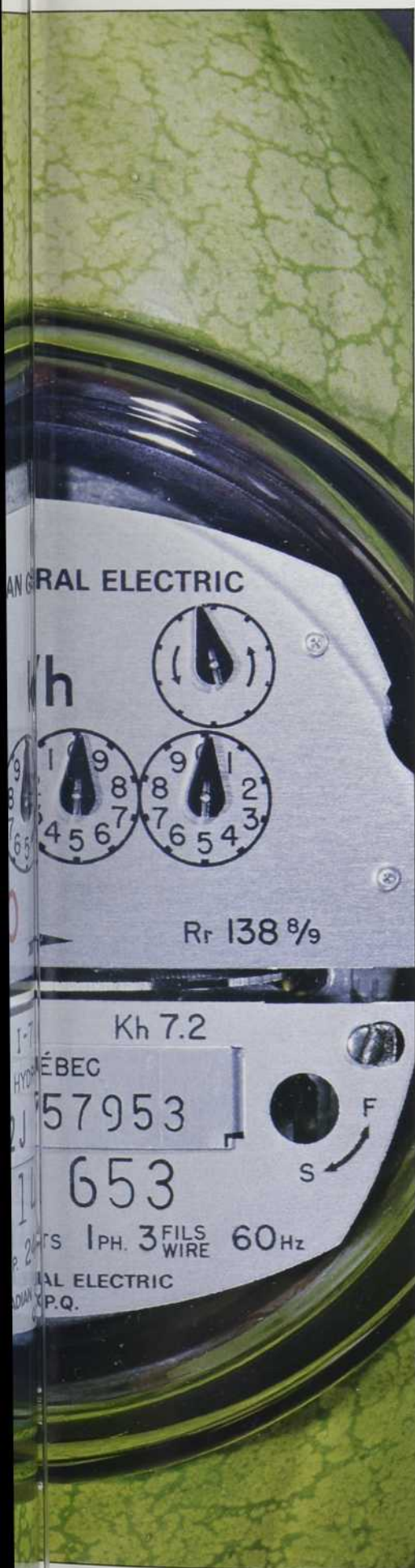
beaucoup moins aujourd'hui: depuis 1974, le prix des produits exportés par les grands pays industriels a augmenté nettement plus vite que celui du pétrole, et la rente arrachée par les États pétroliers a donc fondu comme neige en Arabie.

LES MICROBES LISENT-ILS NOS JOURNAUX?

Sans être revenus tout à fait à la situation qui prévalait avant 1973, nous avons ainsi refait une partie non négligeable du chemin inverse. Mais les investissements en argent et matière grise pour trouver d'autres solutions énergétiques nous profiteront de toute façon, même si le pétrole devait finir par se retrouver à son prix initial. Et surtout la crise a eu d'autres répercussions sur le plan philosophique, et celles-là sont probablement irrémédiables. Nous avons enfin saisi la nature profonde de l'énergie, et c'est une sorte de révolution culturelle: les savants, les biologistes les plus «fondamentalistes» sont aussi des hommes (ou des femmes) ordinaires qui baignent dans le même environnement économique-socio-culturel que vous et moi. Sensibilisés à la notion d'énergie, ils se sont donc mis à étudier la vie sous cet angle énergétique.

En effet, à fréquenter —en journaliste, donc en observateur— les congrès de scientifiques, on retire l'impression que la crise de l'énergie a subitement déteint sur le comportement des bactéries ou des macro-molécules cellulaires tel qu'il est désormais conté par les spécialistes. Se pourrait-il que ces microbes lisent nos journaux et se sentent concernés par la politique du Proche-Orient? Hypothèse moins farfelue, mais à peine moins surprenante: la science n'a rien de désincarné, et les axes d'observation choisis par les chercheurs sont liés à l'ambiance générale. Résultat: on s'est aperçu que les bactéries, les cellules de notre corps et le métabolisme des êtres constituent avant tout d'extraordinaires





convertisseurs d'énergie. Que l'évolution a privilégié avant tout les espèces et les processus biochimiques économes sur le plan énergétique. Que la vie est tout entière au service de l'énergie. Et même que l'énergie explique la vie. Cette dernière serait une réponse à la loi de l'entropie croissante, d'ailleurs déjà sur la sellette: pour ralentir ou contrarier l'évolution de l'univers vers le chaos, les formes vivantes s'érigeraient à partir de la matière inanimée et, harnachant les flux d'énergie, transformeraient une dégringolade en force constructive —comme la centrale hydro-électrique interposée sur un torrent.

En tout cas, une nouvelle science est née: la bioénergétique, et certains spécialistes n'hésitent pas à affirmer: «Nous sommes sur la bonne piste, nous allons probablement comprendre la nature même de la vie.» Le grand mystère, longtemps réputé inaccessible à l'entendement humain, serait donc à la portée de la science depuis que les biochimistes ont chaussé les lunettes de la vision énergétique. Un grand merci aux Arabes...

QUINZE ANS EN PLEIN SOLEIL

Mais l'étude des rapports entre la vie et l'énergie revêt d'autres aspects beaucoup plus importants sur le plan pratique: en utilisant ou en imitant les êtres vivants, on peut concevoir des moyens efficaces de capter l'énergie solaire. À quoi bon, diront certains? Ne dispose-t-on pas de cellules photo-électriques au silicium qui transforment directement la lumière solaire en électricité? Certes. Mais ces cellules, gadgets de luxe tout juste à la portée de la NASA pour ses satellites, ne sont pour l'instant pas concurrentielles. Ne dit-on pas qu'elles devraient fonctionner sans interruption en plein soleil pendant quinze ans avant d'avoir restitué l'énergie absorbée par leur fabrication?

De toute façon, les cellules semi-conductrices devront voir leur prix réduit plusieurs centaines de fois avant de franchir le seuil de nos maisons —ou plutôt d'en garnir les toits. Bien sûr, des effondrements de prix de cette ampleur ne sont pas sans précédents dans l'industrie électronique. Les transistors, puis les micro-processeurs (voir *Québec Science*, avril 1977) en ont fourni des exemples spectaculaires, et si le cours de la Rolls-Royce avait subi, depuis la seconde guerre, la même chute que celui de l'ordinateur, chacun pourrait aujourd'hui s'offrir le prestigieux véhicule pour quelques dollars... Mais il serait imprudent de trop compter là-dessus, d'autant plus que d'autres voies s'offrent à nous: pourquoi vouloir à tout prix —c'est le cas de le dire— réinventer de bout en bout une technologie dont la nature possède le suprême aboutissement?

Car la bonne vieille photosynthèse, qui existe depuis quelque trois milliards d'années —et qui est notamment à

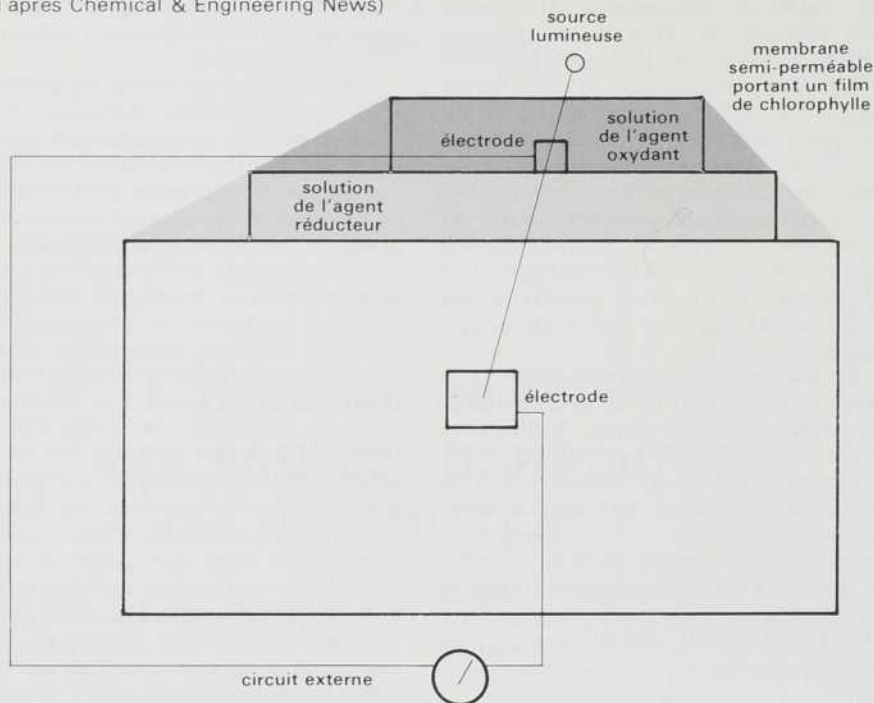
l'origine des gisements fossiles (houille et pétrole) dont nous abusons sans vergogne— n'est autre qu'un processus électronique à base de semi-conducteurs ultra-sophistiqués.

Si, le printemps venu, les poètes se munissaient de microscopes, il leur faudrait adopter un vocabulaire digne de la technologie la plus pointue: les cellules de chaque feuille verte contiennent de minuscules chloroplastes qui mesurent quelques millièmes de millimètre et n'en sont pas moins d'étonnantes usines électroniques et chimiques. Ces chloroplastes contiennent évidemment la fameuse molécule chlorophylle. Chaque fois qu'un photon (particule de lumière) tombe sur l'un d'eux, il y expulse un électron en créant une «paire électron-trou». L'électron (négatif) et le trou (positif), séparés subitement par quelques millièmes de millimètre, représentent une énergie potentielle instable qu'il faut capter dare-dare sous peine de laisser l'électron retomber en pure perte dans son trou. L'électron va être capté par une chaîne de molécules qui se le repasseront de proche en proche. Quant au trou, il englutira un autre électron, prélevé en définitive sur un atome d'hydrogène. La cellule végétale va donc disposer d'une part d'un ion d'hydrogène positif et d'autre part d'un électron. La conversion sous forme d'énergie chimique est alors achevée. Cette énergie va servir, selon des mécanismes encore mal connus, à décomposer des molécules d'eau en oxygène (libéré par la plante) et en hydrogène qui transformera en sucre le gaz carbonique (absorbé par la plante). Ce sucre représentera une réserve de carburant alimentaire, à la disposition de la plante... ou des animaux qui la mangeront.

QUAND LES BACTÉRIES TRAVAILLENT D'ARRACHE-PIED...

Car la nature est ainsi faite: les plantes vertes doivent assurer la subsistance de toutes les autres créatures vivantes incapables de capter directement l'énergie solaire. À vrai dire, il n'y a pas que les plantes vertes proprement dites: n'oublions pas les innombrables micro-organismes (bactéries photosynthétiques, algues monocellulaires) qui, également pourvues de chlorophylle, travaillent d'arrache-pied —si l'on peut dire— pour mettre du soleil en conserve. Cette armée chlorophyllienne est constituée d'unités disparates. Pour s'accommoder de l'infinie variété des conditions climatiques régnant sur terre, il a fallu concevoir des organismes tout aussi variés, de façon à tirer profit au maximum, dans chaque situation, de l'énergie solaire disponible: de même, on ne conçoit pas des véhicules semblables selon que l'on veut franchir l'océan, rouler à travers champs ou suivre les autoroutes. Mais tous les organismes photosynthétiques ont un point commun:

Cellule de «feuille synthétique» (d'après Chemical & Engineering News)



Une feuille synthétique

Les chercheurs du Laboratoire national d'Argonne (Illinois) réalisèrent l'an passé cette «feuille synthétique» (voir Québec Science, juin 1976). Elle créait une tension électrique de 0,4 volt à partir de la lumière, avec un rendement de 0,0024 pour cent. Dernièrement, la synthèse d'un dimère, double molécule de chlorophylle, imitant davantage la nature, laisse prévoir la possibilité d'atteindre un rendement supérieur.



Une énergie indispensable

L'énergie solaire est à l'origine de la chaîne alimentaire. Absorbée par les plantes et les micro-organismes pourvus de chlorophylle, elle servira à produire des sucres qui constitueront une réserve alimentaire pour les plantes, puis les animaux qui les mangeront et enfin pour l'homme.

la fameuse chlorophylle. Tous, sauf un: la bactérie *Halobacterium halobium*, découverte l'an dernier, qui utilise comme équipement bio-électronique un pigment violet —la bactériorhodopsine— pour capturer les photons solaires et les transformer en carburant biochimique.

Il s'agit sans doute d'une sorte de rescapée de l'évolution, souvenir de la lointaine époque à laquelle chlorophylle et bactériorhodopsine étaient en compétition. On peut supposer que la nature a choisi la meilleure formule —ou la moins «chère»?— abandonnant un marché de consolation au pigment malchanceux: c'est un produit très voisin, la rhodopsine, qui tapisse notre rétine pour capter la lumière et la transformer non plus en énergie, mais en information visuelle destinée au cerveau.

Cette disqualification naturelle de la bactériorhodopsine n'embarrasse nullement le Dr Walter Stoeckenius, de l'Université de Californie, le découvreur de *Halobacterium halobium*. Ce scientifique se déclare convaincu que «sa» bactérie non conformiste pourrait avantageusement nous servir d'exemple: vivant dans les eaux saumâtres, elle utilise une bonne partie de l'énergie solaire captée par son pigment violet pour refouler vers l'extérieur le sel qui envahit ses tissus. Or, le développement économique d'une bonne partie de l'humanité suppose l'apparition de techniques efficaces et peu coûteuses pour dessaler l'eau de mer, afin de transformer par irrigation les déserts en jardins. Mais alors, pourquoi ne pas concevoir des sortes de biopiles solaires garnies de bactériorhodopsine synthétique, qui transformeraient l'eau de mer en eau douce en ne consommant pour toute énergie que la lumière du jour? Le Dr Stoeckenius imagine de grands bassins partagés en deux compartiments par une immense membrane reproduisant celle qui entoure la bactérie. L'éclairant, le soleil activerait cette membrane, qui pomperait le sel pour le chasser d'un bassin vers l'autre. On ferait ainsi d'un Soleil deux coups: l'Astre du Jour fournirait, grâce au pigment violet, l'énergie requise pour produire l'eau douce; et ce serait encore lui qui, dans les champs mis en culture, dispenserait l'énergie alimentaire, grâce à la bonne vieille chlorophylle verte des plantes, cette fois.

CHLOROPHYLLE: UNE ÉLITE ET DES PROLÉTAIRES

Bien entendu, le mécanisme qui permet à la bactériorhodopsine de capter l'énergie solaire pour la transformer en énergie chimique est complexe. Il comporte plusieurs étapes au cours desquelles l'énergie passe successivement par diverses incarnations physico-chimiques (électrons, atomes excités, ions hydrogène, sucres, etc... constituent ses déguisements). Dans une biopile artificielle, on aurait donc le choix d'inter-

cepter l'énergie sous l'une ou l'autre de ses formes. Selon le cas, on pourrait ainsi disposer d'hydrogène, d'électricité, de produits chimiques ou de carburants (alcools par exemple), etc... Ceci vaut tout autant pour d'éventuelles biopiles à base de chlorophylle —un produit beaucoup plus répandu dans la nature et beaucoup mieux connu des chercheurs.

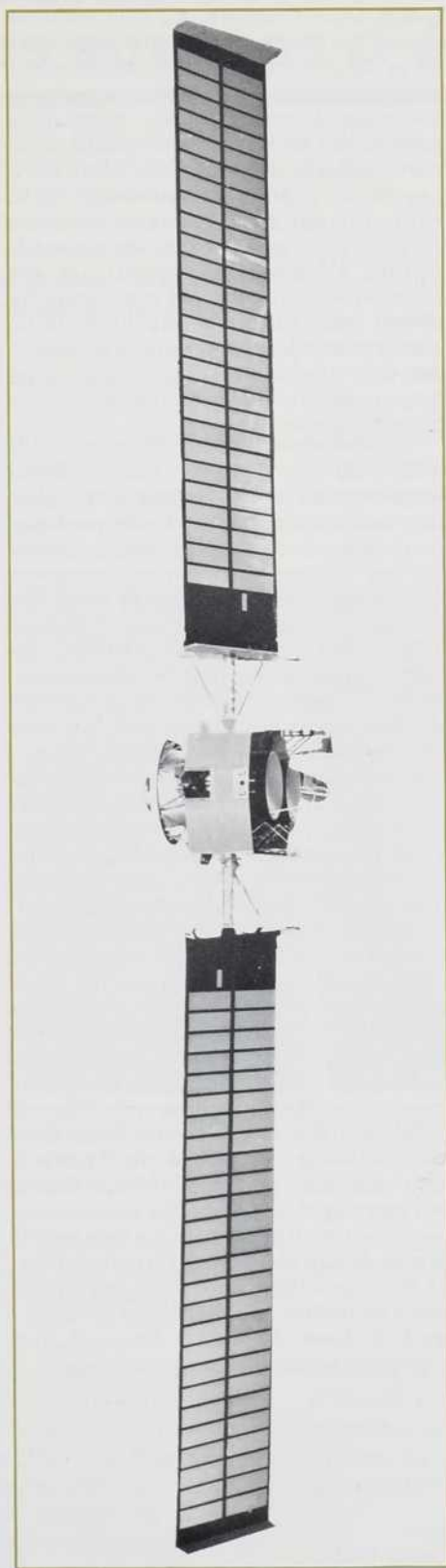
Voilà au moins quinze ans que ceux du Laboratoire national d'Argonne (Illinois) examinent la photosynthèse sous l'angle énergétique. Ils ont constaté que les molécules de chlorophylle se groupent en photorécepteurs passifs: des centaines ou des milliers de molécules associées forment une antenne qui se borne à cueillir les quanta lumineux. Cette énergie est concentrée vers de rares centres réactifs où s'effectue la véritable conversion en énergie chimique. Les centres réactifs sont constitués d'un sandwich de trois molécules: chlorophylle active - eau - chlorophylle active. Le pigment vert joue donc deux rôles distincts: le captage et la transformation de l'énergie. Le premier rôle revient à la majorité (99 pour cent) de la troupe chlorophyllienne organisée en antennes, le second à quelques rares molécules de chlorophylle. En somme, une élite et des prolétaires...

Les chercheurs de l'Illinois ont remarqué d'autre part que la lumière absorbée par la chlorophylle n'est plus la même après qu'on ait extrait celle-ci des plantes par dissolution dans un liquide organique: son spectre d'absorption se déplace alors du visible vers l'ultraviolet. Elle ne s'intéresse plus qu'à une toute petite partie du flux solaire. Conclusion: son environnement chimique et l'agencement de ses molécules sont aussi importants que la chlorophylle elle-même dans le phénomène de la photosynthèse. Il ne suffit donc pas de disposer du pigment vert pour pouvoir reconstituer des biopiles synthétiques productrices d'énergie.

LE PRINTEMPS DES FEUILLES SYNTHÉTIQUES

Les spécialistes du Laboratoire national d'Argonne ne s'en sont pas moins attaqués à ce passionnant problème de biomimétisme —d'imitation des techniques de la nature. Dès l'an dernier, ils annonçaient la toute première réalisation d'une cellule dans laquelle on obtenait de l'électricité lorsque le soleil éclairait une membrane d'aluminium recouverte d'une mixture chlorophylle-eau. La membrane séparait un liquide donneur d'électrons d'un liquide accepteur d'électrons. Le «commerce» des électrons, donc le courant, s'établissait par l'entremise de la chlorophylle sous l'effet des rayons lumineux. Cette toute première «feuille» synthétique créait une tension électrique de 0,4 volt à partir de la lumière, avec un rendement de... 0,0024 pour cent.

La photosynthèse artificielle a donc



Une alternative à une technologie coûteuse

La mise au point de biopiles photosynthétiques permettrait de capter l'énergie solaire à un coût beaucoup moindre qu'avec les cellules photo-électriques au silicium utilisées actuellement, par exemple sur les satellites tels que le Hermès. Celles-ci doivent fonctionner 15 ans avant de restituer l'énergie absorbée par leur fabrication.

eu un printemps fort modeste, et les feuilles synthétiques d'Argonne n'ont guère eu l'occasion de pousser depuis. Pourtant ce laboratoire annonçait fin mars qu'il avait réussi la synthèse d'un dimère —une double molécule de chlorophylle qui reproduit assez fidèlement le sandwich chlorophylle - eau - chlorophylle des centres actifs végétaux. En la garnissant de cette nouvelle substance, beaucoup plus conforme au modèle naturel, les chercheurs espèrent améliorer le rendement de leur «feuille». Ils estiment que de tels appareils photosynthétiques pourraient apparaître aux alentours de 1990, et produire soit de l'électricité, soit de l'hydrogène, soit des matières premières chimiques. Les Soviétiques, de leur côté, envisagent surtout la préparation d'hydrogène, et l'Institut de photosynthèse de l'Académie des sciences de l'URSS y travaille sans relâche.

Melvin Calvin, professeur à l'Université de Californie et Prix Nobel de Chimie, nous décrit le principe des futures biopiles photosynthétiques: elles comprennent une membrane phospholipidique garnie de chlorophylle. Chaque photon lumineux frappant la membrane bouscule un électron hors de son trou. Avant qu'il ait eu le temps d'y retomber en pure perte, un catalyseur adéquat (probablement du sulfure de fer) le capture pour le «marier» avec un ion d'hydrogène positif (présent dans toute solution acide). L'ion est ainsi neutralisé et il se change en hydrogène que l'on recueille. Le trou laissé vacant par l'électron expulsé va trouver un nouveau locataire: de l'autre côté de la membrane, un catalyseur adéquat —un complexe à base de manganèse qui reste à inventer— arrache des électrons à l'eau, la décomposant en gaz oxygène et en ions d'hydrogène positifs. Les électrons récupérés vont combler les trous dans la membrane, avant d'en être de nouveau expulsés par la lumière; les ions d'hydrogène vont traverser la membrane pour remplacer ceux qui ont été évacués sous forme d'hydrogène gazeux; et l'oxygène se dégage. Bilan: on a décomposé de l'eau en gaz hydrogène et oxygène comme dans une électrolyse, mais sans utiliser d'électricité —seulement de la lumière. Ou, ce qui revient au même, cette électrolyse a été alimentée avec du courant produit directement sur place, par action de la lumière sur la chlorophylle.

L'ÉNERGIE QUI DÉPOLLUE

Un tel engin biomimétique constituerait une sorte de panacée: dans leur quasi-totalité, les réactions chimiques sont soit des transferts d'ions d'hydrogène (réactions acide-base) soit des transferts d'électrons (oxydo-réductions). Nos biopiles pourraient fournir les uns ou les autres. Couplées à des réacteurs chimiques, elles pourraient alimenter directement en énergie de nombreuses synthèses industrielles, sans passer par



Une feuille en sandwich

Au cours d'une étude de la photosynthèse à l'Institut de Wageningen (Pays-Bas), on mesure les échanges gazeux d'une portion de feuille prise en sandwich dans un dispositif spécial.

un combustible ou par un réseau électrique. Elles pourraient également produire de l'hydrogène — lui-même excellent combustible — ou du courant. Bref, il s'agirait d'une approche souple et polyvalente. Avantage supplémentaire non négligeable: ces biopiles fourniraient comme sous-produit — ainsi que le font les plantes vertes — de grandes quantités d'oxygène. Or, ce gaz risque de devenir demain une matière première très précieuse: l'oxygène permet de dépolluer les cours d'eau et les lacs, de purifier l'atmosphère, d'incinérer les déchets. C'est donc un produit «écologique» dont nous aurons sans doute grand besoin.

Ces merveilleuses usines à énergie qui non seulement ne pollueraient pas mais encore nous offriraient accessoirement les moyens de dépolluer, n'existent pas encore — si l'on excepte la très modeste «feuille» synthétique du Laboratoire national d'Argonne et une demi-douzaine de prototypes du même genre, capables tout juste de secouer l'aiguille d'un galvanomètre, histoire de prouver que le courant passe. Mais la toute première «centrale nucléaire» à fournir de l'électricité s'est bornée à illuminer quelques minutes quatre ampoules électriques, voici exactement vingt-cinq ans. C'était donc hier. Et aujourd'hui, on construit dare-dare partout dans le monde d'immenses centrales capables d'alimenter des pays entiers. Il ne faut donc jamais désespérer des prototypes... Remarquons d'autre part qu'à côté des cellules biomimétiques, des scientifiques expérimentent aujourd'hui des dispositifs dits d'électrolyse photo-assistée, à électrodes en oxyde de titane. Ces appareils ne font pas appel à la chlorophylle, mais ils permettent néanmoins, avec des catalyseurs moins sophistiqués, d'électrolyser l'eau en n'utilisant qu'un bas potentiel électrique — la différence étant fournie par l'énergie solaire frappant les électrodes. Il s'agit en somme d'une caricature de photosyn-

thèse. Mais l'homme, s'il a le loisir de copier les technologies ultra-élaborées de la nature, n'est pas forcé d'en retenir tous les détails: ses machines ne sont pas soumises à certaines des contraintes propres aux êtres vivants et elles peuvent donc explorer des solutions interdites à ces derniers. Ainsi les machines... ne se reproduisent pas. Or, les contraintes propres à la reproduction ont amené la nature à compliquer beaucoup ses techniques. Et puis les machines ne vivent pas. Elles ne sauraient donc succomber à des températures élevées, à des solvants toxiques, etc, ce qui élargit les perspectives ouvertes aux chercheurs biomiméticiens.

En attendant, on peut dès maintenant mettre du foin dans son moteur: aussi longtemps qu'on ne saura pas fabriquer des biopiles chlorophylliennes parfaitement adaptées à nos besoins, pourquoi ne pas recourir à celles qui poussent toutes seules (ou presque) dans les champs? Chacun sait que l'énergie solaire accumulée par un arbre ou une plante durant sa vie peut être récupérée: on ne fait pas autre chose en mangeant du pain ou en brûlant du bois. On peut aller un peu plus loin en faisant fermenter les débris végétaux, ce qui donne du méthane, gaz combustible. On peut aussi transformer par fermentation les sucres végétaux en alcools — autres carburants parfaitement utilisables — ou en produits divers. Ainsi le Brésil, premier producteur mondial de canne à sucre, économise-t-il le pétrole en ajoutant de 2 à 10 pour cent d'alcool dans son essence. Ce pays produit annuellement à partir de sucre 750 millions de litres d'alcool, dont les deux tiers sont consommés par diverses industries chimiques. Un très récent rapport du National Research Council américain recommande aux États-Unis de revenir à la culture de l'arbre à caoutchouc. Le professeur Melvin Calvin fait campagne en faveur de l'euphorbe — un autre arbre dont la sève serait pratiquement identique à du pétrole brut. Et la firme britannique Tate and Lyle a mis l'an dernier sur le marché un détergent à base de sucre. On voit que l'«énergie verte» a le vent en poupe.

POUR EN LIRE PLUS

J.R. Benemann, *Living systems as energy converters*, eds R. Buvel et al., Elsevier/North-Holland Biomedical, Amsterdam, 1977

A.L. Lehninger, *Bioénergétique*, Ediscience, Paris, 1969

H.T. Odum, *Environment power and society*, Wiley-Interscience, New York, 1971

L'IREQ se tourne vers les nouvelles sources d'énergie

Les Madelinots sont devenus cette année les premiers Québécois à utiliser l'énergie éolienne. Les scientifiques de l'IREQ réaliseront ainsi, aux îles de la Madeleine, dans le golfe St-Laurent, une étape importante du programme de recherche mené à l'Institut de recherche de l'Hydro-Québec dans le but de développer des nouveaux modes de production d'énergie.

En effet, bien que l'IREQ ait été créé pour trouver des réponses aux problèmes de plus en plus complexes que rencontre l'Hydro-Québec dans l'exploitation de son vaste réseau de transport, et qu'encre aujourd'hui environ 70% de son personnel scientifique œuvrent dans ce domaine, l'IREQ a toujours consacré une partie non négligeable de ses efforts aux énergies nouvelles.

Les travaux de l'Institut de recherche dans ce domaine portent principalement sur l'énergie éolienne, la fusion thermonucléaire et l'énergie solaire. D'autres modes, tels que la pyrolyse des déchets et les piles à combustible, font également l'objet de recherches. Les activités de l'IREQ s'accompagnent d'études sur le stockage et une meilleure utilisation de l'énergie.

C'est en 1975 que l'IREQ a entrepris son programme de recherche sur la production d'électricité à partir de l'énergie des vents. Le programme comprend le montage de deux systèmes de production de puissance éolienne; le premier est installé à Varennes et l'autre aux îles de la Madeleine. Le système de l'IREQ comprend une éolienne de 10 mètres de diamètre, de type hélice d'avion, des installations de stockage à air comprimé et un turbo-générateur d'environ 40 kW.

Aux îles de la Madeleine, le système se compose d'une éolienne à axe vertical de 24 mètres de diamètre et de 37 mètres de hauteur munie d'une génératrice d'une puissance de 250 kW fournie par le Conseil national de la recherche du Canada (CNRC) qui en a assuré la conception et la mise au point. Les ingénieurs de l'Hydro-Québec et les chercheurs de l'IREQ ont participé aux travaux d'installation et s'occupent de l'instrumentation nécessaire aux recherches et aux essais; le réseau des îles est pour sa part mis à la disposition des chercheurs pour le programme d'essais et d'évaluation qui s'échelonne sur une année.

Ces expériences devraient aboutir au développement d'éoliennes encore plus grandes lesquelles seraient couplées à un système de stockage et con-

duire vers 1980 ou 1981 à l'intégration de ces engins au réseau de l'Hydro-Québec.

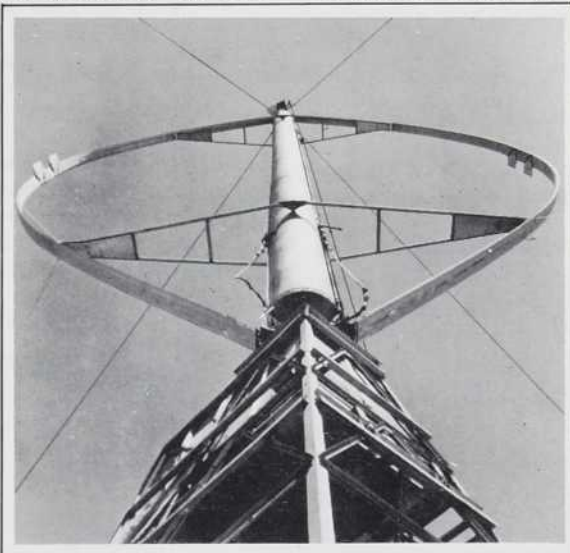
Quant à l'énergie solaire, l'Institut de recherche participe avec l'Ecole d'architecture de l'Université McGill à des recherches sur les maisons solaires. Il s'agit pour l'IREQ d'évaluer le rendement d'une maison solaire construite à La Macaza dans les Laurentides. Les appareils installés permettent d'étudier le rendement de son isolation, le stockage de la chaleur, l'efficacité des capteurs solaires ainsi que de calculer la demande d'électricité nécessaire au fonctionnement de l'appareillage électrique de la maison, notamment les suppléments de chaleur que l'énergie solaire ne suffirait à fournir. Ces données permettront de mieux connaître l'effet que pourrait avoir sur le réseau de l'Hydro-Québec l'utilisation de l'énergie solaire.

De plus, l'IREQ a mis au point un prototype de capteur solaire utilisant des calo-ducs et une pompe à chaleur. Enfin, les chercheurs ont entrepris une étude sur le stockage de la chaleur dans les maisons solaires. Cette étude vise à remplacer le système d'emmaga-sinement habituellement employé, lequel consiste à remiser des pierres dans le sous-sol des habitations, par un système de stockage utilisant des sels fondus.

L'IREQ poursuit de plus des recherches dans le domaine de la fusion thermonucléaire par laser et suit attentivement les développements sur la fusion dans le monde entier. Il a été l'un des promoteurs du projet de recherche appelé *Fusion-Canada* qui vise à regrouper et à coordonner les activités dans ce secteur de la recherche au Canada.

L'IREQ s'intéresse enfin aux piles à combustible et à la pyrolyse des déchets. Un programme d'essais et d'évaluation a été mené par l'IREQ sur les premiers prototypes de piles à combustible; les chercheurs de l'IREQ continuent de maintenir à jour leurs connaissances à ce sujet.

Quant à la pyrolyse des déchets industriels, urbains ou forestiers, lesquels pourraient constituer une source non négligeable d'énergie, elle fait l'objet d'études suivies.



Institut de recherche
de l'Hydro-Québec

INDEX DES SUJETS DU VOLUME 15

préparé par Joseph Risi

Accidents (dus à l'alcoolisme)	R-15-06-10
Accidents d'automobile	R-15-09-10
Accouchement	R-15-12-09
Activités physiques	R-15-09-08
Acupuncture	A-15-12-12
Adaptation (au milieu)	A-15-04-38
Aérodynamique (du vol)	R-15-02-44
Aérolithes	R-15-09-45
Aéronautique	R-15-02-08, A-15-07-20, R-15-10-43 R-15-10-44, R-15-11-34 R-15-07-42, R-15-08-07 R-15-03-08, R-15-05-44
Aérosols	R-15-06-07
Agriculture	R-15-11-07
Agriculture biologique	R-15-06-07
Agro-alimentaire (industrie)	R-15-11-07
Alcoolisme	R-15-02-40, R-15-06-10, R-15-09-08
Alcools (analyse des)	R-15-10-09
Alimentation (escargots)	R-15-04-09
Alimentation scolaire	R-15-05-07
Aliments (coloration des)	A-15-09-12
Aliments naturels saisonniers	A-15-09-36
Allaitement (des veaux)	R-15-02-06
Allergie (à la transpiration)	R-15-05-41
Amérindiens	A-15-04-23, A-15-08-32
Amniocentèse	R-15-06-08
Analgsiques naturels	A-15-12-12
Analyseur d'images (radiographie)	R-15-12-10
Aphidiens	R-15-10-10
Appareils électroménagers	A-15-04-12
Apprentissage (des inadaptés)	R-15-11-33
Approvisionnement (en eau potable)	R-15-11-37
Archéologie (archives)	R-15-07-38
Archéologie (québécoise)	A-15-07-30, R-15-11-35
Architecture	A-15-02-14, R-15-12-42
Arctique (mirage dans l')	R-15-06-31
Armes biologiques	R-15-03-47
Armes écologiques	R-15-03-47
Art québécois	A-15-08-14
Art religieux (au Québec)	A-15-08-14
Astronautique	R-15-10-43, A-15-11-23
Astronomie	R-15-01-08, R-15-02-09, A-15-10-26 R-15-12-40, R-15-12-46
Astrophysique	R-15-01-08, R-15-02-07, R-15-02-09 A-15-04-33, A-15-06-19, R-15-06-45 R-15-09-45, R-15-12-40
Atmosphère (mirage)	R-15-06-11
Atmosphère martienne	A-15-06-19
Aurores boréales	A-15-04-33
Auto-immunisation	R-15-05-41
Aviation (danger des oiseaux pour l')	R-15-02-08
Aviation civile (au Québec)	A-15-07-21
Avortement	A-15-10-12

Les articles publiés dans le volume 15 de *Québec Science* sont identifiés par une lettre (**A** ou **R**) et par trois paires de chiffres.

Les articles qui portent la marque **A** sont signés par les auteurs respectifs; ce sont des articles de fond (reportages ou synthèses). Les articles désignés **R** sont classés comme **Rubriques**; ils sont de plus petites dimensions et comprennent habituellement des revues d'actualité scientifique, des commentaires ou de brefs exposés des relations de la science avec l'homme et son milieu; les articles **R** ne sont pas signés, ils ne portent que les initiales des collaborateurs de *Québec Science*.

Les trois paires de chiffres contiennent les renseignements suivants: la première paire désigne le volume, la deuxième désigne le numéro, la troisième identifie la page du début de l'article répertorié.

L'index des sujets comprend un nombre variable d'entrées qui permettent d'identifier les disciplines ou les aspects majeurs touchés dans chacun des articles **A** et **R**.

B

Bactériologie	R-15-08-43
Bactériophage	A-15-05-28
Baie d'Hudson (côte québécoise)	R-15-02-43
Baie James	R-15-03-43, R-15-10-08
Bandes radio-électriques	R-15-08-40
Bariloché (Fondation)	A-15-06-29
Betterave à sucre	R-15-03-08
Biochimie	R-15-09-43, A-15-12-12
Biodégradation	R-15-01-45
Bioéthique	R-15-03-47
Biogravitation	A-15-05-20
Biologie	A-15-07-27, R-15-10-10
Biologie (des chiroptères)	A-15-01-33
Biologie (recherches en)	R-15-01-05
Biologie (comme agent culturel)	R-15-12-07
Biologie cellulaire	A-15-05-28, R-15-05-44, R-15-09-06
Biologie expérimentale	R-15-02-44
Biologie moléculaire	A-15-05-28, R-15-06-07, A-15-07-13

Biomédecine	R-15-03-47
Biphényles polychlorés	A-15-05-32
Biophysique	R-15-11-36
Boissons alcooliques	R-15-10-09
Botanique (fruits sauvages)	A-15-12-31
Brevets d'invention	A-15-02-34, R-15-02-45, R-15-06-12
Bruit (pollution par le)	R-15-08-45
Burt, Sir Cyril	R-15-09-46

C

Câblodistribution	A-15-04-16
Câblotvion	A-15-04-16
Calotte glaciaire	R-15-07-09
Canaux d'irrigation	R-15-05-44
Cancer (chez les femmes)	R-15-03-45
Cancer (chez les fumeurs)	A-15-01-12
Cancérologie	R-15-02-41, R-15-03-45, R-15-05-44 R-15-08-07, R-15-08-13, R-15-09-43 R-15-09-43, R-15-10-41, R-15-11-36 R-15-12-10
Cardiologie	R-15-07-38, R-15-10-11
Carie dentaire	R-15-09-08
Carnivores (et cancer)	R-15-08-13
Cartographie	R-15-07-38, R-15-09-44
Cellules (division des)	R-15-09-43
Cellules photovoltaïques	R-15-02-07
Centrales thermiques	R-15-07-11
Centre de recherches industrielles du Québec	A-15-02-34
Cétacés (marsouins)	R-15-05-07
Cétacés (narvals)	R-15-03-09
Chaleur (pollution par la)	R-15-07-11
Chalones	R-15-09-43
Champignons	R-15-01-45
Champlain (habitation de)	R-15-11-35
Chauffage (domestique)	A-15-02-14, R-15-05-06
Chauves-souris	A-15-01-33
Chèvres (sauvages)	R-15-02-09
Chimpanzés	A-15-01-29
Chiroptères	A-15-01-33
Chlorure de sodium	A-15-03-08, R-15-08-10, A-15-10-21
Chlorure de vinyle	R-15-08-07
Cholestérol	R-15-10-11
Chromosomes	R-15-04-08
Chronobiologie	R-15-03-08
Cigarette (cause du cancer)	A-15-01-12
Cinématographie	R-15-11-38
Climatologie	R-15-03-46, R-15-08-11, R-15-10-07 R-15-12-45
Code génétique	A-15-07-12
Coloration artificielle des aliments	A-15-09-12
Combustible à moteur	R-15-10-46
Commission parlementaire sur l'énergie	A-15-09-18
Communication	A-15-02-20, A-15-04-16, R-15-06-12 R-15-07-43, R-15-08-08, R-15-11-08
Communication scientifique	R-15-08-08
Comportement (biologie du)	R-15-02-44
Comportement (de groupe)	R-15-04-09
Comportement animal	R-15-01-10, A-15-01-29
Conseil des sciences du Canada	A-15-03-26
Conservation	A-15-04-12, R-15-04-44
(de l'énergie)	A-15-02-14,
Conservation (des espèces)	R-15-03-11
Conservation (des narvals)	R-15-03-09
Conservation (des ressources)	R-15-04-45
Conservation (d'organes végétaux)	R-15-01-06
Conservation au Canada (Société de)	A-15-03-26, R-15-04-45
Consommation (de fruits sauvages)	A-15-12-31
Consommation d'énergie (au Québec)	A-15-09-18
Construction (domiciliaire)	A-15-02-14
Construction (gratte-ciel)	R-15-12-42
Contraception	A-15-10-12
Corrosion (automobile)	R-15-08-10

Cosmologie	A-15-10-26
Coulées d'argile	A-15-09-29
Couleurs (dynamique des)	R-15-09-09
Courses (de chevaux)	A-15-05-12
Criminologie	A-15-02-20, A-15-06-14, R-15-07-09 R-15-11-31
Croissance économique (au Canada)	A-15-03-26
Croissance industrielle (au Canada)	R-15-04-45
Cueillette (de fruits sauvages)	A-15-12-31
Culture (des canadiens français)	R-15-04-42
Culture de cellules humaines	R-15-09-06
Cyano-diacétylène (dans l'espace)	R-15-02-07
Cycle du carbone	R-15-11-07
Cyto-génétique	R-15-06-07, R-15-10-10
Cytologie	R-15-05-44, R-15-09-43, R-15-09-43

D

Déboisement (effets du)	R-15-11-07
Déchets forestiers (utilisation es)	R-15-10-46
Déchets organiques (ordures ménagères)	R-15-08-46
Déchets solides	A-15-11-18
Découverte (d'un nouvel élément)	R-15-01-43
Démoustication	A-15-12-26
Démographie	A-15-03-26, R-15-03-47, R-15-04-07 A-15-06-29, A-15-06-44
Dépistage (du cancer)	R-15-02-41, R-15-03-45, R-15-11-36 R-15-12-10
Dépollution de l'air (fumées industrielles)	R-15-05-41
Dépollution de l'eau (par des mollusques)	R-15-05-43
Dépotoirs	A-15-11-18
Dermatologie	R-15-05-41
Désintégration atomique	R-15-01-08, R-15-01-43
Détérioration d'objets d'art	A-15-08-14
Détournement (d'avions)	A-15-02-20
Développement du Tiers-Monde	A-15-06-29
Développement futur (du Canada)	A-15-03-26
Dianétique	A-15-01-38
Difficultés de langage	R-15-08-13, R-15-10-11
Diététique	R-15-09-11
Dinosaures	A-15-10-26
Dioxine (pesticide)	R-15-08-07
Dirigeables	R-15-10-44
Discrimination (à la T.V.)	R-15-08-08
Documentation (brevets d'invention)	R-15-02-45
Douche (économique)	R-15-01-05
Drogues (usage de)	R-15-02-40
Droit maritime	R-15-10-42
Dubos René	A-15-04-38
Dynamique de groupe	R-15-04-09
Dynamique des couleurs	R-15-09-09

E

Eau (économie de l')	R-15-01-05
Eau potable	R-15-07-42, R-15-11-37
Eaux résiduelles (utilisation des)	R-15-01-06
Eaux territoriales	R-15-10-42
Échec de l'enseignement des sciences	R-15-04-42
Échographie	R-15-06-08
Éclairage public	R-15-08-45
Écologie en général	R-15-02-09, R-15-03-09, R-15-03-43 R-15-03-43, A-15-04-23, R-15-04-45 R-15-06-41, R-15-07-42, A-15-10-33 A-15-11-18, A-15-12-26
Écologie (des aéroports)	R-15-02-08
Écologie (et guerre)	R-15-03-47
Écologie marine	R-15-12-07
Écologie microbienne	R-15-08-43
Économie (de l'eau)	R-15-01-05
Économie (de l'énergie)	A-15-02-14, R-15-04-07, A-15-04-12 R-15-04-44, R-15-05-06, A-15-09-18

Économie (du Tiers-Monde)	A-15-06-29	Fibres (optique des)	R-15-06-12
Économie rurale	R-15-06-07	Fjord saguenayen	R-15-06-43
Économique en général	R-15-08-13, R-15-10-46	Flore	A-15-12-31
Économique (au Canada)	A-15-03-26, R-15-04-45	Fluoration (de l'eau)	R-15-07-42, R-15-09-08
Économique (au Québec)	A-15-02-30, R-15-04-42, A-15-10-21	Fluorocarbones (aérosols)	R-15-07-42
Économique (du transport)	R-15-09-07	Folie	R-15-12-08
Économique (influence de la glace)	R-15-03-43	Fondant (le sel comme)	R-15-08-10
Économique (régions nordiques)	A-15-04-23	Fossiles	R-15-06-41, A-15-10-26
Écosystème climatique	R-15-03-46	Fruits sauvages	A-15-12-31
Écosystème marin	R-15-12-07	Fumées industrielles (filtration des)	R-15-05-41
Écureuil roux	R-15-01-10	Fumeurs (cancer des)	R-15-08-43
Éducation (des inadaptés)	R-15-11-33	Fusion cellulaire	R-15-06-07
Éducation alimentaire	R-15-05-07	Fusion thermonucléaire	R-15-08-13, R-15-10-07
Éducation en économie (au Québec)	A-15-02-30		
Einstein (relativité d')	R-15-03-08		
Électricité	R-15-08-45		
Électricité (économie de l')	A-15-04-12		
Électricité (transport de l')	R-15-02-10, R-15-03-43		
Électronique	R-15-02-40, A-15-04-16, R-15-06-12		
Électronique médicale	A-15-06-36		
Élément lourd (élément 126)	R-15-01-43		
Élément transuranien (préhistorique)	R-15-01-08		
Élevage (des bovins)	R-15-02-06		
Élevage (d'escargots)	R-15-04-09		
Empoisonnement alimentaire	A-15-05-32		
Encapsulation de médicaments	R-15-09-43		
Endorphine	A-15-12-12		
Énergie (économie de l')	A-15-02-14, R-15-04-07, A-15-04-12		
	A-15-09-18, R-15-10-46		
Énergie (hydrogène métallique)	R-15-06-09		
Énergie (stockage de l')	R-15-10-45		
Énergie éolienne	R-15-01-44, R-15-10-45		
Énergie électrique	R-15-03-43, R-15-04-44, R-15-08-45		
Énergie géothermique	R-15-08-41		
Énergie nucléaire	R-15-10-07		
Énergie solaire	R-15-02-07, R-15-05-06		
Énergie thermique	R-15-12-46		
Énergie thermique des océans	R-15-11-33		
Enfance inadaptée	R-15-11-33		
Engins spatiaux «Viking»	A-15-06-19		
Enseignement de la biologie	R-15-05-08		
Enseignement des sciences (échec de l')	R-15-04-42		
Enseignement par satellite	R-15-05-08		
Ensemencement de nuages	R-15-08-11		
Entomologie	R-15-02-44, R-15-04-08, R-15-06-41		
	R-15-10-10, A-15-11-10, A-15-12-26		
Environnement	R-15-03-11, R-15-03-43, R-15-03-46		
	R-15-03-47, A-15-04-38, A-15-05-32		
	R-15-05-43, R-15-07-07, R-15-07-11		
	R-15-07-42, R-15-07-43, R-15-08-07		
	R-15-08-07, R-15-08-13, R-15-08-42		
	R-15-08-46, A-15-10-33, R-15-10-45		
	A-15-11-07, R-15-11-18, R-15-11-37		
	A-15-12-26, A-15-12-36, R-15-12-45		
Éolienne	R-15-01-44		
Épidémiologie	R-15-05-42, R-15-08-43, R-15-09-06		
Épilepsie	A-15-06-36		
Équilibre écologique	R-15-04-45		
Éruptions solaires	A-15-04-32		
Escargots	R-15-04-09		
Espace interstellaire	R-15-02-07		
Espace-temps	R-15-03-08, A-15-04-32		
Ethnologie (amérindienne)	A-15-08-32		
Éthologie	R-15-01-10, A-15-01-29		
Études nordiques	A-15-04-23		
Évolution naturelle	A-15-05-43		
Exhibits astronautiques	R-15-10-43		
Extinction des espèces	R-15-03-11		

F

Fécondité (de la femme)	A-15-10-12
Feu	A-15-06-14

G

Gamblers	A-15-05-12
Gaspillage (de ressources)	R-15-08-13
Gaz de cheminée (purification des)	R-15-05-41
Genest, Jacques	A-15-08-26
Génétique	R-15-03-47, R-15-04-08, R-15-05-43
	R-15-06-07, R-15-07-12, R-15-10-10
	R-15-02-44, A-15-07-20, R-15-10-44
Génie aéronautique	R-15-01-08, A-15-06-19, R-15-10-43
Génie astronautique	R-15-11-31, R-15-11-34, R-15-12-46
Génie chimique	A-15-09-12
Génie civil	R-15-12-42
Génie du transport	R-15-09-07
Génie écologique	R-15-03-43
Génie électrique	R-15-01-44, R-15-02-07, R-15-02-10
	A-15-04-16, R-15-08-45, R-15-11-33
	R-15-02-40, A-15-04-16, R-15-06-12
	A-15-08-20, R-15-08-40, R-15-11-08
	R-15-12-10, R-15-12-43
	R-15-05-43, R-15-06-07, A-15-07-12
Génie génétique	A-15-09-29
Génie géologique	R-15-08-45, R-15-11-09
Génie industriel	R-15-12-46
Génie mécanique	A-15-10-21, R-15-10-45, R-15-12-11
Génie minier	R-15-08-13, R-15-10-07
Génie nucléaire	R-15-10-46
Génie pétrolier	R-15-06-09
Génie physique	R-15-07-42, R-15-09-08, A-15-11-18
Génie sanitaire	R-15-07-38
Géodésie	R-15-02-43, A-15-10-33
Géographie	R-15-02-43, R-15-03-43, R-15-06-43
Géologie	A-15-09-29, A-15-10-21, A-15-10-26
	A-15-10-33, R-15-12-11
	R-15-08-41, A-15-10-21
	R-15-02-43, R-15-08-41
Géologie sous-marine	R-15-03-08
Géophysique	A-15-10-21
Germination (des graines de betterave)	R-15-03-43, R-15-07-09
Gisements de sel	A-15-09-29
Glaciologie	R-15-10-11
Glissements de terrain	R-15-12-42
Graisses	R-15-06-08
Gratte-ciel	R-15-12-40
Grossesse	R-15-03-47
Groupes sanguins	
Guerre (effets sur l'écologie)	

H

Habitation de Champlain	R-15-11-35
Habitations amérindiennes (chauffage d')	R-15-05-06
Hallucinogènes	R-15-01-45
Héliographie	A-15-04-32
Hématologie	R-15-11-31, R-15-12-40
Histoire (de la psychiatrie)	R-15-12-08
Histoire (du Québec)	A-15-07-30, A-15-08-14
Histoire (du tatouage)	A-15-03-21
Histoire climatique	R-15-03-46
Horloge atomique	R-15-03-08

Horloge biologique R-15-03-08
Hormones A-15-10-12
Huiles à moteur (recyclage des) R-15-10-46
Hybridation R-15-06-07
Hydrogène métallique R-15-06-09
Hydrologie R-15-11-37
Hydrologie (de la glace) R-15-03-43
Hygiène (du tatouage) A-15-03-21
Hypertension artérielle R-15-07-38

Ichtyologie R-15-07-07
Idéologie (en biologie) A-15-07-27
Îles-de-la-Madeleine R-15-01-44, A-15-10-21, R-15-10-45
Îlots tourbeux R-15-10-08
Immigration A-15-03-26, R-15-07-45
Immunologie R-15-05-44, R-15-11-31, R-15-12-10
Incendiaires A-15-06-14
Index des sujets (volume 14) A-15-01-25, A-15-02-25
Indiens du Québec A-15-08-32
Industrie agro-alimentaire R-15-11-07
Industrie forestière R-15-11-09
Industrie papetière (eaux usées de l') R-15-01-06
Information (par l'étude des brevets) R-15-02-45
Informatique A-15-08-20
Insectes (vol des) R-15-02-44
Insecticides R-15-06-41
Institut de recherches cliniques de Montréal A-15-08-26
Interactions (à distance) A-15-05-20
Inventions (brevets d') A-15-02-34, R-15-02-45, R-15-06-12
Ionographie R-15-02-41
Irrigation agricole R-15-05-44
Isolation thermique (des maisons) A-15-02-14

Jeux (de hasard) A-15-05-12
Joueurs (compulsifs) A-15-05-12
Journalisme (sondages) A-15-03-36
Journalisme scientifique R-15-08-08

Lac Saint-Jean A-15-10-33
Langage (troubles du) R-15-09-11
Laser R-15-06-10, R-15-10-07
Lignes électriques R-15-02-10
Lipides R-15-10-11
Loteries A-15-05-12
Lune (recherches récentes sur la) R-15-02-09

Maîtrise en météorologie R-15-02-08
Mal du légionnaire R-15-09-06
Maladies cardiovasculaires R-15-10-11
Maladies des plantes A-15-11-10
Maladies du travail R-15-04-10, R-15-07-10
Maladies infectieuses tropicales R-15-05-42
Mammifères A-15-01-33, R-15-01-10
Mammographie R-15-12-10
Manipulation génétique R-15-05-43
Marché alimentaire R-15-11-07
Maringouins (destruction des) A-15-12-26
Mars (planète) R-15-01-08, A-15-06-19
Marsouins R-15-05-07
Maser (d'hydrogène atomique) R-15-03-08
Matapédia (gisement de fossiles) R-15-06-41
Maternité R-15-12-09

Mécanique du sol A-15-09-29
Médecine (obstétrique) R-15-12-09
Médecine du travail R-15-07-10, R-15-08-45
Médecine expérimentale R-15-02-44
Médecine moléculaire A-15-05-28
Médecine préventive R-15-06-08, R-15-09-42
Médecine sociale A-15-03-12, R-15-03-45, A-15-06-14
R-15-09-42, A-15-10-12, R-15-12-08

Médecine thérapeutique A-15-06-36, R-15-07-08
Médecine tropicale R-15-05-42
Média de communication R-15-07-43, R-15-08-08
Médicaments d'origine marine R-15-07-08
Médicaments sans ordonnance R-15-09-08
Membrane cellulaire R-15-05-44
Météorites R-15-02-43, R-15-09-45
Météorologie R-15-03-46, R-15-08-11, R-15-10-07

Météorologie (maîtrise en) R-15-12-45
Météorologie (sur la planète Mars) R-15-02-08
Méthanol (comme combustible) A-15-06-19
Métro-énergétique R-15-10-46
Microbiologie A-15-12-36
Micro-ordinateurs R-15-12-10
Micro-processeurs A-15-08-20
Migration (des oies blanches) A-15-08-20
Migration (des poissons) R-15-07-10
Minéralogie R-15-07-07
Mines de sel R-15-12-11
Mini-téléphone A-15-10-21
Mirabel (péril aviaire) R-15-11-08
Mirages (dans l'arctique) R-15-02-08
Mollusques (dépollueurs) R-15-06-11
Mollusques (escargots) R-15-05-43
Monstres (cinématographiques) R-15-04-09
Montagnais (Indiens) R-15-11-38
Morphine A-15-08-32
Mortalité au Québec (taux de) A-15-12-12
Moteur magnéto-hydrodynamique A-15-03-12
Motivation comparée R-15-11-34
Mouches R-15-04-42
Moustiques (destruction des) R-15-04-08
Muons (particules élémentaires) A-15-12-26
Musée du Québec R-15-06-45
Musique A-15-08-14
Mycologie R-15-03-08
R-15-01-45, A-15-11-10

Narvals R-15-03-09
Navigation aérienne A-15-07-20
Navigation à voile A-15-12-18
Navigation spatiale R-15-11-34
Neige (radioactivité de la) R-15-07-09
Neurochimie A-15-12-12
Neurologie A-15-06-36
Neurophysiologie R-15-02-44, A-15-12-12
Neutrinos solaires A-15-04-32
Nicotine (et cancer) A-15-01-12
Nord canadien A-15-04-23
Nutrition R-15-08-13, A-15-09-12, R-15-10-11
Nutrition (des animaux domestiques) R-15-01-06
Nutrition (régime végétarien) A-15-09-36
Nutrition à l'école R-15-05-07

Objets volants non identifiés (OVNI) A-15-11-23
Observation par satellites R-15-11-31
Observations météorologiques R-15-12-45
Observatoire Canada-France-Hawaï R-15-12-40
Obstétrique R-15-06-08, R-15-12-09
Océanographie R-15-01-05, R-15-06-43, R-15-07-08

Océanologie	R-15-11-33, R-15-12-07
Oies blanches (migration des)	R-15-07-10
Ondes courtes (radio)	R-15-08-40
Ondes sonores	R-15-05-07
Opérations militaires (et écologie)	R-15-03-47
Ophtalmologie	R-15-06-10
Opinion publique (sondage de l')	A-15-03-36
Options énergétiques futures (du Québec)	A-15-09-18
Optique des fibres	R-15-06-12
Ordinateur (en archéologie)	R-15-07-38
Ordinateurs	R-15-02-40, A-15-08-20
Ordures ménagères (utilisation des)	R-15-08-46
Ornithologie	R-15-02-08, R-15-07-10
Orthophonie	R-15-09-11
Otages (prise d')	A-15-02-20

P

Paléoclimatologie	R-15-07-09, A-15-10-26
Paléontologie	R-15-06-41, A-15-10-26
Parapsychologie	A-15-05-20
Parasitologie	R-15-12-10
Pari mutuel	A-15-05-12
Parole synthétique	R-15-02-40
Parthénogénèse	R-15-10-10
Pâte cellulosique thermomécanique	R-15-11-09
Pâtes et papiers (industrie des)	R-15-11-09
Patrimoine (québécois)	A-15-07-30, A-15-08-14
Pauvreté (du Tiers-Monde)	A-15-06-29
Pêcheries (esquimaudes)	R-15-03-09
Pédagogie des sciences (échec de la)	R-15-04-42
Pesticides	R-15-06-07, R-15-08-07
Pharmacologie	R-15-07-08
Phénomènes célestes (OVNI)	A-15-11-23
Photographie aérienne (par ballon captif)	R-15-01-09
Photographie terrestre (par satellites)	R-15-11-31
Photosynthèse	R-15-11-07
Physiologie	R-15-05-41, A-15-10-12
Physiologie cellulaire	A-15-05-28
Physiologie végétale	A-15-11-10
Physiologie (et musique)	R-15-03-08
Physique (thermodynamique)	R-15-09-06
Physique atomique	R-15-01-43
Physique des basses températures	R-15-06-09
Physique nucléaire	R-15-01-08, R-15-06-45
Phytopathologie	A-15-11-10
Pilules contraceptives	A-15-10-12
Place Royale (à Québec)	R-15-11-35
Planète Mars	R-15-01-08, A-15-06-19
Planning des naissances	A-15-10-12
Plantes (conservation et soins des)	R-15-01-06, A-15-11-10
Plantes comestibles printanières	A-15-09-36
Plantes médicinales	A-15-12-31
Plasma	R-15-09-06
Plomb (et pollution)	R-15-07-07
Pneus (empreintes de)	R-15-07-09
Podiatrie	R-15-04-43
Poissons empoisonnés	A-15-05-32
Politologie	A-15-03-36, A-15-07-27, R-15-07-45
Politique de développement	R-15-04-45
Politique énergétique (au Québec)	R-15-09-18
Politique scientifique	R-15-01-05, R-15-06-44, A-15-08-26
Pollution en général	R-15-08-07, R-15-08-10, R-15-08-13 A-15-11-18, R-15-11-07
Pollution de l'air	R-15-05-41, R-15-07-43, R-15-08-42 A-15-12-36
Pollution des eaux douces	R-15-01-06, A-15-05-32, R-15-05-43 R-15-07-07, R-15-07-07, R-15-07-11 A-15-10-33
Pollution des océans	R-15-03-43, R-15-12-07
Pollution par le bruit	R-15-08-45
Prémonition	A-15-05-20
Principe d'équivalence (d'Einstein)	R-15-03-08

Protection (de la nature)	R-15-03-11, A-15-10-33
Psilogie	A-15-05-20
Psittacose	R-15-09-06
Psychiatrie (histoire de la)	R-15-12-08
Psychobiophysique	A-15-05-20
Psychologie (de la musique)	R-15-03-08
Psychologie (du leadership)	R-15-04-09
Psychologie (du tatouage)	A-15-03-21
Psychologie (échec de la)	R-15-09-46
Psychologie animale	A-15-01-29
Psychologie comparée	A-15-01-29
Psycho-sociologie	A-15-05-12, A-15-06-14
Psychosomatique	R-15-02-44
Psychotronique	A-15-05-20
Pucerons	R-15-10-10
Pylônes (à chaîne)	R-15-02-10
Pyrolyse des déchets organiques	R-15-08-46
Pyromanie	A-15-06-14

Q

Quotient d'intelligence	R-15-09-46
-------------------------	------------

R

Races animales (création de)	R-15-05-43
Radiations solaires	A-15-04-32
Radioactivité (de la neige)	A-15-07-09
Radioastronomie	R-15-12-46
Radiocommunications	R-15-11-08
Radiographie	R-15-12-10
Radiophonie (française)	R-15-08-40
Radiotélescopie	R-15-02-07
Rayonnement laser (danger du)	R-15-06-10
Rayons cosmiques	R-15-06-45
Recherches boréales	A-15-04-23
Recherches en énergétique (au Québec)	A-15-09-18
Recherches historiques	A-15-07-30, R-15-07-38
Recherches médicales (au Québec)	A-15-08-26
Recherches scientifiques (diffusion des)	R-15-12-44
Recherches universitaires	R-15-06-44
Recyclage des déchets organiques	R-15-08-46
Recyclage des huiles lubrifiantes	R-15-10-46
Réfrigération	R-15-02-07
Relativité (théorie de la)	R-15-03-08
Religiologie	A-15-01-38
Renaissance amérindienne (au Québec)	A-15-08-32
Réplication cellulaire	A-15-07-12
Réserves énergétiques	R-15-04-44
Résonance magnétique nucléaire	R-15-11-36
Ressources minérales	R-15-12-11
Ressources naturelles (conservation des)	R-15-03-11, R-15-08-13
Ressources naturelles (sous-marines)	R-15-08-41, R-15-10-42
Ressources naturelles au Canada (développement des)	A-15-03-26
Restauration d'oeuvres d'art	A-15-08-14
Revêtement (de canaux d'irrigation)	R-15-05-44
Richesses naturelles (du Québec)	A-15-02-30
Rongeurs	R-15-01-10
Rythmes biologiques	R-15-03-08

S

Saccharine	R-15-10-41
Saguenay (fjord)	R-15-06-43
Saint-Jean-Vianney	A-15-09-29
Sang humain	R-15-12-40
Santé infantile (prénatale)	R-15-06-08
Santé (sciences de la)	A-15-01-12, R-15-02-41, A-15-03-12 R-15-03-45, A-15-04-38, R-15-04-10 A-15-05-32, R-15-05-42, A-15-06-36 R-15-07-10, R-15-07-38, R-15-07-42

	R-15-07-42, R-15-08-07, R-15-08-13
	R-15-08-42, R-15-08-43, R-15-09-12
	R-15-09-06, R-15-09-08, R-15-09-08
	R-15-09-11, R-15-09-42, R-15-10-41
	R-15-11-37, A-15-12-12, R-15-12-09
Satellites (d'observation)	R-15-07-38, R-15-11-31, R-15-12-46
Science politique	A-15-03-26, A-15-03-36, A-15-07-27 R-15-07-45
Sciences de la terre	R-15-01-08, R-15-02-43, R-15-03-43 R-15-06-43, A-15-09-29, A-15-10-21 A-15-10-26, A-15-10-33, R-15-12-11
Sciences de l'atmosphère	R-15-02-08, R-15-06-11, R-15-10-07 R-15-12-45
Scientologie	A-15-01-38
Sécurité routière	R-15-09-10
Sédimentation (de métaux)	R-15-06-43
Sel (comme fondant)	R-15-08-10
Sel (et germination)	R-15-03-08
Sel (mines de)	A-15-10-21
Sélénologie	R-15-02-09
Singes	A-15-01-29
Société de conservation	A-15-03-26, R-15-04-45
Société de consommation	A-15-04-12, R-15-04-44
Socio-économie (de la santé au Québec)	A-15-03-12
Sociologie	A-15-03-36, A-15-04-23, A-15-04-38 R-15-04-09, R-15-04-10, A-15-06-29 A-15-07-27, R-15-09-46, R-15-12-08
Sociologie (de la culture)	R-15-04-42, R-15-07-43
Sociologie (de la mortalité au Québec)	A-15-03-12
Sol arable (conservation du)	R-15-05-44
Soleil	A-15-04-32
Sonar (en archéologie)	R-15-07-38
Sonar biochimique	R-15-05-07
Sondages (technique des)	A-15-03-36
Souches cellulaires humaines	R-15-09-06
Soucoupes volantes	A-15-11-23
Sources d'énergie (au Québec)	A-15-09-18
Statistiques (recherches universitaires)	R-15-06-44
Statistiques démographiques (au Québec)	R-15-04-07
Stérilets	A-15-10-12
Stress	R-15-04-10
Subventions de recherche	R-15-06-44, A-15-08-26 R-15-01-05 R-15-08-45
Surdité industrielle	R-15-02-09
Système solaire	

T

Tabagisme	A-15-01-12, R-15-08-43, R-15-09-08
Taches solaires	A-15-04-32
Tatouage	A-15-03-21
Technique du voilier	A-15-12-18
Technologie	R-15-01-05
Technologie (du froid)	R-15-02-07
Technologie (électrique)	A-15-04-16
Technologie (policière)	R-15-07-09
Technologie alimentaire	R-15-11-07
Technologie cinématographique	R-15-11-38
Télécommunications	A-15-04-16, R-15-05-08, R-15-12-43
Télétection	R-15-01-09, R-15-05-07, R-15-11-31
Téléenseignement (à l'Université du Québec)	R-15-05-08
Télégraphie	R-15-07-38
Télépathie	A-15-05-20
Téléphonie sans fil	R-15-11-08
Téléromans (québécois)	R-15-07-43
Télescope d'Hawaï	R-15-12-40
Télévision	A-15-04-16, R-15-08-08, R-15-12-43
Température de l'air	R-15-10-07
Terrorisme	A-15-02-20
Thérapie (du langage)	R-15-09-11
Thérapie (du tabagisme)	R-15-08-43
Thermodynamique	R-15-09-06

Thermographie (danger de la)	R-15-02-41
Thermosiphon	R-15-12-46
Thrombose coronaire	R-15-10-11
Tiers-Monde	A-15-06-29
Tiers-Monde (accès à l'information scientifique du)	R-15-12-44
Topographie	R-15-07-38
Topologie (en cartographie)	R-15-09-44
Tourbières	R-15-10-08
Toxicologie	A-15-05-32, R-15-06-07, R-15-07-07 R-15-08-07
Toxicomanie	A-15-01-12, R-15-02-40 R-15-06-10, A-15-12-12
Toxoplasmose	R-15-12-10
Transfert de chaleur	R-15-12-46
Transport de l'électricité	R-15-03-43
Transport en commun (au Québec)	R-15-09-07
Transport routier	R-15-09-10
Transfusion sanguine	R-15-12-40
Trou noir (sur le Soleil)	A-15-04-32

U

Universités régionales de santé	R-15-09-42
Urbanisme	A-15-03-12, R-15-08-46, R-15-09-07 A-15-12-36, R-15-12-42

V

Véhicules policiers (couleur des)	R-15-09-09
Viande (et incidence du cancer)	R-15-08-13
Vie urbaine	A-15-12-36
Viking (mission)	A-15-06-19
Vin (analyse du)	R-15-10-09
Virologie	A-15-05-28, R-15-06-41, A-15-07-12 R-15-09-06 A-15-12-18
Voiliers	A-15-12-18
Voirie d'hiver (utilisation du sel)	R-15-08-10
Voix humaine	R-15-02-40
Vol des insectes (analyse du)	R-15-02-44
Vulgarisation scientifique	R-15-08-08

Z

Zeppelin	R-15-01-09, R-15-10-44
Zoologie	R-15-05-07
Zootéchnie	R-15-02-06

Confiez vos calculs à:

HEWLETT PACKARD



HP-21

Ce calculateur est un des appareils les plus compacts de la gamme Hewlett-Packard pour-tant il comprend 32 fonctions pré-programmées, convertit les coordonnées polaires en rectangu-laires. En plus des fonctions mathématiques, logarithmiques et trigonométriques usuelles (degré ou radian), il utilise la notation polonaise inverse combinée à une pile opérationnelle à 4 registres vous permettant d'introduire les don-nées dans l'ordre où vous les rencontrez dans une équation mathématique.

- affichage scientifique ou décimal fixe
- choix du nombre de décimales affichées
- mémoire sur laquelle vous pouvez effectuer les 4 opérations de base
- grand choix d'accessoires optionnels
- manuel d'utilisation en français si désiré
- livré avec batterie Ni-Cad, adaptateur, étui souple et livre d'instructions
- DIMENSIONS: 13 X 6.8 X 3 cm



HP-27

Puissant calculateur polyvalent, le HP-27 est doté de fonctions financières, commerciales, statistiques et mathématiques. En plus de toutes les caractéristiques du HP-21, le HP-27 vous offre également:

- addition de degrés décimaux (heures)
- moyenne et écart-type
- 3 innovations: variance, coefficient de corréla-tion pour 2 variables, densité de probabilité dans la distribution normale
- régression linéaire avec estimation de la droite
- une innovation de Hewlett-Packard: le taux interne de rentabilité pour des flux de tréso-rie inégaux
- calculs d'intérêts composés, hypothèques, amortissements, valeur actuelle
- calculs de marge, accroissement en %
- 10 registres mémoires adressables
- 5 registres financiers
- notation d'ingénieur
- manuel d'utilisation en français
- livré avec étui, adaptateur, instructions, bat-teries rechargeables
- grand choix d'accessoires optionnels
- DIMENSIONS: 13 X 6.8 X 3 cm



HP-25

Le HP-25 vous permet de *programmer* une opération répétitive puis d'enregistrer seulement les variables lors d'utilisation subséquente. Vous pouvez reviser votre programme pas à pas pour ainsi le vérifier ou le corriger. 8 instructions spéciales vous permettent d'effectuer des bran-chements directs ou conditionnels. Sa mémoire de programmation contient 50 étapes. En plus de toutes les caractéristiques du HP-21, le HP-25 vous offre ceci:

- 8 mémoires adressables
- moyenne et écart-type
- la notation d'ingénieur affiche tout nombre avec un exposant de 10 toujours multiple de 3 (kilo, méga, milli, pico, etc.)
- sommation de nombres ou de couples, som-mation des carrés, etc.
- conversion d'angles décimaux en degrés, minutes, secondes
- valeur absolue, partie entière, décimale
- manuel d'instructions et de programmation
- livré avec étui, adaptateur, etc.
- grand choix d'accessoires optionnels
- DIMENSIONS: 13 X 6.8 X 3 cm

\$94.00

\$211.00

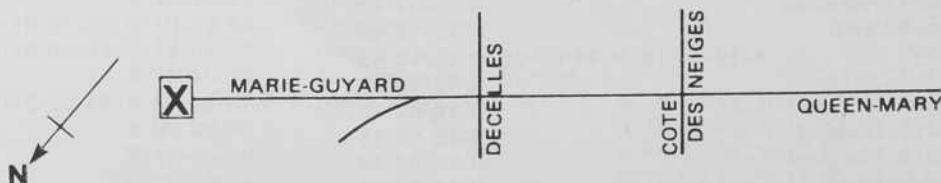
\$145.00

Nouveaux produits: HP-10 \$211, HP-29C \$234, HP-92 \$775.

Ecrivez ou téléphonez pour plus de renseignements - Commandes postales acceptées avec chèque visé (frais d'expédition de \$3.00 et taxe provinciale en sus)

COOPERATIVE ETUDIANTE DE POLYTECHNIQUE

Ecole Polytechnique, local B-403
Campus de l'Université de Montréal
C.P. 6079, succ. «A», Montréal
Tél.: (514) 344-4841



UN PROBLÈME DE \$200 000

par Michel Gauquelin

Les algues et les moules pourraient nous permettre de régénérer complètement les eaux d'égouts.

C'est à peine si cinq pour cent des eaux usées au Québec reçoivent un traitement avant d'être rejetées dans les lacs, les rivières ou le Saint-Laurent. Il y a de quoi rougir de honte, surtout quand on sait que la proportion est de 80 pour cent en Ontario. Certes le Québec est riche en eau et aucune pénurie grave ne pointe à l'horizon. Mais l'expérience de plusieurs pays moins chanceux, qui en sont pratiquement réduits à consommer l'eau en cycle fermé, commence à inciter à la prudence.

Les traitements utilisés à l'heure actuelle sont ceux qu'on appelle primaires et secondaires. Il s'agit de laisser décanter et d'ôter les cartons et autres matières solides, puis de réoxygéner l'eau avant de lui offrir une seconde décantation. L'eau déversée est alors moins sale, ce qui ne veut pas dire qu'elle est potable. La faiblesse des traitements primaires et secondaires tient au fait qu'ils n'enlèvent pas les nitrates et phosphates, qui sont à la base de l'enrichisse-

ment des eaux, d'une fertilisation artificielle qui les appauvrit, les vieillit, les eutrophise.

Avec un traitement tertiaire, ces problèmes sont évités et c'est une eau de bonne qualité, presque buvable, qui est alors rejetée. Plusieurs méthodes sont utilisées, qui font appel à des traitements chimiques. Toutes ont le même inconvénient: un coût très élevé. Il en coûterait trois milliards de dollars par an à la ville de New York, soit 30 pour cent de son difficile budget, pour recycler chimiquement les 75 milliards de litres d'eaux usées chaque jour sur son territoire.

Plusieurs tentatives se font à l'heure actuelle dans le monde pour trouver une façon plus économique de nettoyer les eaux d'égouts et une équipe de l'université Laval à Québec travaille depuis plus de quatre ans sur un projet de recyclage qui n'attend plus que le feu vert, c'est-à-dire le financement, pour passer au stade de l'usine-pilote. Inspiré de réalisations aux États-Unis et en Israël, le projet a le

mérite de répondre à deux besoins pressants: épurer les eaux, et régler ainsi un problème de pollution, et produire des protéines, ce qui répondrait à un autre problème grave de notre planète, la pénurie de ressources alimentaires.

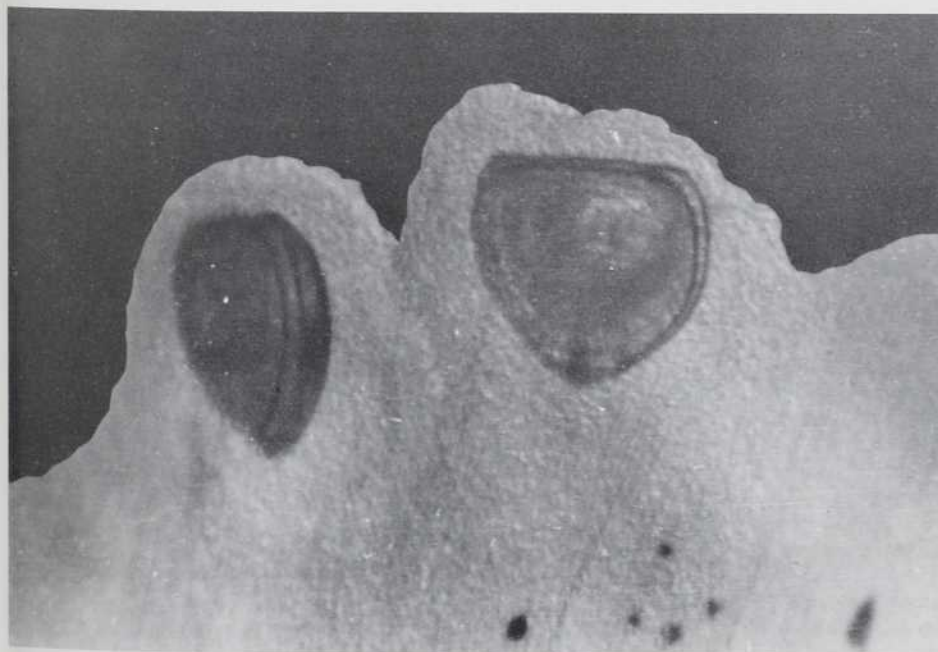
Les membres de l'équipe appartiennent à deux centres, le Centre de recherches en nutrition et le Centre de recherches sur l'eau (CENTREAU), ainsi qu'à huit départements, agrobiologie, biologie, chimie, économie rurale, génie chimique, microbiologie, vivres et zootechnie. Améliorer la qualité des eaux du Québec, grâce à des techniques efficaces et peu onéreuses, utiliser les nutriments présents dans les eaux usées pour produire des protéines qui serviront à l'alimentation animale sont les deux principaux objectifs que poursuivent ces spécialistes. Une conséquence non négligeable des recherches en cours sera la formation de spécialistes du recyclage des déchets et de l'aquiculture, très rares à l'heure actuelle.

UNE SECONDE JEUNESSE

Le principe étudié par l'équipe, explique le biologiste Joël de la Noue, coordonnateur des activités, consiste à utiliser les substances nutritives pour faire croître des protozoaires, du phytoplancton, des levures ou des champignons qui sont ou récoltés directement pour utilisation dans les moulées animales, ou filtrés par des moules d'eau douce qui sont ensuite transformées en farine pour entrer dans les moulées servant à alimenter les poulets et d'autres animaux destinés à la consommation humaine. En fait, pour des raisons techniques et surtout de restrictions budgétaires, la filière étudiée en détail est celle du phytoplancton, c'est-à-dire des algues minuscules, et des moules d'eau douce.

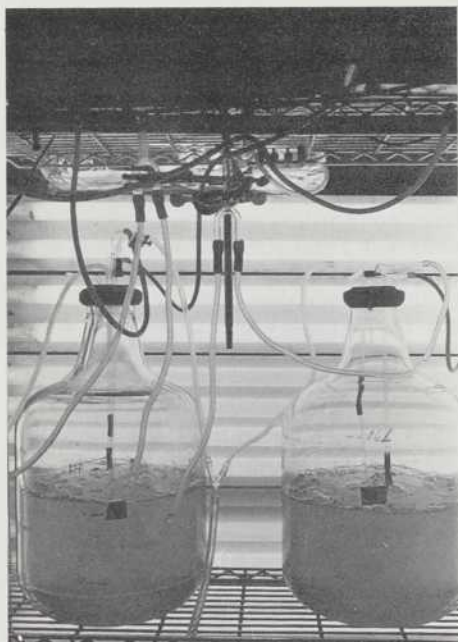
Le phytoplancton absorbe le nitrate et le phosphate contenus dans l'eau et croît par photosynthèse à la lumière naturelle ou artificielle. Un élevage de jeunes moules d'eau douce se nourrit à même le phytoplancton, qui se trouve alors éliminé. Il suffit ensuite de récupérer ces moules, de les broyer et de les incorporer dans les moulées. Quant à l'eau, elle retrouve une seconde jeunesse au bout du cycle.

Les algues présentent un net avantage par rapport aux levures et aux champignons car elles peuvent utiliser directement l'énergie solaire ou lumineuse pour leur croissance, sans nécessiter de sucres ou de la matière organique. Par ailleurs, elles sont particulièrement à l'aise dans les eaux usées, en particulier après un traitement secondaire, car ces eaux contiennent des quantités importantes d'ions ammonium, nitrate, nitrite et phosphate. Une culture intensive d'algues dans les eaux d'égouts va donc réduire fortement les concentrations de composés azotés et phosphorés, les plus dommageables pour la qualité des eaux. Enfin, un autre avantage de la croissance



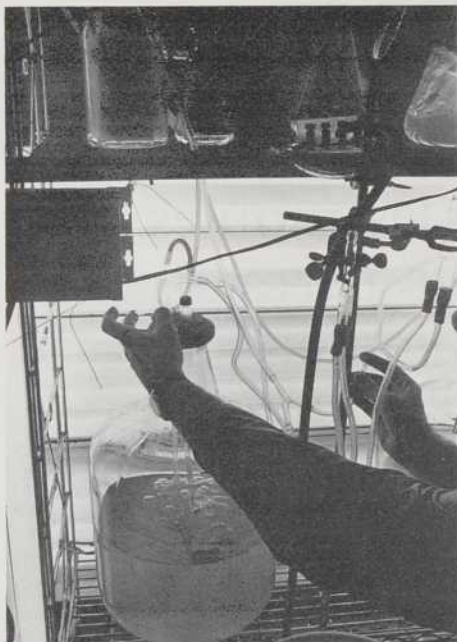
Sur une écaille de poisson

Une larve de moule s'est fixée sur une écaille de poisson. Elle va y demeurer quelques jours avant de se métamorphoser et se détacher du poisson pour vivre de façon autonome. Le cycle de reproduction des moules d'eau douce est complexe, difficile à reproduire artificiellement.



Passer des cruches à l'usine

Le stade des expériences dans des cruches d'eau de 22,75 litres est maintenant terminé à l'université Laval. À cette échelle, tous les nitrates et phosphates des eaux usées sont éliminés sans difficulté. Le stade suivant, c'est l'usine-pilote pour vérifier la rentabilité du projet.



du phytoplancton est la libération d'oxygène, ce qui permet une oxydation plus complète de la matière organique.

Sur le papier, tout le cycle fonctionne parfaitement. En fait, la réalisation concrète pose de nombreux problèmes d'ordre pratique ou économique. Il faut bien sûr que le phytoplancton se reproduise assez vite si l'on veut éviter la construction d'immenses réservoirs qui retiendront l'eau jusqu'à ce que nitrates et phosphates aient été éliminés. Or, le temps de dédoublement des cellules est assez long, plusieurs heures en général.

De la même façon, il sera nécessaire d'avoir une quantité suffisante de moules, à l'année longue, si l'on veut éviter le stockage de milliards de litres d'eau. Et justement, la reproduction des moules se fait dans des conditions assez particulières, difficiles à imiter artificiellement. Enfin, il faut évaluer précisément le rendement et la rentabilité à grande échelle.

UNE ÎLE DANS LE PACIFIQUE

Les difficultés ne manquent pas, mais dans plusieurs pays les recherches sont déjà bien avancées. En Israël, Gedalij Shelef, professeur à l'Institut de technologie d'Haïfa, a obtenu de bons résultats, arrivant à produire 22 grammes d'algues par mètre carré en une journée. Le traitement des eaux usées par le phytoplancton s'est largement développé en Israël et c'est ainsi que toutes les eaux de la petite ville d'Eilat (20 000 habitants) sont traitées. La culture se fait dans de petites mares situées dans un espace de moins de trois hectares. Les algues sont traitées directement pour servir à l'alimentation du poisson et bientôt à celle du poulet. L'eau recyclée sert à irriguer les champs

et palmeraies et l'on s'en sert même pour arroser les tomates, consommées crues.

L'origine du projet de l'université Laval n'est pas aussi lointaine. Elle réside dans les expériences réalisées par O.A. Roels, professeur à l'université Columbia à New York. Professeur invité à l'université Laval en 1973, M. Roels a été le déclencheur du projet, ses résultats aux Îles Vierges et à New York suscitant un vif intérêt. À Sainte-Croix, aux Îles Vierges, territoire américain dans le Pacifique, de l'eau de l'océan est pompée à un kilomètre au large, à une profondeur exceptionnelle de 1 000 mètres. Dans ces eaux très riches en nitrates et phosphates, du phytoplancton est cultivé pour être jeté en pâture à des moules et des huîtres. Comble du raffinement, des langoustes viennent au bout du cycle pour absorber les excréments des moules et des huîtres. Les algues croissent dans deux piscines de 47 250 litres chacune et des dizaines d'espèces d'algues, de moules et d'huîtres sont essayées afin d'obtenir la combinaison la plus efficace... qu'un ordinateur se charge de trouver.

Alors que les expériences dans le Pacifique se déroulent en eau salée et dans un climat chaud, celles de New York à Tallman's Island s'effectuent en eau saumâtre, mélange d'eaux usées de la ville et d'eau saumâtre de l'East River, et sous un climat plus rigoureux. «À l'heure actuelle, explique M. Roels, nous traitons 5 670 litres par jour. Nous voudrions passer à une capacité de 60 millions de litres mais des problèmes se posent car cela suppose des réservoirs très grands, peut-être une dizaine d'hectares, dans une agglomération où le prix du terrain est élevé.

Financé par la fondation Rockefeller et

la Ville de New York, l'installation de Tallman's Island subit donc les contre-coups des difficultés financières de la ville. C'est sans doute une des raisons pour lesquelles M. Roels a partiellement déménagé ses recherches à Corpus Christi au Texas, là où l'intensité lumineuse naturelle est dix fois plus forte qu'à New York.

À Woods Hole au Massachusetts, c'est encore avec un mélange d'eau de mer et d'eaux usées que travaille John Ryther. Des populations naturelles de phytoplancton marin et de moules *Mytilus edulis* s'y développent de façon satisfaisante. La Tchécoslovaquie et le Japon ont également réalisé des recherches concluantes que ce soit dans l'optique du traitement des eaux usées ou dans celle de la production d'algues.

DES MOULES GOURMANDES

Le Québec a un climat plutôt froid et la plupart des eaux usées se trouvent loin de la mer. C'est donc sur des bases différentes que s'effectuent les travaux de l'équipe de l'université Laval. Les expériences se font avec des eaux provenant de l'usine d'épuration de Valcartier en banlieue de Québec. Tout se passe en laboratoire, à la lumière artificielle, dans des cruches de 22,75 litres. Sept espèces de phytoplancton ont été essayées, qui se comportent de façon à peu près identique. Ces algues ont été recueillies en eau douce dans la Chaudière et à Valcartier.

Les premiers résultats sont très encourageants. Cent pour cent des phosphates et de l'azote sont éliminés, à des rythmes différents. Cet enlèvement se fait également par paliers, certaines séquences étant beaucoup plus rapides que d'autres. Il y aurait donc lieu d'optimiser en utilisant certaines espèces à leur stade le plus efficace. À micro-échelle, l'élimination obtenue est satisfaisante, compte tenu qu'elle est totale, dans des délais assez courts, malgré une intensité lumineuse due à des tubes au néon qui est au moins dix à vingt fois inférieure à la lumière naturelle. Les premiers essais réalisés à la lumière naturelle cet été ont d'ailleurs confirmé la qualité des résultats. L'eau obtenue est potable, en principe, après la traditionnelle chloration.

L'étape suivante, celle des moules, est un peu plus délicate. Les moules d'eau douce existent au Québec mais ont un cycle de reproduction complexe. Les essais ont été effectués avec deux espèces du genre *Anodonta*, espèces qui ont été ramassées dans les eaux douces du Saint-Laurent près de Beaumont, et qui n'ont fait aucune difficulté pour s'acclimater aux eaux prélevées à l'usine de Valcartier. D'une taille qui peut atteindre cinq centimètres, ces moules n'ont pas fait la fine bouche devant le phytoplancton et l'ont filtré à 85 pour cent. Le rendement a nettement progressé au cours de la dernière année et laisse penser qu'il

**Bibliothèque
et Archives
nationales**

Québec 

Le Journal/Revue

**Page(s) manquante(s)
ou non-numérisée(s)**

Veuillez vous informer auprès du personnel de BAnQ
en utilisant le formulaire de référence à distance, qui se trouve en
ligne :

https://www.banq.qc.ca/formulaires/formulaire_reference/index.html

ou par téléphone **1-800-363-9028**

L'INRS ET LES RESSOURCES EN EAU DU QUÉBEC

Conscient des problèmes coûteux de mise en valeur, de gestion et de préservation des réserves d'eau du Québec, le gouvernement du Québec confiait à l'Institut national de la recherche scientifique, lors de sa création en 1969, la mission, entre autres, de constituer un centre de recherches sur l'eau, l'INRS-Eau, qui vit le jour en janvier 1970.

L'INRS-Eau, dont les laboratoires sont situés au Complexe scientifique du Québec, à Sainte-Foy, voit donc le développement de sa recherche sur l'eau s'inscrire dans le cadre des besoins québécois de cette ressource naturelle, tant sous les aspects de sa qualité et de sa quantité que sous ceux de son aménagement régional.

Objectifs de l'INRS-Eau

Les deux objectifs principaux du centre sont:

- de contribuer au développement de la recherche au Québec dans le domaine de l'eau et
- de participer à la formation du personnel requis pour la recherche sur l'eau ainsi que pour l'aménagement et la gestion de cette ressource.

L'INRS-Eau estime que sa mission de recherche et de formation constitue un cadre qui lui permet d'exercer son rôle fondamental, soit celui de contribuer à l'optimisation des ressources hydriques du Québec. Ses interventions sont appréciées des divers niveaux décisionnels et opérationnels de la gestion de la ressource eau.

La recherche

C'est dans cet esprit et après avoir reconnu, en liaison avec les organismes publics, les priorités et les particularités du contexte québécois, que le centre accorde une attention spéciale à cinq programmes de recherche:

- I Hydrologie déterministe et statistique;
- II Utilisation de la ressource en milieu urbain;
- III Effets de l'utilisation et de l'aménagement des ressources naturelles sur la qualité du milieu aquatique;
- IV Étude en laboratoire de la dynamique des processus chimiques et biologiques du milieu aquatique;
- V Télédétection appliquée à l'étude des problèmes de l'eau

Chacun d'eux regroupe des projets de recherche qui répondent à une demande spécifique d'organismes extérieurs, soit à un problème fondamental rencontré lors de la réalisation de la recherche contractuelle.

Hydrologie déterministe et statistique

- la connaissance des processus liés au bilan hydrologique à l'échelle du bassin versant: précipitation, fonte de neige, évaporation, écoulement souterrain ou en rivière, influence des lacs;



- la représentation spatiale et temporelle de chacun des processus par des lois déterministes et statistiques en tenant compte particulièrement des caractéristiques du bassin versant; intégration de ces représentations dans des modèles de simulation des écoulements;
- la rationalisation de réseaux hydrométéorologiques en vue de la synthèse des caractéristiques de l'écoulement;
- la mise au point ou l'adaptation de modèles en vue de l'aménagement intégré et de la gestion optimale d'un bassin versant.

Utilisation de la ressource en milieu urbain

- les systèmes de distribution d'eau en analysant la structure de la demande et ses effets sur le comportement du réseau et en établissant les mécanismes de prévision de la demande et les règles de contrôle du réseau;
- les systèmes de collection d'eaux usées en mettant l'accent sur l'analyse, la caractérisation et l'obtention de bilans quantitatifs et qualitatifs de ces eaux, suivant leur provenance.

Effets de l'utilisation et de l'aménagement des ressources naturelles sur la qualité du milieu aquatique

Afin de mieux comprendre la dynamique des processus biologiques des eaux naturelles et de préciser l'impact de l'activité humaine sur elles, ce programme vise à préciser les mécanismes des interrelations entre la productivité biologique des eaux et leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. Les connaissances ainsi acquises serviront à l'évaluation des impacts et des répercussions de l'urbanisation ainsi que de l'exploitation de l'eau, des forêts, des sols et du sous-sol, sur le milieu aquatique. L'évaluation de ces effets permettra ultérieurement la formulation de politiques d'optimisation des usages de la ressource. Dans ce but, ce programme comporte:

- l'étude des facteurs physiques (principalement les régimes thermiques et hydrologiques) en relation avec le comportement physico-chimique et biologique du milieu (lacs, rivières);
- la caractérisation de la matière organique labile ou réfractaire trouvée dans les eaux naturelles ainsi que l'étude de ses rôles écologiques;
- l'étude du cycle des substances nutritives et toxiques en milieux oligotrophe et eutrophe (lacs, rivières);
- la détermination, dans un bassin versant, de relations quantitatives et qualitatives entre l'utilisation du territoire et la qualité des eaux qui s'y trouvent;
- l'étude de l'ontogénie des lacs québécois d'après la paléocéologie de leurs sédiments.

Étude en laboratoire de la dynamique des processus chimiques et biologiques du milieu aquatique

Les objectifs de ce programme visent à:

- étudier les mécanismes de l'impact de certains facteurs physiques, chimiques et biologiques sur le comportement physiologique des organismes aquatiques;
- utiliser des modèles de simulation pour améliorer la compréhension des mécanismes qui régissent le comportement des écosystèmes aquatiques.

Téledétection appliquée à l'étude des problèmes de l'eau

Ce programme a pour but:

- d'élaborer et de mettre au point des techniques d'interprétation et d'exploitation des données de téledétection dans l'étude des problèmes de l'eau;
- d'observer l'évolution temporelle de la qualité des eaux, la répartition de la neige au sol ainsi que la dynamique de fonte du manteau nival.



L'enseignement

En plus d'activités de recherche, l'INRS-Eau assure un programme de formation de deuxième cycle dont il a l'exclusivité au Québec. Ce programme d'études permet aux diplômés de certaines disciplines scientifiques d'acquérir non seulement des connaissances particulières mais, surtout, par le contact actif avec les équipes de recherche, l'aptitude à oeuvrer efficacement au sein de groupe multidisciplinaires.

L'INRS-Eau a mis au point un programme de troisième cycle qui suivra les mêmes orientations que ses activités de recherche. Ce nouveau programme d'études sera offert sous peu.

Le programme de formation comporte d'abord un tronc commun de matières obligatoires dont l'enseignement assure à tous les étudiants une connaissance de base des disciplines reliées à l'eau; des travaux pratiques et des projets concrétisent l'enseignement et le complètent. La suite du programme de formation permet à l'étudiant de démontrer, en présentant un mémoire, son originalité et son aptitude à parfaire une recherche, tout en orientant, au moyen d'un choix de trois cours, sa spécialisation dans un ou deux champs d'intérêt.

Activités extérieures

Dans le cadre des services à la collectivité, plusieurs membres du centre sont appelés à participer au développement de programmes scientifiques et à collaborer à la poursuite d'expériences pédagogiques dans la communauté québécoise.

Les programmes de recherche de l'INRS-Eau donnent lieu à des collaborations avec des organismes gouvernementaux et paragouvernementaux ainsi qu'avec des chercheurs universitaires, au Québec et au Canada.

Des collaborations fructueuses se sont développées avec des chercheurs étrangers, particulièrement dans le cadre des ententes franco-québécoises, avec l'Organisation météorologique mondiale, à l'Unesco et à la Banque internationale pour la reconstruction et le développement. Ces organismes ont fait appel aux compétences du centre dans le cadre de projets de mise en valeur des ressources hydriques en Tunisie, en Indonésie, en Algérie, en Côte-d'Ivoire, en Haute-Volta, au Mexique, au Pérou, etc.

Renseignements

Pour de plus amples renseignements sur l'INRS et ses divers centres, s'adresser au:

**Secrétariat général
INRS**

Case postale 7500

Sainte-Foy, Québec GIV 4C7 — Tél.: (418) 657-2508



Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique

LES FRONTS DU CANCER

PREMIÈRE PARTIE

par Pierre Sormany

Cerné de toutes parts par d'innombrables chercheurs, le cancer n'a pas livré son secret

Le 23 décembre 1971, le président Richard Nixon déclara officiellement la guerre au cancer, en signant le National Cancer Act. Désormais, aucune ressource financière ne devait être refusée aux «soldats scientifiques» qui entreprendraient cette nouvelle «conquête américaine». Comme la lune de John Kennedy, Nixon avait à son tour son grand défi historique. Objectif avoué: une victoire totale contre la maladie à offrir aux Américains et au monde à l'occasion du bi-centenaire de cette fédération, l'an passé. Bien sûr, le Congrès a beaucoup tempéré l'enthousiasme du président Nixon, et la guerre n'a pas été celle dont rêvait le président déchu. En outre, de nombreux scientifiques s'empressèrent de rappeler qu'une réalisation technologique se planifie... mais pas une découverte scientifique.

Mais la guerre contre le cancer ne fut pas un échec total. Québec Science présente, dans une série de deux articles, le «bilan du front», à l'issue du délai qu'avait imaginé Nixon. Dans un premier article, il s'agit de souligner les causes du cancer, et les possibilités d'une prévention efficace contre cette maladie. Le second article portera sur les traitements possibles, lorsque la maladie s'est déjà installée.

Quand le feu est à la maison, on ne s'inquiète guère des écuries. Et il n'est pas très étonnant que le cancer, maladie déjà fort répandue il y a 100 ou 150 ans, n'ait point été alors un sujet de préoccupation majeure. On mourait bien plus, et beaucoup plus jeune, de la diphtérie, de la coqueluche ou de la variole, et ces maladies, ou d'autres comme la poliomyélite, laissaient des traces beaucoup plus obsédantes dans la société. Mais les progrès de l'hygiène, avec l'introduction de nouvelles armes comme les vaccins et les antibiotiques, ont fait reculer considérablement, parfois même jusqu'à l'extinction, ces grandes maladies infectieuses, reléguant les problèmes de mortalité au niveau des maladies dégénératives, caractéristiques des personnes âgées.

Aujourd'hui, près de 50 pour cent des décès sont attribuables aux troubles circulatoires (cardiaques surtout), alors que 22 pour cent dépendent de cancers. Mais alors que la première maladie est considérée comme naturellement reliée au vieillissement, ou à des abus dans le mode de vie (abus alimentaires, manque d'exercice ou excès de stress), la seconde est encore perçue comme sournoise, imprévisible, frappant indifféremment pauvres et riches, maigres et gras, et les condamnant à une mort aussi atroce qu'inexplicable.

Cette perception doit changer. D'abord en précisant que, tout autant que les troubles circulatoires, les cancers constituent en fait des «maladies de la civilisation», en ce sens qu'ils sont reliés directement à un mode de vie ou à des facteurs environnementaux. En second lieu, des progrès considérables ont été réalisés dans la lutte contre le cancer, et plusieurs des variantes de la maladie ne peuvent plus être tenues aujourd'hui comme incurables, bien au contraire. Et enfin, bien des découvertes récentes tendent à établir que le cancer est une maladie «prévisible» et que son traitement précoce pose sans doute encore moins de

problèmes que pour les troubles cardiaques.

DE QUOI MEURT-ON?

Avant d'aller plus loin dans ces développements récents, précisons d'abord quelques termes. Des masses de cellules en prolifération rapide peuvent apparaître un peu partout dans le corps. Celles qui ne sont pas capables d'envahir les tissus voisins, et dont la croissance finit ainsi par s'interrompre faute d'alimentation sanguine adéquate, sont appelées «tumeurs bénignes». Au contraire, celles qui envahissent les tissus environnants, font des ramifications incontrôlées et atteignent finalement la circulation sanguine ou lymphatique sont appelées «tumeurs malignes». Quand on parle de cancers, il s'agit uniquement de ces dernières.

Les cancers sont répartis en trois groupes généraux. Les «carcinomes» s'attaquent aux surfaces cellulaires externes des divers organes ou glandes (la peau, les parois pulmonaires, etc); les «sarcomes» s'attaquent aux structures de support comme les fibres nerveuses ou musculaires, ou les vaisseaux sanguins; et enfin les «leucémies» et «lymphomes» s'attaquent aux cellules circulantes ou à leurs souches respectives, dans la moelle osseuse ou dans les ganglions lymphatiques.

Les structures hospitalières étant toutefois centrées sur des spécialisations par organe (cardiologie, gastro-entérologie, néphrologie, etc), les cancers sont aussi désignés selon la zone d'origine et le type de cellules qui y sont attaquées. Cette classification est loin d'être illogique d'ailleurs, puisque chaque facteur cancérigène tend à attaquer un ou quelques endroits bien précis, rendant fort utile la délimitation «géographique» de la tumeur initiale.

Dans cette optique, les cancers les plus meurtriers sont les cancers du poumon (environ 20 pour cent des décès par

cancers), suivis immédiatement par les cancers du gros intestin (14,7 pour cent), puis, assez loin derrière, par les cancers du sein (9,4 pour cent). Notons toutefois que ces derniers sont proportionnellement beaucoup plus fréquents, soit presque aussi fréquents que les cancers du poumon, mais qu'ils présentent un taux de mortalité nettement moindre. En outre, comme ils ne frappent que les femmes, ils constituent chez celles-ci le premier risque de cancer. Ajoutons à cette liste l'ensemble des cancers génito-urinaires (surtout l'utérus, la prostate et les ovaires) qui comptent pour plus de 15 pour cent des décès.

Si on tient compte non seulement du nombre de morts, mais aussi de l'espérance de vie réduite, les leucémies et les lymphomes, des cancers plus rares en nombre absolu, en viennent alors à occuper une place plus élevée (18,5 pour cent au total) dans l'échelle des meurtriers, parce que leurs victimes sont souvent très jeunes. Ainsi, en réglant le cas d'une dizaine de cancers, on éliminerait près de 80 pour cent des mortalités dues à cette maladie.

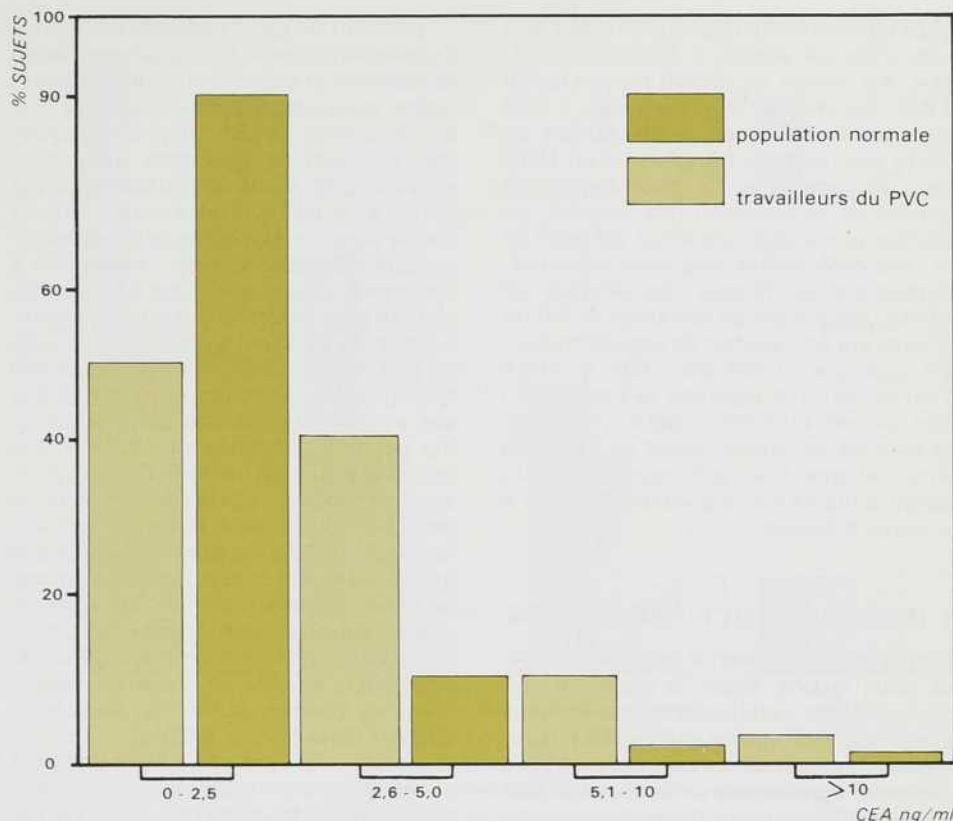
DES SOURIS ET DES HOMMES

Malheureusement, ce n'est pas si simple! Car même ces quelques cancers les plus fréquents ont, chacun, de multiples causes. Ou plutôt, devrait-on parler d'agents favorisant l'apparition de cancers, puisque la notion de cause présuppose en général un lien direct. Or, on ne trouve jusqu'ici rien de tel dans les cancers humains.

Des expériences de laboratoire ont ainsi démontré que diverses souches de souris pouvaient avoir des réactions très différentes face à un agent cancérogène. La souche C-57, par exemple, développe presque toujours des cancers de la peau dès la première injection de méthylcholanthrene, alors que la famille DBA résiste toujours à ce carcinogène. De même, deux travailleurs de l'amiante, tous deux gros fumeurs et affectés de bronchite chronique, pourront connaître un sort nettement divergent, le premier succombant à 55 ans d'un cancer du poumon, son confrère décédant 20 ans plus tard d'une maladie coronarienne.

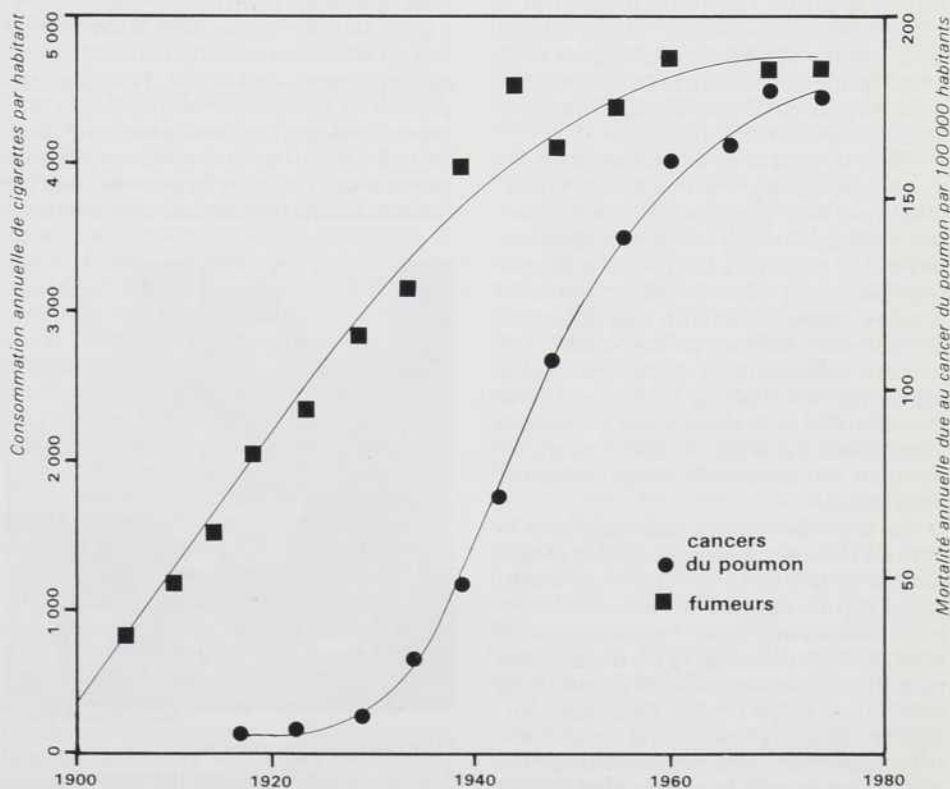
Mais bien plus, il semble que même chez les victimes du cancer, il y a toujours un long délai entre l'exposition à l'agent causal et l'apparition des tumeurs. Les cancers du foie causés par le chlorure de vinyle, qui commencent à faire leur apparition dans la région de Shawinigan, sont en fait des conséquences d'une exposition incontrôlée à ce monomère qui remonte aux années 1940 ou 1945, et les mesures récentes d'épuration de l'air ne paraîtront sur les statistiques que dans 20 ans sans doute!

Mais le cas le plus évident concerne les cancers du poumon. C'est entre 1890 et 1900 que la consommation de cigarettes est devenue une habitude «sociale» en Angleterre. Au début du siècle, l'An-



Un indice important

L'acide carcino-embryonnaire (CEA) est une protéine accompagnant de nombreux cancers, sinon tous. Dr Michel Pagé a mesuré le taux de CEA chez 200 travailleurs de l'industrie de polyvinyle et l'a comparé à celui observé chez une population normale. Le test était positif chez 48,3 pour cent des travailleurs mais seulement chez 9,2 pour cent de la population normale.



20 ans plus tard

On observe une période de latence de 20 ans entre la consommation de cigarettes et l'apparition du cancer du poumon. Ainsi en Angleterre et au pays de Galles, la consommation de cigarettes a commencé à augmenter au début du siècle chez les hommes et on a observé la même augmentation dans le taux de cancer vers 1920.

glais moyen fumait un peu moins de 1 000 cigarettes par année. L'Anglaise, toutefois, n'a atteint ce niveau moyen qu'en 1945. De même, le niveau des 3 000 cigarettes par année a été atteint en 1930 environ pour l'Anglais, et en 1970 pour sa compagne. Or, si on regarde la courbe de progression des cancers, on réalise qu'elle suit, elle aussi, cet écart de 40 ans environ (les Anglaises étant présentement au niveau des Anglais de 1940), mais avec un décalage de 20 ou 25 ans sur les courbes de consommation de cigarettes. C'est donc dire qu'entre l'exposition à la cigarette et l'apparition des cancers du poumon qui en résultent, la période de latence serait de 20 ou 25 ans... et que celui qui cesse de fumer aujourd'hui ne saura que dans 20 ans s'il a cessé à temps!

L'INDÉPENDANCE PAR ÉTAPES

Cette période de latence peut s'expliquer de deux façons. Selon la première, les dérèglements cellulaires qui entraînent une croissance anarchique de nos tissus, en toute indépendance par rapport à l'organisme, constituent un processus étape. La théorie des mutations successives suppose, par exemple, que toute cellule serait initialement codée pour qu'il s'y produise, après plusieurs divisions cellulaires, au niveau du développement foetal, un certain nombre de blocages qui expliqueraient en fait la différenciation cellulaire (pourquoi, à partir d'une même cellule initiale, le tissu embryonnaire se développe sous de multiples formes). Les cancers seraient produits lorsque ces divers blocages seraient successivement interrompus.

D'où la nécessité de plusieurs mutations génétiques, aléatoires ou provoquées par des substances carcinogènes, des radiations, des empoisonnements, des virus, ou autres causes. Une simple représentation logarithmique entre le nombre de décès dus à un type de cancer et l'âge des victimes permet d'établir le nombre de facteurs (de mutations) nécessaires. Or, ces calculs établissent pour l'instant que si la théorie des mutations successives est vraie, il y aurait cinq événements nécessaires avant qu'un cancer apparaisse.

La seconde théorie pour expliquer la période de latence repose sur des modèles de carcinogénèse qui supposent qu'un certain nombre de facteurs doivent jouer simultanément. Pendant qu'une fibre d'amiante «irrite» la paroi cellulaire et entraîne une modification physique de celle-ci, un autre produit chimique, mutagène, trouverait ainsi une porte d'entrée inusitée dans cette cellule. Ou encore, toute cellule cancéreuse devrait d'abord être habitée par un fragment génétique viral, parfois depuis plusieurs générations, avant qu'un agent chimique n'agisse comme «débloquant» pour permettre la prise de contrôle de la cellule par le virus.

Dans un tel cas, la période de latence s'expliquerait par le fait qu'un organisme «empoisonné» par une substance cancérogène peut porter celle-ci pendant plusieurs années. Les BPC (biphényles polychlorés) sont de puissants inducteurs enzymatiques au niveau du foie. Or, cette activité enzymatique anormalement élevée serait responsable de la genèse de certains cancers, lors de l'exposition à d'autres produits chimiques. Malheureusement pour le travailleur (ou le consommateur de poisson) ayant absorbé jadis un peu trop de BPC, cette substance non biodégradable s'accumule dans les graisses, et demeure présente dans l'organisme pendant plusieurs années, tant son taux d'élimination est lent! De plus, si on ajoute à cela l'effet de la concentration de cette substance dans la chaîne alimentaire qui précède l'homme, on établit que même une interdiction totale de l'usage de cette substance aujourd'hui n'empêcherait pas sa concentration élevée dans notre environnement pour les 20 ou 30 prochaines années, et l'apparition éventuelle de cancers qui lui seraient attribuables dans 50 ans encore!

L'ENVIRONNEMENT COUPABLE

Dans cette optique, l'approche la plus globale de lutte contre le cancer paraît être l'élimination, autant que possible, des facteurs favorisant cette maladie. L'action sur les facteurs environnementaux apparaît d'abord comme plus facile, à court terme. Par exemple, si la pollution de l'air des villes contient certains agents cancérogènes, comme le benzopyrène, produit de combustion organique et premier cancérogène aérien à avoir été identifié à la suite d'une «épidémie» de cancers de la peau et du scrotum chez les ramoneurs et travailleurs des charbons.



éditeur officiel du québec

Des dangers inconnus

Plus de 10 000 nouvelles substances chimiques sont utilisées chaque année. Certaines jugées maintenant inoffensives pourraient s'avérer cancérogènes demain. Comme les nitrites utilisés pour la conservation des viandes et qui sont maintenant reconnus fortement cancérogènes quand ils subissent l'action de d'autres produits chimiques.

nages, il a été établi que les fumeurs étaient beaucoup plus vulnérables à cette pollution que les non-fumeurs.

La fumée de cigarette contient certes une trentaine d'hydrocarbures aromatiques polycycliques plus ou moins cancérogènes, mais elle porte aussi des poussières de charbon qui détruisent les poils épithéliaux pulmonaires et rendent les alvéoles incapables de se débarrasser des substances cancérogènes et d'autres substances chimiques, telles que les phénols qui agissent comme «promoteurs» en accélérant l'évolution des cancers.

Ainsi, le risque de mortalité par cancer pour un fumeur de Belfast, ville particulièrement polluée, est 20 fois plus élevé que pour le fumeur campagnard britannique, alors qu'il n'est que deux fois plus élevé dans le cas des non-fumeurs. On pourrait donc dire que chez le citadin, la cigarette représente un risque bien plus élevé que chez le campagnard, ou à l'inverse, que la pollution est bien pire pour le fumeur que pour le non-fumeur.

Le même genre de conclusion a pu être établi dans le cas des cancers dus à l'amiantose: une fois de plus, cigarette et exposition à la poussière industrielle apparaissent conjointement comme un risque très élevé.

Ainsi, on réduirait de beaucoup la fréquence des cancers en soustrayant certaines personnes à certains facteurs environnementaux. Que les citoyens cessent de fumer, et déjà la mortalité par cancer diminuera de beaucoup.

UNE LISTE TROP LONGUE

Malheureusement, on atteint vite la limite de cette guerre aux cancérogènes environnementaux. Leur nombre et leurs interactions sont trop nombreux pour qu'on puisse en venir à bout. Dans l'alimentation, on soupçonne aujourd'hui autant certains produits chimiques utilisés comme colorants ou comme saveur artificielle que les nitrates (ou nitrites) servant à la conservation. On pourrait citer à ce sujet l'anecdote suivante. Utilisés principalement pour la conservation des viandes de charcuterie, ces composés azotés peuvent par la suite être transformés en nitrosamines, un produit fortement cancérogène, à la suite de l'action d'autres produits chimiques, dont la tétracycline, un des antibiotiques les plus courants. Comme cette réaction toxique est prévenue par la vitamine C, le gouvernement américain a imposé aux charcutiers d'ajouter cette vitamine à tous leurs produits contenant des nitrites ou nitrates. Or, on vient de découvrir que consommée de manière chronique, la vitamine C a un certain pouvoir mutagène (on n'a pas encore de preuve que ces mutations dégénèrent en cancer, mais ceci ne peut plus désormais être exclu!)

Dans l'eau potable, on note une accumulation continue de produits chimiques industriels cancérogènes qui, com-

me on l'a souligné plus haut, continueront à se concentrer pour quelques décennies, même si on en arrêta tout déversement additionnel.

Sur les 250 000 substances manipulées en industrie, quelque 450 seulement sont soumises à des contrôles impliquant des seuils de sécurité à ne pas dépasser. Quant aux autres, introduites à raison de plus de 10 000 par année, la plupart sont sans doute inoffensives, mais combien s'avéreront demain cancérogènes. Il y a cinq ans à peine, les chlorures de vinyle étaient considérés comme parfaitement inoffensifs!

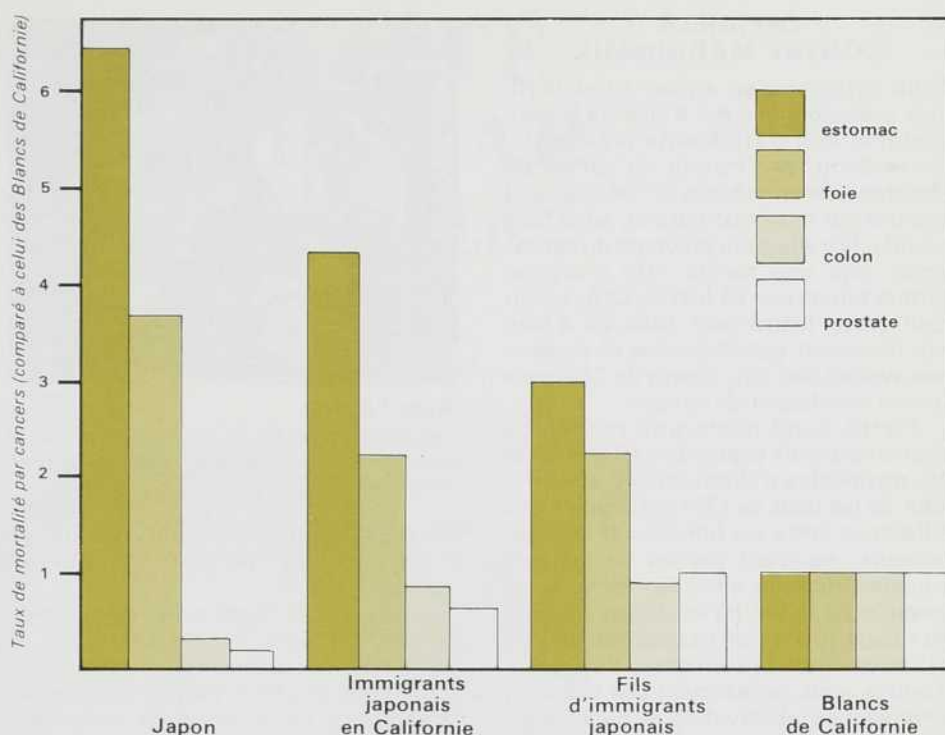
Au cancérogènes chimiques de l'environnement s'ajoutent les facteurs cancérogènes de notre mode de vie. On a par exemple pu relier assez directement la fréquence des cancers intestinaux (seconde cause de décès chez nous, rappelons-le, après les cancers du poumon) à la consommation de viande, et plus particulièrement de gras animal. Par contre, un régime végétarien, trop riche en matières fibreuses, quoique salubre pour l'intestin, aurait des effets désastreux sur la fréquence des cancers de l'estomac, assez rares en Amérique, mais très meurtriers en Asie.

CANDIDAT AU SUICIDE ET AU CANCER

Parmi les autres facteurs alimentaires, notons le rôle important du magnésium dans l'efficacité du fonctionnement immunitaire de l'organisme. Or, l'avènement des engrais chimiques, tout en accroissant la productivité des sols, a aussi entraîné un appauvrissement relatif des produits alimentaires pour tous les oligo-éléments qui ne sont pas fournis par les engrais utilisés. Ainsi, l'appauvrissement de notre alimentation en magnésium, depuis un demi-siècle, pourrait être une cause de l'augmentation de la vulnérabilité aux cancers.

Enfin, aux facteurs chimiques et alimentaires s'ajoutent les facteurs psychologiques. Depuis deux ans, plusieurs études démontrent que les sujets anxieux, introvertis, ayant eu des problèmes parentaux dans leur enfance, des difficultés d'expression sexuelle ou des problèmes d'ordre religieux, sont plus vulnérables aux cancers. Le «profil» psychologique du cancéreux ressemblerait plus à celui du sujet dépressif ou du candidat au suicide qu'à celui du citoyen moyen. En outre, il a été établi qu'une majorité absolue de cancers survient peu après des chocs émotifs graves (mort d'une personne chère, mise à la retraite forcée, etc.). Cette action n'a rien d'étonnant lorsque l'on connaît la relation entre le stress et l'équilibre hormonal de l'organisme d'une part, et l'effet de déséquilibres hormonaux sur le fonctionnement d'ensemble de cet organisme d'autre part.

De toutes ces données, il en ressort que si l'élimination de facteurs favorisant le cancer semble le premier front de l'approche préventive, elle n'en demeure



Selon le pays

L'environnement est en relation évidente avec les taux de cancer. Ainsi en comparant le taux de divers cancers chez les Japonais tels qu'observés dans leur pays ou immigrés en Californie, avec le taux des mêmes cancers chez les Blancs de la Californie, cette relation devient évidente.

ra toujours qu'une solution partielle. On pourra diminuer l'incidence de certains cancers, certes, mais on ne saura jamais de la sorte éliminer complètement cette maladie.

DES PROTÉINES INDICATRICES

De telle sorte qu'on met aujourd'hui de plus en plus d'espoir dans le second volet de l'approche préventive qui consiste non plus à éliminer toutes les causes, mais à traiter de manière précoce les sujets à risque élevé. En fait, il s'agit là d'un espoir assez nouveau, né de la découverte récente de caractéristiques sanguines ou cellulaires propres aux états précancéreux, c'est-à-dire reliées à l'apparition de cellules a-typiques (cellules ayant perdu leur différenciation organique) mais non encore cancéreuses.

À Toronto, par exemple, l'équipe d'Emmanuel Farber a pu identifier certaines protéines qui apparaissent dans des cellules affectées par des agents cancérogènes, mais qui disparaissent par la suite, dès le développement du cancer. De même, d'autres protéines, produites normalement dans les cellules embryonnaires, mais dont la production se trouve bloquée lors de la différenciation des tissus de l'organisme, réapparaissent lors de cancers. C'est le cas de l'alpha-fœtoprotéine (AFP) ou de l'acide carcinoembryonnaire (CEA). Ces protéines, qui accompagnent de nombreux cancers, sinon tous, apparaissent aussi chez des individus exposés à des facteurs carcinogènes, mais qui ne développeront pas de tumeurs. Le taux de CEA de certains

fumeurs est par exemple nettement plus élevé que celui des non-fumeurs. Ces tests d'AFP, de CEA ou d'autres «facteurs sanguins» pré-cancéreux ne peuvent donc pas nous permettre aujourd'hui de prédire à coup sûr qui développera ou ne développera pas de cancers; mais au moins constituent-ils de premiers éléments de détection des sujets «à risque élevé», ceux pour qui la «prudence» est de mise face aux facteurs cancérogènes.

Les travailleurs du chlorure de vinyle de Shawinigan ont été soumis à des tests de CEA récemment. Alors que dans une population normale, seulement trois pour cent des individus dépassent un taux de 2,5 nanogrammes de CEA par millilitre de sang, 42 pour cent des travailleurs de la BF Goodrich dépassaient ce taux, et près de 8 pour cent dépassaient le double de cette borne! Michel Pagé, de l'université Laval, qui a mené cette étude, souligne que de tels tests sont à la fois très faciles et peu coûteux (moins d'une vingtaine de dollars par travailleur), de sorte qu'on pourrait, pour l'ensemble des personnes «à haut risque», organiser un programme de dépistage précoce du cancer. «Ça ne nous permettrait pas de déterminer à coup sûr qui a ou n'a pas de cancer, note-t-il, mais on pourrait soumettre à des examens plus systématiques ou à des traitements préventifs ceux chez qui les taux de CEA augmentent sans cesse».

OFFICIELS CONTRE MARGINAUX

Cette difficulté d'en arriver à une certitude prévisionnelle est d'ailleurs le seul obstacle aux traitements préventifs. Pierre Band, de l'Institut du cancer de Montréal, reconnaît que si l'on disposait aujourd'hui d'un test garanti, sans faux positifs, le traitement préventif du cancer serait déjà une réalité. «On a cru un certain temps que ce test du CEA constituait un tel instrument. Mais on a bien vite découvert que beaucoup de personnes avaient des taux élevés de CEA sans jamais développer de cancer».

Pierre Band mène une recherche intensive depuis septembre 1974 auprès des travailleurs d'Uranium City, au Manitoba. Si les tests de CEA ont montré une différence entre les fumeurs et les non-fumeurs, ils n'ont permis de dégager aucune différence entre les mineurs, les travailleurs au sol, ou les autres citoyens du village qui ne sont pas exposés à l'uranium de manière directe. Pourtant, d'autres tests, notamment des examens cytologiques (observation au microscope de cellules pulmonaires) ont permis de mettre en évidence des différences qui auraient échappé aux tests sanguins.

La question est donc la suivante: si l'on dispose d'un test permettant d'isoler un groupe d'individus à haut risque, ayant par exemple 40 pour cent de chances de développer un cancer, doit-on recourir sur ce groupe à un traitement préventif, imposant ainsi aux 60 pour cent qui seraient de toutes façons épargnés un traitement inutile? On pourrait répondre «oui», à condition que le traitement en question soit sans danger. Mais pour Pierre Band, comme pour la majorité des médecins d'ailleurs, un tel traitement complètement inoffensif, ça n'existe pas! C'est d'ailleurs ce qui a provoqué la relative «mise au ban» par les instituts du cancer de certaines cliniques médicales qui proposaient de tels traitements préventifs. «Je veux bien qu'on essaie des médicaments à efficacité douteuse chez des patients cancéreux, lorsque l'évolution de leur maladie est irréversible, qu'ils n'ont rien à perdre. Mais je ne saurais admettre qu'on soumette des individus encore sains à de tels risques, sans avoir au préalable vérifié l'efficacité du traitement et le niveau de la tolérance des individus», note Pierre Band, en ajoutant que même l'aspirine ou des fortes doses de vitamines sont loin d'être des traitements inoffensifs.

À cela, les «marginiaux» répondent que leurs traitements, comme un léger apport en magnésium dans le régime alimentaire, peuvent très bien prévenir un cancer en formation, mais qu'ils sont inefficaces lorsque le cancer est trop avancé et que les systèmes de défense de l'organisme, même renforcés, n'arriveront plus à prendre le dessus. En somme, que trop de prudence implique des morts inutiles. Le débat en est à ce stade, avec ici et là quelques rares tentatives de



Avec l'âge

Les personnes âgées constituent la partie de la population ayant le plus haut risque de développer un cancer.

éditeur officiel du québec

réconciliation, pour établir les bases scientifiques de certains traitements «marginiaux».

Aujourd'hui, l'approche chimio-préventive est donc encore contestée; la meilleure compréhension des étapes d'évolution du cancer permet toutefois de prévoir que cette forme de traitement sera demain largement acceptée.

De nombreux centres de recherche travaillent d'ailleurs à des tests qui pourraient, quant à eux, être d'une grande spécificité, au moins dans certains types de cancers. Par exemple, à l'Hôtel-Dieu, juste à l'étage au-dessous des laboratoires de Michel Pagé, Marcel Martin travaille sur des tests étudiant les réactions des leucocytes, qui indiqueraient avec une grande certitude la présence d'un cancer à peine naissant.

DE LA TUBERCULOSE AU CANCER

L'autre volet de l'autodéfense contre ce dérèglement cellulaire, la stimulation immunitaire, paraît aussi ne plus être très loin devant nous. Si les premières preuves de l'action de certains virus dans les cancers humains commencent à peine à s'accumuler, le fait qu'on ait déjà mis au point des vaccins efficaces dans le cas de leucémies animales (le mouton, notamment) et d'autres maladies à virus herpès, proches des virus humains (la maladie de Marek, chez la poule), laisse entrevoir l'apparition prochaine des premiers vaccins anti-cancer pour l'homme. Malheureusement, l'action de chaque vaccin risque d'être spécifique à chaque cancer, et rien n'indique que tous les cancers sont d'origine virale. En outre, les délais nécessaires à l'identification d'un virus, à sa culture, à la fabrication d'un vaccin efficace, à son expérimentation prudente, puis à sa fabrication industrielle et enfin à son implantation dans un large segment de la population risquent de repousser de plusieurs décennies la participation importante de la vaccination dans l'arsenal de prévention du cancer.

Toutefois, il existe une autre forme de stimulation immunitaire qui offre plus

d'espoir à court terme. On a en effet démontré que la vaccination d'individus contre certaines maladies bactériennes avait un rôle stimulant pour l'ensemble de leur système de défense immunitaire. Ainsi, les Québécois, parce qu'ils ont largement (environ 50 pour cent de la population, en fait) été vaccinés contre la tuberculose, auraient deux fois moins de leucémies que les citoyens de pays industrialisés où le vaccin BCG n'a pas eu cette pénétration.

Si l'immunothérapie (utilisation d'implantations bactériennes massives pour faire régresser un cancer) pose énormément de problèmes aux patients ainsi traités, l'immunoprévention apparaît quant à elle comme une technique simple, peu coûteuse, et sans effets secondaires, les doses étant beaucoup plus faibles.

Mais une fois de plus, comme il est impossible de savoir qui des sujets vaccinés auraient développé des cancers un jour ou l'autre, les seuls éléments de preuve sont statistiques, et encore contestés par beaucoup de chercheurs. Il faut dire que le modèle théorique de la surveillance immunitaire (SI), selon lequel des cellules «policières», dans l'organisme, seraient chargées d'éliminer constamment de nombreux cancers en formation (la maladie ne surviendrait que lorsque ce système serait «dépassé» ou affaibli), semble de plus en plus mis en doute. Pourtant, répondront les tenants de l'immunoprévention, dont les chercheurs de l'Institut Armand Frappier à Montréal, responsables de la coordination du programme international de recherche sur le BCG et le cancer, quelque soit le mode de fonctionnement de la défense immunitaire, si les statistiques prouvent qu'un vaccin est fort utile, pourquoi ne pas mettre toutes les cartes de notre côté!

Enfin, dernière voie de recherche, plus fondamentale et probablement plus lointaine quant à ses résultats, l'étude des mécanismes immunitaires des cancéreux pourra peut-être nous permettre de relier l'apparition de la maladie à une défaillance «identifiable». Qu'il s'agisse d'un accident génétique héréditaire ou résultant d'une cause environnementale, l'action précoce au niveau des défenses de l'organisme impliqué pourrait fournir une arme décisive contre la cancer.

En tout cas, il est sûr que de la vaccination préventive à la surveillance des états pré-cancéreux, en passant par l'élimination de certains agents cancérogènes et le maintien d'une bonne alimentation et d'un mode de vie équilibré, les moyens de prévenir le cancer sont nombreux. S'ils ne sont pas efficaces à 100 pour cent, ils suffiraient, s'ils étaient partout appliqués, à faire régresser considérablement cette maladie. Quant aux autres, ceux qui malgré tout attraperont cette maladie, ou l'ont déjà attrapée, les espoirs résident dans une thérapie qui a fait des progrès considérables.

«UNE SOCIÉTÉ LUBRIFIÉE PAR L'ANGOISSE»

Une interview d'Henri Pradal
Propos recueillis par Fabien Gruhier



Anne de Brumhoff

Henri Pradal est un homme qui possède à fond l'art de se faire des ennemis: ses deux derniers livres — le «Guide des médicaments les plus courants» et «Les grands médicaments», parus en 1974 et 1975 — lui ont valu pas moins de quatorze procès avec les industries pharmaceutiques. Le premier volume fut même saisi *avant parution*, «ce qui constitue un bel indice de démocratie...», commente, flegmatique, Henri Pradal. Rassurons-nous tout de suite: les quatorze procès furent autant de succès pour cet empêcheur de droguer en rond. Victoire totale à une minime exception près: les fabricants de dentifrices ont obtenu la suppression d'une petite phrase terriblement subversive. Pensez donc: Pradal laissait entendre que ces pâtes toutes plus fluorées, chlorophyllées, mentholées, hexaschlorophénolées les unes que les autres... ne servent strictement à rien et sont à l'hygiène dentaire ce que les cataplasmes sont aux jambes de bois.

Les tribunaux ont refusé d'aller jusque-là. Mais pour le reste ils ont donné raison à Pradal: ses livres sont des ouvrages parfaitement objectifs qui se bornent à décrire les caractéristiques — bonnes ou mauvaises — des principaux médicaments. «Des livres comme cela, assure notre auteur, qui dévoilent tout simplement des réalités scientifiques sur les médicaments, il en existe des quantités aux États-Unis depuis quinze ans». Seulement, en France, la caste médicale continue

d'asseoir son pouvoir quasi sorcier sur la censure, l'endiguement de l'information. Toute vérité n'est pas bonne à dire et les malades ne doivent pas savoir, encore moins poser des questions.

Si Pradal avait été le premier écrivain ou journaliste venu, l'establishment médico-pharmaceutique aurait sans doute «eu sa peau» sous prétexte d'incompétence. Mais voilà:

notre contestataire est médecin, même s'il estime «inutile» de se laisser appeler docteur. Un traître donc, qui a violé le tabou du silence. Copieusement éreinté par ses pairs, il le fut aussi par la presse, car «les chroniqueurs médicaux de la grande presse sont inféodés à l'establishment médical». La leçon n'a pas suffi. Le «traître» vient de récidiver «à la demande des éditions du Seuil qui, mettant la charrue avant les boeufs, ont d'abord imaginé un titre alléchant — *Le marché de l'angoisse* — et m'ont proposé d'en faire un livre».

Défi aussitôt relevé, même si Henri Pradal ne se sent «pas angoissé personnellement». Mais il avait été mis en contact avec ce phénomène par ses livres: «J'ai pu saisir du doigt l'angoisse du corps médical devant la publication des informations qu'il se réservait. J'ai senti d'autre part la volonté d'occulter une information angoissante. Enfin, j'ai reçu des centaines de lettres de lecteurs angoissés». Partant de là, Pradal entreprit de réfléchir en profondeur sur l'angoisse, pour s'aperce-

voir qu'elle est *«fondamentale dans notre société industrielle. Elle en constitue le moteur. La civilisation des pays développés fonctionne grâce à une dose d'angoisse judicieusement calculée. Sans l'angoisse, il n'y aurait pas de société industrielle»*.

Des preuves? Elles se trouvent dans certains pays du Tiers-Monde. *«Il y a des exemples de civilisations non industrielles qui ont réussi»*, et, *«dans les civilisations qui, contrairement à la nôtre, n'ont pas le fric pour valeur suprême, l'angoisse n'existe pas. Il y a des pays où les gens se laissent vivre. Chômeurs? Et alors? Installez-leur des usines. Je ne suis pas sûr qu'ils iront travailler...»* Reste à savoir si de telles sociétés rousseauistes dépourvues d'angoisse, mais abondamment pourvues d'*«arbres à pain»*, où l'on a qu'à se baisser ou tremper sa ligne pour pêcher sa pitance quotidienne, existent ailleurs que dans l'imagination de Pradal. *«Les Antilles...»* Peut-être. *«L'Indonésie...»* Il se ravise aussitôt: *«C'est vrai qu'on y massacre couramment des milliers de personnes suspectées de communisme»*. Comme angoisse, ça n'est pas mal non plus... Quant aux Indes ou à l'Afrique... Bref, Pradal finit par concéder que l'angoisse colle décidément partout à la peau de notre malheureuse planète. D'ailleurs son livre explique fort bien qu'une certaine forme d'angoisse est indispensable à la vie: sinon, l'homme se coucherait dans le gazon et ne lèverait pas le petit doigt pour éviter de mourir de faim ou d'autre chose. Mais, enchaîne-t-il, *«dans notre société industrielle, l'angoisse a pris une ampleur et une place qu'elle n'avait pas»*.

Sous-entendu: qu'elle n'avait pas *«dans la société naturelle»*. Passons sur cette société mythique dont nous rêvons tous, et ne faisons pas grief à Pradal de ne pas la définir davantage: que celui qui saurait la décrire clairement lui jette la première pierre... C'est déjà une tâche suffisamment lourde que de démonter les mécanismes de la société actuelle. L'auteur du *Marché de l'angoisse* prévient — même si l'avertissement ne figure qu'en postface, tout à la fin de l'ouvrage (page 185) — qu'il n'a pas voulu esquisser une philosophie pour demain, *«car dans un monde contemporain qui fait tout pour que la réalité de l'homme soit définitivement compromise, il nous a semblé plus efficace de déclencher un signal d'alarme que de tirer des plans sur l'avenir»*.

Il s'agit donc d'un livre foncièrement pessimiste, d'une sorte de réflexe de panique. *«Des ouvrages sur l'angoisse, il y en avait déjà des tas. Écrits par des spécialistes en tous genres, sociologues, psychologues, philosophes, etc, donc parfaitement illisibles. J'ai voulu faire un ouvrage accessible à tous. Ce sont les réflexions d'un homme du commun. Un essai, bourré de contradictions»*. On ne s'étonnera donc pas de trouver dans le livre les thèses les plus opposées en apparence. Pradal se pose en contestataire féroce de la société actuelle, aliénante, matérialiste, polluante et pour tout dire angoissante. Croissance, industrialisation à outrance, spécialisation des tâches, déshumanisation. Du même souffle, on l'entend verser des larmes sur la dénatalité. Les gens n'ont plus confiance en l'avenir. Résultat: *«Ils ne font plus d'enfants et ils picolent ou ils se droguent»*. Pradal se prend ainsi à redouter *«la*



Anne de Brunhoff

disparition de la race blanche, autrefois dominante». Il écrit (page 65): «*Lorsqu'un système perd confiance en sa propre supériorité, lorsque les hommes ne voient plus l'intérêt d'imposer par le feu ou le glaive leurs propres valeurs à d'autres hommes, lorsque l'explosion de la vie est maîtrisée par la mini-pilule, on peut affirmer que ce qui arrive devait arriver*». Le même homme me déclare tout de go: «*La religion chrétienne n'existe plus dans la mesure où elle a cessé d'évangéliser*»... Ce révolutionnaire, bête noire de l'establishment médical, ne craint donc pas de laisser percer une certaine nostalgie de la revanche des berceaux, du temps des colonies ou de l'Inquisition... Alors Pradal, progressiste ou fiefé réactionnaire? Ni l'un ni l'autre. L'angoisse n'est ni de droite ni de gauche, et Pradal se borne à constater.

Pourtant, il ne diminue en rien l'angoisse de nos contemporains. Il regrette même que «*la presse ne soit pas assez angoissante: elle ne fait pas son métier. Elle gonfle le fait-divers, nous entretient de la pluie et du beau temps sans s'occuper des vrais problèmes, par exemple la dénatalité*» —encore elle. D'autre part, ses livres seraient plutôt porteurs d'angoisse. Donc, dans notre société, nous ne sommes pas trop angoissés, mais plutôt mal angoissés. Nous ne cultivons pas les bonnes angoisses.

Alors revenons aux mauvaises angoisses, objet du livre. Par exemple celles qui émanent de la publicité: elle nous fait miroiter des modèles idéaux, inaccessibles et par conséquent générateurs d'angoisses. Voilà donc que Pradal va se mettre à dos une nouvelle catégorie de gens: les publicitaires? Eh bien non: l'attaque est trop vague, trop générale pour qu'ils se sentent visés. Et d'ailleurs on chercherait en vain, dans son chapitre treize, une sorte de dictionnaire des «*professionnels de l'angoisse*», des accusés non-médecins: on y trouve en tout et pour tout les médecins généralistes, les psychologues, les psychiatres, les psychanalistes. Continue-t-il de régler des comptes avec ses seuls confrères? Après avoir globalement dénoncé les fauteurs d'angoisse de notre civilisation, pourquoi s'en prendre uniquement à ceux qui font profession de la guérir? C'est que, dit-il, «*j'ai voulu désigner les gens qui vivent de l'angoisse d'une manière affichée. Je n'oublie pas les autres*». Et puis les médecins, du corps ou du cerveau, sont en réalité parfaitement incapables de guérir cette fameuse angoisse. Le psychiatre est «*un garde-fou illusoire*». Les tranquillisants dont on s'abreuve pour tenir le coup n'atténuent nullement notre angoisse et l'ensemble ne constitue qu'une vaste fumisterie. Non seulement les médecins jouent un rôle honteux puisqu'ils servent à faire accepter une société inacceptable en désamorçant l'angoisse, mais de plus ils sont incapables de remplir leur coupable mission et dissimulent leur inefficacité derrière un rideau de fumée. Les deux griefs semblent s'annuler au moins en partie, ce qui ne dérange pas Pradal.

Il reconnaît que de toute façon la médecine n'est pas responsable de l'angoisse. Elle n'est qu'un rouage de la société génératrice d'angoisse par ses structures. Intégrée à cette société, la médecine a pour fonction d'en atténuer les aspects les plus insupportables. Pradal rêve d'ailleurs d'écrire un autre livre qu'il

intitulerait «*Le marché noir de l'angoisse*», et qu'il consacrerait «*aux guérisseurs, voyants, soigneurs clandestins qui exploitent la connerie humaine et contribuent eux aussi à lubrifier les mécanismes de la société industrielle*». En attendant, le danger le plus immédiat vient bien de la médecine orthodoxe et officielle. Et voici pourquoi: «*Le moment est proche où la science saura effectivement supprimer l'angoisse*». Et Pradal d'évoquer la distribution de tranquillisants dans l'eau du robinet pour contrôler des populations entières, ou, menace plus vraisemblable, «*le développement des thérapies comportementales qui permettront de normaliser les marginaux, les réfractaires de l'ordre établi*». Ces thérapies terrifiantes, décrites dans un film comme l'Orange Mécanique, sont quasiment au point. «*La psychiatrie s'engage dans cette voie. Déjà aux États-Unis, on les applique aux alcooliques, aux déviants et pourquoi pas aux homosexuels*». Si cela se généralise, prophétise Pradal, «*ce sera le 'Meilleur des mondes' d'Huxley, c'est-à-dire l'enfer. C'est d'autant plus à craindre que ces thérapies comportementales demandent des machines, des instruments électroniques sophistiqués, des techniciens ultra-compétents. Elles créent un marché et se situent dans le droit fil de la société industrielle qui trouvera difficilement le courage de s'en passer*».

Pradal évoque les civilisations indiennes d'Amérique du Sud qui, face à l'invasion espagnole, ayant perdu toute foi en leur système de valeurs, «*se sont laissées mourir*». Notre propre civilisation en est-elle arrivée à ce point? L'auteur du *Marché de l'angoisse* le craint. Il espère contribuer à susciter un mouvement de résistance, mais déclare: «*Ce livre a été rédigé il y a un an. Si je le refaisais aujourd'hui, il serait beaucoup plus violent*».

ÉCONOMIQUE

L'ARGENT OU LA SANTÉ?

Dans les grands pays membres de l'OCDE (l'Organisation de coopération et de développement économiques, qui regroupe 24 pays développés du monde non communiste), les dépenses publiques de santé équivalaient, en 1974, à 4,7 pour cent du produit intérieur brut. Si les tendances et politiques actuelles demeurent inchangées, et même en tenant compte du fait que le plus gros des efforts de socialisation des régimes de santé est chose faite, la proportion pourrait presque atteindre, en 1985, les 5,9 pour cent. À titre de repère, mentionnons que pour l'ensemble de la zone OCDE, ces mêmes dépenses ne représentaient que 3 pour cent du PIB au début des années soixante.

Telles sont quelques-unes des constatations qui ressortent d'un récent rapport de l'Organisation, qui note par ailleurs que «c'est la première fois que les dépenses de santé ont été documentées sur une base comparable au niveau international et qu'ont pu être analysés les facteurs qui ont contribué à leur augmentation».

Selon cette étude donc, le facteur explicatif le plus important est la prise en charge, par les fonds publics, des dépenses de santé naguère assumées par les particuliers: il explique la

moitié de cette augmentation. Et des quatre postes entre lesquels ont été ventilées les dépenses (services hospitaliers, services médicaux, fournitures médicales et «autres dépenses»), c'est le premier qui a le plus augmenté. À eux seuls en effet, les services hospitaliers ont contribué à faire grossir de presque 1 pour cent la proportion du PIB consacrée aux dépenses publiques de santé.

Même si l'on peut prévoir que cette véritable épidémie inflationnaire va se calmer au cours des années à venir, la forte majorité des pays membres ayant parachevé l'instauration de leurs régimes publics de santé, il est important de trouver de nouveaux moyens de freiner l'escalade des coûts. L'un de ces moyens, selon les experts de l'OCDE, c'est que le ratio d'utilisation des hôpitaux diminue: en d'autres mots, la durée moyenne de séjour en milieu hospitalier devrait être abaissée, de même que le taux d'admission en établissement; par ailleurs, le secteur public devrait «réduire légèrement son concours financier aux frais qu'entraîne pour l'utilisateur le recours aux services ambulatoires». Dans ces conditions, et compte tenu des services compensatoires qu'il faudrait mettre en place, «la plupart des pays

pourraient sans doute à l'avenir à peu près stabiliser la part des ressources consacrées aux dépenses publiques de santé».

Il ne faut pourtant pas se cacher les difficultés: en matière de santé, comme le disent les auteurs du document, la demande est «potentiellement insatiable». La freinera-t-on en faisant subir aux consommateurs une part sensible de la facture? La solution, a-t-on constaté, n'est ni très efficace, ni très payante pour les administrations publiques, ni très juste du point de vue médical.

S'il est donc difficile de freiner la demande, il semble plus pertinent, toujours selon les experts de l'OCDE, de viser à accroître l'efficacité des services de santé, d'une part en s'attaquant au phénomène de la surqualification (des personnels trop spécialisés posant des actes trop simples), d'autre part en contenant le volume de l'offre. Quant à savoir si la recherche médicale pourrait être réorientée vers une amélioration du rapport coût/efficacité de la médecine, le document de l'OCDE se montre prudent dans ses avancées: «en matière de recherche comme ailleurs, note-t-il, avec un certain pragmatisme, on risque de se heurter, lorsqu'on veut faire des économies, à des résistances politiques».

Reste bien sûr les programmes de nature préventive. Selon l'OCDE, «les études disponibles n'indiquent pas à ce stade que la médecine préventive soit nécessairement beaucoup plus économique que les pratiques curatives individuelles». Soit. Mais l'impact que pourraient avoir, même à moyen terme, des changements massifs de comportement (conduite automobile, hygiène bucco-dentaire, usage du tabac, de l'alcool, des médicaments, habitudes nutritionnelles), cet impact donc pourrait certainement être intéressant. Fortement contrariés par certains groupes d'intérêt et, de façon générale, par le refus des citoyens de voir l'administration empiéter sur leur vie «privée», ces programmes de rééducation devraient toutefois se doubler de programmes encore plus importants sans doute, qui viseraient à transformer en profondeur notre société pathogène, génératrice de pollutions, de stress et de tensions de tous genres.

Les analystes de l'OCDE, bien sûr, ne vont pas aussi loin. Espérons toutefois que leurs travaux contribueront au moins à maintenir les dépenses publiques de santé dans les limites, déjà confortables, qu'on leur connaît aujourd'hui.

Yanick Villedieu



éditeur officiel du québec

Quand on met un prix à la santé

Selon l'OCDE, les coûts des services hospitaliers deviendraient trop élevés. Ses experts suggèrent, entre autres, de réduire la durée de séjour en milieu hospitalier de même que le taux d'admission en établissement. Il faudrait aussi savoir ce qu'en pense la population elle-même.

CARON

LIBRAIRE

CARTES TOPOGRAPHIQUES PAR LA POSTE

Vous mentionnez seulement le nom d'un lac, d'un village ou autre point géographique et nous vous ferons parvenir la carte détaillée (1:50,000) correspondant à la région qui vous intéresse.

Inclure \$1.75 avec votre commande
(carte: \$1.50, frais d'envoi 0.25)

AGENT OFFICIEL DU GOUVERNEMENT
CARTES DE TOUTES LES RÉGIONS EN MAGASIN.

251 Ste-Catherine E
Montréal
H2X1L5

DÉMOUSTICATION

GRAND MERCI AUX PARASITES

Parmi les calamités qui affectent le Québec, la tordeuse du bourgeon de l'épinette, qui dévore nos forêts, et les maringouins, qui nous assaillent chaque été, sont en première ligne. L'une et l'autre font l'objet de programmes d'extermination, à l'aide de produits qui réjouissent l'industrie chimique. Cependant, les problèmes secondaires créés par ces produits, et parfois leur efficacité, font que le «miracle chimique», DDT ou autre, en a pris pour son rhume. Pour les maringouins c'est déjà fini, tandis que pour la tordeuse cela pourrait s'en venir assez vite si les récentes accusations du Conseil national de recherches du Canada s'amplifiaient.

Les tenants de la lutte biologique ont donc de plus en plus le champ libre. Des gens comme Raymond Finnegan qui, en 1971, accueillaient un contingent d'un million de fourmis italiennes (*Formica rufa*) pour lutter contre la tordeuse ne passent plus pour des excentriques.

Même si les résultats ne sont pas toujours au niveau de l'ampleur du problème, l'efficacité de la lutte biologique n'est plus à démontrer.

Pour sa part, le ministère de l'Agriculture du Canada dirige d'importants programmes, axant notamment ses efforts sur les parasites. Les recherches portent sur l'introduction des parasites naturels des insectes nuisibles aux récoltes. Comme nombre de ces insectes sont importés accidentellement, et cela depuis deux ou trois cents ans, c'est donc à l'étranger que sont recrutés les parasites qui sont lâchés dans la nature après avoir subi la quarantaine, au même titre que du bétail. Pour éviter le dépaysement et peut-être l'ennui, les parasites voyagent en compagnie de leurs hôtes, qui sont détruits une fois arrivés au pays. Seul le parasite «utile» peut se bâtir une nouvelle vie, à condition que les tests et examens aient prouvé qu'il ne cachait pas quelque vice qui se révélerait néfaste pour d'autres espèces. Les derniers relevés disponibles portent sur 1975 et montrent que 18 500 insectes parasites, appartenant à 18 espèces, ont été lâchés ou utilisés pour des essais en laboratoire.

Des résultats appréciables ont été obtenus comme, par exemple, en Ontario où une guêpe a réussi à réduire consi-

dérablement la population de charançons postiche de la luzerne. En Nouvelle-Écosse, ce sont des formations combinées de guêpes et de mouches qui luttent contre les larves de l'arpen-teuse tardive, petit papillon

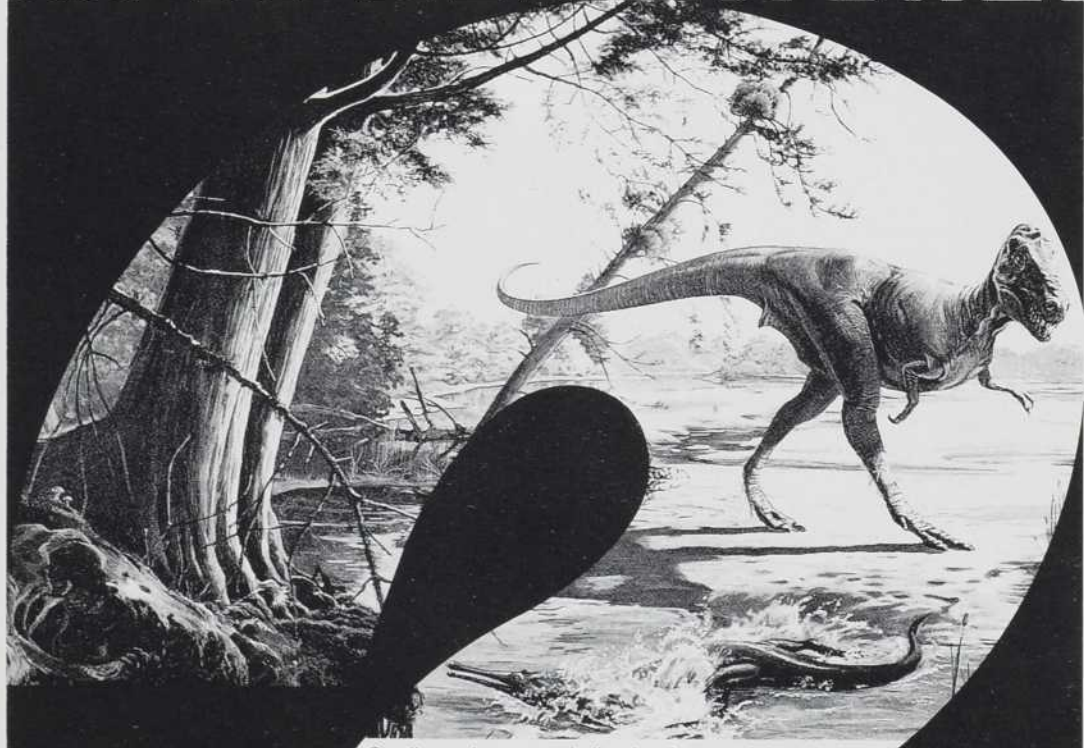
nocturne d'origine européenne introduit accidentellement il y a plusieurs années et qui menace plusieurs espèces d'arbres forestiers. Mais l'arpen-teuse s'est répandue dans les vergers et il va falloir trouver d'autres parasites pour mener la guerre sur ce terrain.

La tenthrède de l'épinette, le portecase du mélèze, le cèpe des chaumes ont maintenant, eux aussi, à s'expliquer avec leurs parasites. Quant à la tordeuse du bourgeon de l'épinette

et au maringouin, ces véritables plaies indigènes des forêts et des épidermes, ils semblent résister assez bien aux dernières tentatives de lutte biologique! De nouvelles offensives doivent être lancées contre les maringouins grâce à des nématodes, petits vers parasites qui se disent prêts à relever le défi. Chose certaine, nous nous ferons malgré tout sucer le sang l'été prochain, une fois de plus.

Michel Gauquelin

QUE S'EST-IL PRODUIT ?



Quelle est la cause de l'extinction soudaine des dinosaures, il y a quelque 64 millions d'années?
LE MONDE DISPARU avance l'hypothèse qu'une explosion stellaire colossale a déclenché une crise écologique qui a balayé le globe et a entraîné la disparition des dinosaures ainsi que de nombreux autres êtres vivants.

Cependant, à l'ère des dinosaures, l'Ouest canadien était UN MONDE UNIQUE avec ses forêts, ses marécages et ses côtes fantastiques. UN AUTRE MONDE!

LE MONDE DISPARU
des dinosaures de l'Ouest canadien
par DALE A. RUSSELL
Photographies de Susanne M. Swibold
Peintures d'Eleanor M. Kish

144 pages, 84 clichés en couleur,
10 peintures originales
\$12.95 (Le prix de ce volume peut
être modifié sans préavis.)

Ce livre
est en vente
chez votre libraire ou
envoyez votre commande
à l'adresse suivante:

Les Musées nationaux du Canada,
Vente et distribution des publications,
Ottawa (Ontario) K1A 0M8, Canada.
Les chèques et mandats-poste doivent
être libellés à l'ordre du Receveur
général du Canada — Compte spécial.

LES MUSÉES NATIONAUX DU CANADA
Le musée national des Sciences naturelles
Et d'histoires en Histoire . . .

C'est notre anniversaire ...



... on
vous
en offre
une
tranche

c'est notre anniversaire

En novembre 1962, paraissait le premier numéro du *Jeune Scientifique* dont QUÉBEC SCIENCE a pris la relève en 1970.

Nous avons pensé faire bénéficier *nos lecteurs* de ce moment historique:

nos tarifs sont gelés jusqu'au 31 décembre 1977: \$15.00* pour tout abonnement d'un an/ 12 numéros. Profitez de l'occasion pour mettre votre abonnement à l'abri de l'inflation en vous réabonnant pour plusieurs années.

toute personne qui s'abonnera, se réabonnera, offrira un abonnement-cadeau ou recevra un abonnement-cadeau entre le premier septembre et le 31 décembre 1977, aura une chance par année d'abonnement de gagner l'un des 15 calculateurs Hewlett-Packard décrits ci-dessous, une gracieuseté de la Coopérative étudiante de l'École Polytechnique de Montréal et, une valeur de plus de \$2 500. (N.B. Dans le cas d'abonnements-cadeaux, le donateur et le bénéficiaire ont chacun une chance par année d'abonnement.)

prix offerts

PREMIER PRIX

un calculateur HP-67 programmable à cartes magnétiques et une bibliothèque de programmes (au choix du gagnant), une valeur de près de \$600

DEUXIÈME PRIX

un calculateur HP-65 programmable à carte magnétique et une bibliothèque de programmes (au choix du gagnant), une valeur de près de \$500

TROISIÈME PRIX

un calculateur HP-25C à mémoire permanente, une valeur de près de \$250

QUATRIÈME PRIX

un calculateur HP-27 préprogrammé, une valeur de plus de \$200

CINQUIÈME PRIX

un calculateur HP-25 programmable, une valeur de près de \$150

DIX PRIX DE CONSOLATION

dix (10) calculateurs HP-21, une valeur de près de \$100 chacun

règlements

Participants:

Tout abonné de QUÉBEC SCIENCE qui se réabonne ou en recrute un ou plusieurs autres, ou tout nouvel abonné, a droit à une chance par année d'abonnement de gagner l'un des prix offerts, à l'exception des membres du personnel rédacteurs, représentants, collaborateurs et fournisseurs de QUÉBEC SCIENCE et du personnel de direction et des employés de la Coopérative étudiante de l'École Polytechnique de Montréal.

Durée du concours:

Du premier septembre au 31 décembre 1977.

Tirage et remise des prix:

Le tirage au sort des noms des gagnants des 15 calculateurs de poche offerts en prix sera effectué au cours du mois de janvier 1978. Les prix seront décernés de façon spécifique à chacun des gagnants et ne seront pas transmissibles.

Je serai de la fête

☐ en me réabonnant, ☐ en m'abonnant, ☐ ou en faisant s'abonner:

À L'USAGE DU MAGAZINE		COUPON D'ABONNEMENT (à remplir en lettres MAJUSCULES)	
1	5 6	30	NOM
A	7 8 9 10	60	PRÉNOM
11	16	B	7 8
17	20	9	NUMÉRO RUE APPARTEMENT 28
21	24	29	VILLE PROVINCE OU PAYS 49
25 26	27 29	☐ Chèque ou mandat postal ci-joint ☐ Veuillez me facturer	
		69	CODE POSTAL 74

Voici la liste des personnes que je fais s'abonner:

À L'USAGE DU MAGAZINE		COUPON D'ABONNEMENT (à remplir en lettres MAJUSCULES)	
1	5 6	30	NOM
A	7 8 9 10	60	PRÉNOM
11	16	B	7 8
17	20	9	NUMÉRO RUE APPARTEMENT 28
21	24	29	VILLE PROVINCE OU PAYS 49
25 26	27 29	☐ Chèque ou mandat postal ci-joint ☐ Veuillez me facturer	
		69	CODE POSTAL 74

À L'USAGE DU MAGAZINE		COUPON D'ABONNEMENT (à remplir en lettres MAJUSCULES)	
1	5 6	30	NOM
A	7 8 9 10	60	PRÉNOM
11	16	B	7 8
17	20	9	NUMÉRO RUE APPARTEMENT 28
21	24	29	VILLE PROVINCE OU PAYS 49
25 26	27 29	☐ Chèque ou mandat postal ci-joint ☐ Veuillez me facturer	
		69	CODE POSTAL 74

* Offre valide jusqu'au 31 décembre 1977

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

À L'OMBRE DES PROTONS EN FLEURS

Il n'est pas courant de voir pousser des tournesols dans un laboratoire de physique nucléaire et il est encore moins courant de voir des chercheurs appliquer les techniques de la physique nucléaire à l'étude du monde végétal. Pourtant, des expériences de la sorte ont bel et bien lieu depuis trois ans au Laboratoire du Van de Graaff de l'université Laval.

En effet, depuis trois ans, un groupe de chercheurs étrangers passe à chaque automne quelques semaines à l'université Laval afin d'effectuer des expériences portant sur les réactions de photosynthèse dans les feuilles de certaines plantes et sur les mécanismes de la circulation dans la plante des sucres produits lors de cette réaction.

Cette année, l'équipe, dirigée par David Fensom de l'université Mount Allison du Nouveau-Brunswick, comptait une dizaine de chercheurs venus du Canada, de l'Angleterre, de l'Écosse et de l'Australie.

Les chercheurs utilisent l'accélérateur de particules de l'université Laval pour bombarder avec des protons des atomes de bore. En captant des protons, les atomes de bore se transforment en carbone radioactif (^{11}C) qui possède une demi-vie de quel-

ques minutes et dont la désintégration libère un rayonnement très facilement détecté. Il s'agit ici, ni plus ni moins, que d'utiliser la technique assez connue des traceurs radioactifs. Une fois le bombardement terminé, on fait réagir le carbone marqué avec de l'oxygène afin de former du bioxyde de carbone (CO_2) qui sera donné à respirer à la plante. C'est donc des molécules marquées que les feuilles transformeront par photosynthèse en sucres, eux aussi marqués. Il ne reste plus ensuite qu'à suivre ceux-ci littéralement à la trace en plaçant des petits détecteurs tout au long de la tige, et en enregistrant le petit signal émis par chaque molécule de sucre dont un atome de carbone se désexcite.

Évidemment, d'une démarche qui semble relativement simple à l'obtention de résultats significatifs, il y a un long cheminement. Chaque série d'expériences produit un nombre impressionnant de données dont l'analyse se révèle souvent laborieuse. Les premières séries d'expériences ont porté sur le tournesol. Celles-ci ont permis de mettre en évidence des pulsations circulatoires régissant la distribution dans toute la plante des sucres produits dans

les feuilles.

Cette année, les chercheurs ont quelque peu raffiné leurs méthodes en utilisant cette fois-ci deux plantes. La première respire le gaz radioactif et le transforme en sucre marqué que l'on administre ensuite à la seconde plante. On peut, de cette façon, en injectant les sucres radioactifs à des endroits spécifiques, étudier avec plus de précision et avec un meilleur contrôle les mécanismes de la circulation de la sève.

Les chercheurs tentent maintenant de mettre en évidence certain produits inhibiteurs de la circulation végétale et d'étudier avec précision la nature et l'importance du rôle de ces produits. Évidemment, ces mécanismes d'une grande complexité restent encore mal connus et difficiles à analyser. Par contre, ces travaux fondamentaux peuvent facilement déboucher sur des applications concrètes où, par croisements judicieux ou toute autre opération, il deviendra possible

de favoriser chez certaines plantes les mécanismes de production de sucres.

L'équipe de David Fensom oriente maintenant ses expériences vers certains arbres et entend effectuer sur cet autre type de végétaux des expériences similaires à celles effectuées sur les tournesols. Des premières expériences ont permis de montrer, entre autres, que la sève circule environ dix fois moins vite dans les arbres que dans les tournesols. L'étude des arbres devrait être très intéressante et fournir un grand nombre de résultats aux applications éventuelles multiples.

Ces recherches ont intéressé un certain nombre de personnes à l'université Laval et certains chercheurs de la faculté de foresterie et de géodésie de l'université Laval entendent collaborer de près avec les scientifiques visiteurs qui devraient être de retour l'an prochain.

Jean-Marc Carpentier

ÉCOLOGIE

UN LAC PASSÉ AU PEIGNE FIN

Jacques Michaud, des Services de protection de l'environnement du Québec, se demandait bien, à la fin du printemps dernier, s'il aurait le feu vert et les budgets nécessaires pour entreprendre la grande opération «protection du lac Saint-Jean et du Saguenay».

Pour une fois, et à la suite d'un bulletin de santé rassurant émis par l'institut national de la recherche scientifique (INRS-Eau), les Services de protection de l'environnement avaient la chance de pouvoir prévenir plutôt que de jouer au pompier pour réparer les trop fréquentes catastrophes écologiques qui accablent les eaux québécoises.

Finalement, Jacques Michaud a obtenu les sommes nécessaires pour mettre en route, malgré un bon mois de retard, ce qui peut être considéré comme la première intervention d'envergure au Québec pour prendre les devants et protéger une richesse naturelle exceptionnelle, comme l'est le lac Saint-Jean (Voir QUÉBEC SCIENCE, juin 1977).

L'opération doit se dérouler sur plusieurs années, mais prévoit une première phase très importante d'acquisition de données de base sur la qualité des eaux du lac, de ses tributaires ainsi que du Saguenay. C'est cette partie du programme qui s'est réalisée cet été, accompa-

gnée d'une opération de détection des métaux lourds et d'un inventaire bactériologique des plages situées sur les rives du lac.

Plusieurs centaines de milliers de dollars ont été investis dans ces programmes et une douzaine de spécialistes et techniciens se sont employés, durant près de trois mois, à effectuer les prélèvements et analyses nécessaires pour parfaire leur connaissance du lac et des quelques problèmes qu'il subit déjà.

Sur le pied de guerre dès quatre heures du matin, les équipes grimpaient à l'aube dans leurs embarcations pour s'en aller recueillir les échantillons d'eau en une cinquantaine de stations sur le lac, ainsi qu'une trentaine sur le Saguenay. Que le temps soit brumeux qu'il fasse tempête ou que le moteur refuse de partir, il fallait que la tournée s'effectue dans le début de l'avant-midi, soit en même temps que le passage du satellite Landsat, à quelques centaines de kilomètres dans les airs.

Les données recueillies grâce aux satellites Landsat 1 et 2 devaient permettre d'établir une corrélation avec celles recueillies au sol mais, malheureusement, les trois quarts du temps les nuages et les pluies sont venus perturber les prises de



gordon shehyn

De la botanique à l'ordinateur

Le traitement par ordinateur des données recueillies par les détecteurs permet de visualiser sur écran cathodique, les pulsations circulatoires de la sève marquée au ^{11}C .

photos aériennes.

La qualité des eaux et par conséquent les conditions de vie aquatique ont été étudiées grâce à des paramètres physiques, comme la température, la conductivité, la turbidité ou la couleur apparente, grâce également à des paramètres chimiques tels que la présence d'azote, de phosphore ou l'alcalinité, grâce encore à des paramètres biologiques (chlorophylle, potentiel autotrophe, de fertilité, microflore, etc), sédimentologiques (carbone, magnésium, calcium, fer, arsenic, cobalt, manganèse, plomb, pesticides, etc) et bactériologiques, afin de détecter les bactéries coliformes et les coliformes fécaux.

Trois laboratoires situés au jardin zoologique de Saint-Félicien, aux installations de l'INRS-Eau à Saint-Gédéon et dans les locaux de l'Université du Québec à Chicoutimi ont servi à analyser rapidement le potentiel de fertilité, la présence de chlorophylle et le potentiel autotrophe. Des analyses plus élaborées, notamment sur la fertilité, se sont poursuivies au cours de l'automne.

Un passage du satellite a servi spécifiquement pour la détection des métaux lourds en suspension dans l'eau. Cette opération est doublée d'une détection analogue dans les poissons. Plus de 800 prises, représentant la majeure partie des 35 espèces qui vivent dans le lac Saint-Jean, sont en cours d'analyse. Une attention spéciale est portée sur les espèces mangées, avec examen particulier du filet comme du poisson tout entier.

Ce travail se greffe en fait sur un inventaire ichthyologique, réalisé par le service de l'aménagement de la faune, district du Saguenay-Lac Saint-Jean, du ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche.

Les rivières tributaires ont été passées au peigne fin elles aussi. Un programme d'échantillonnage biologique, bactériologique et physico-chimique a permis d'avoir des renseignements sur les conditions de vie aquatique, au niveau du benthos (ensemble des organismes animaux et végétaux qui vivent sur le sol sous-marin) comme du phytoplancton. Les rivières touchées ont été la Chamouchouane, la Ticouapé, la Mistou, la Métabétchouane, la Belle-Rivière, la Mistassini, les rivières A Mars et des Ha! Ha!, premières servies dans ce projet de deux ans.

À l'heure actuelle, les analyses se poursuivent et il faudra donc attendre encore quelques semaines pour en connaître les résultats. Il en va de même pour l'inventaire bactériologique des plages publiques, et de plusieurs qui sont privées, bien que les premiers indices laissent croire que la situation générale est meilleure que prévue. Quelques cas feraient exception, et en particulier une plage très fréquentée, mais dont les Services de protection de l'environnement refusent de dévoiler le nom pour le moment. En dehors de ce cas hypothétique et peut-être d'un autre, un premier coup d'œil sur les données recueillies fait dire à Jacques Michaud que les gens du lac Saint-Jean

ne verront pas leurs plages fermées l'été prochain. L'enquête se poursuivra sur les plages des tributaires et là il pourrait y avoir de moins bonnes surprises.

Les deux années à venir devraient permettre aux SPE de compléter l'inventaire bactériologique à la grandeur du bassin du Saguenay-Lac Saint-Jean,

ainsi que la collecte de données de base afin d'établir une problématique de l'eau dans la région, qui déboucherait sur des plans d'intervention. Mais cette fois-ci, intervention ne signifiera pas seulement réparation de dégâts, puisqu'elle consistera également en une véritable approche de protection pour l'avenir.

Michel Gauquelin

ENVIRONNEMENT

LA OUANANICHE DIT OUF!

La décision est prise: l'usine de pâte Kraft de la compagnie Donohue à Saint-Félicien au Lac Saint-Jean ne pourra déverser ses eaux usées dans la rivière Chamouchouane. La menace qui pesait sur la ouananiche du lac, dont 80 pour cent des reproducteurs viennent frayer dans la Chamouchouane, est donc écartée, au grand soulagement des biologistes et amateurs de pêche.

QUÉBEC SCIENCE avait fait état, au mois de juin dernier, des risques qu'engendrait l'arrivée du nouveau moulin à papier pour la survie de *Salmo Salar*, ce saumon d'eau douce qu'on appelle la ouananiche et qui fait les délices des gourmets comme des pêcheurs. Bien que fonctionnant selon les normes les plus avancées en matière de protection de l'environnement, la nouvelle industrie n'en déversait pas moins quelque 87 millions de litres d'effluent par jour dans la rivière. L'odeur, la couleur et la température de ces eaux usées pouvaient altérer les eaux réceptrices et ainsi décourager la ouananiche voyageant à la recherche de ses sites de reproduction.

Très vigilants sur ce dossier, les Services de protection de l'environnement du Québec avaient préparé une étude d'impact sur cette question, cherchant à convaincre de Donohue Saint-Félicien Inc. que les risques étaient trop élevés. De son côté, la compagnie prétendait le contraire en se fondant sur une autre étude, commandée par ses soins à la firme Beak de Toronto. Les deux rapports étaient strictement confidentiels et QUÉBEC SCIENCE avait eu toute la misère du monde pour en connaître les éléments essentiels.

Si l'on ne connaît toujours pas le contenu exact du rapport de Beak, il en va autrement pour l'étude des SPE, réalisée par Claudette Journault-Dupont, et qui a certainement incité le ministre délégué à l'Environnement à prendre la décision d'interdire le déversement dans la Chamouchouane.

Plusieurs faits ressortent particulièrement de cette étude très rigoureuse: une usine de pâte Kraft rejette près de 300 composés dans ses effluents, et cela après traitements. Ce sont plusieurs tonnes de lignine, de cellulose, d'hémi-cellulose et de solides en suspension qui sont déversées chaque jour. Avec de tels volumes, la rivière subit obligatoirement des coups.

Les qualités de la Chamouchouane retiennent également l'attention. Les analyses réalisées sur place et en laboratoire font dire à Mme Journault-Dupont qu'il s'agit là d'un type d'eau «qui demande une grande vigilance de la part des utilisateurs éventuels. Il y a un risque de déplacer l'équilibre auquel les organismes vivants aquatiques sont habitués».

Pour les SPE, les risques sont donc trop élevés, notamment au chapitre de la température des eaux, de leur couleur et de leur odeur. «Le facteur le plus important, qui risque d'intensifier l'impact résultant, est sans contredit la très grande sensibilité de la rivière Chamouchouane, lit-on dans le rapport. Ses eaux sont de type oligotrophe, peu tamponnées et de surcroît, atteignent de très fortes températures lors de la montaison de la ouananiche».

«Le saumon a jusqu'à maintenant pu franchir le dernier tronçon de la rivière sans trop de difficulté, même si la température de ces eaux frôlait parfois la température létale (entraînant la mort) (23,7 degrés), dû à l'absence d'autres nuisances».

«Les choses peuvent cependant changer... La qualité des eaux de la Chamouchouane sera modifiée par l'arrivée de l'effluent de l'usine. Ainsi, la couleur des eaux augmentera considérablement, ce qui provoquera un ralentissement de la vitesse de nage du poisson, l'obligeant à rester plus longtemps dans la zone aval des déversements».

«De plus, la température de l'eau augmentera de quelques dixièmes de degré centigrade. Il est possible que l'on assiste à



éditeur officiel du Québec

Cette fois, on peut prévenir

Même si le bulletin de santé du lac Saint-Jean est rassurant, cela ne suffit pas pour que l'on se désintéresse de ce lac. Jacques Michaud, des Services de protection de l'environnement, et son équipe ont donc entrepris une grande opération de «protection» du lac Saint-Jean et du Saguenay.

une augmentation plus imposante de la température, cela dépendra des mesures de protection qu'accorderont aux berges des rivières de tête les exploitants de la forêt domaniale de Roberval...

«Le risque que la ouananiche ne remonte plus frayer dans la Chamouchouane est donc très grand. Ce phénomène pourra entraîner la disparition presque totale de ces populations du lac Saint-Jean dans quelque 5 à 7 ans après la mise en opération de l'usine...»

L'auteur du rapport en vient donc à la conclusion qu'il faut étudier d'autres alternatives de déversement. L'une d'elles a cependant dû être abandonnée. Il s'agissait d'utiliser un chenal dans la rivière, les eaux usées l'empruntant et laissant ainsi le reste des eaux à l'état naturel. Malheureusement, les relevés effectués par télédétection ont montré que le chenal avait un tracé par trop fantaisiste, n'offrant aucune garantie.

Pour le moment, la seule alternative consiste donc à déverser

ailleurs que dans la Chamouchouane. La Donohue s'emploie à étudier d'autres sites et il n'est pas impossible que la Ticouapé soit utilisée, en aval de Saint-Méthode... À moins qu'on ne se décide à prolonger les canalisations jusqu'au lac Saint-Jean, là où les masses d'eau provenant de la Mistassini mettraient en circulation les effluents de l'usine.

Cela risque de coûter plus cher, mais la compagnie vient déjà d'économiser le 2,8 millions de dollars que devait coûter le diffuseur sur le site initial. Largement subventionnée, créatrice d'emplois, la Donohue Saint-Félicien Inc. ne peut échapper à une responsabilité sociale qui ne peut se marchander.

À titre de remerciement, les pêcheurs de ouananiche du lac Saint-Jean inviteront peut-être les membres du conseil d'administration de la Donohue à une partie de pêche... à la ouananiche.

Michel Gauquelin

CRIMINOLOGIE

LES VIOLÉES ACQUITTÉES

Contrairement à ce que prétend une théorie encore assez répandue, dans la tête des hommes du moins, les femmes ne sont pas responsables des délits sexuels qui sont perpétrés contre elles.

Elles ne provoquent pas l'agression, ni délibérément ni inconsciemment.

C'est ce que vient de démontrer un psychologue ontarien, Sheldon H. Geller, au terme

d'une étude effectuée sur les délits sexuels commis à Toronto avant, pendant et après la grève des transports en commun de l'été 1974. Les résultats de cette recherche ont été publiés dans *l'Hygiène mentale au Canada* (volume 25, numéro 1). Aux dires du chercheur, il s'agit là de la première démonstration empirique de la «non-culpabilité» de la femme agressée sexuellement.

Car s'il était vrai que la femme provoque de fait l'agression, s'est en effet dit Sheldon Geller, une grève des transports en commun constituerait une bonne occasion, pour ces prétendues victimes, de s'exposer à leurs agresseurs: la pratique de l'auto-stop, qui devient alors chose courante et même respectable, leur permettrait de s'exposer plus facilement qu'à l'accoutumée. On devrait donc assister, pendant la grève, à une recrudescence des délits sexuels contre les femmes (viols, tentatives de viol et attentats à la pudeur), ainsi qu'à une augmentation de la proportion de ces délits commis sur la personne d'auto-stoppeuses.

Par contre, si la théorie selon laquelle la femme n'est aucunement responsable de l'agression qu'elle subit est fondée, c'est seulement le nombre de délits commis contre des auto-stoppeuses qui devrait augmenter en période de grève des transports en commun: proies faciles d'accès, elles constituent des cibles de choix pour les délinquants qui ne font que

modifier leur façon d'atteindre leurs victimes. Ce qui veut dire de plus, toujours si cette seconde théorie se confirme, que le nombre total de délits sexuels ne devrait pas augmenter durant la grève: au fond, tout se passe comme si une ville donnée comptait un nombre assez constant d'agresseurs, et que seule se modifiait l'occasion qu'ils exploitent pour commettre leurs crimes.

La recherche menée à Toronto acquitte donc les femmes de toute complicité présumée dans les délits sexuels dont elles sont les victimes. Les chiffres le montrent bien. Au cours de la grève des transports, les délits sexuels contre les auto-stoppeuses se sont révélés neuf fois plus nombreux que d'habitude et représentaient 12,86 pour cent de l'ensemble des délits sexuels, comparativement à 1,59 pour cent avant et à 0 pour cent après la grève. Par contre, cet arrêt de travail n'a pas eu d'effet sur le nombre total de délits sexuels.

Ainsi innocentées par les statistiques — ce qui n'aura d'utilité que pour ceux qui les soupçonnent encore d'être toujours plus ou moins consentantes —, les femmes n'en sont pas pour autant à l'abri des agresseurs. Comment prévenir les délits sexuels, se demande donc le psychologue au terme de son analyse? La réponse à cette question est moins précise et les moyens suggérés dans les études passées en revue sont bien souvent contestés par les femmes ou les mouvements fémi-

"Avec vous, jusqu'aux bouts du monde"

Patrick et Hélène

Vous sentez le coureur des bois s'agiter en vous, votre "petite nature" peut supporter la vraie, la grande, il n'y a que des "bouts du monde" pour vous contenter et votre humour résiste à toutes les intempéries... Alors, ne rêvez plus d'aventure, vivez-la à travers nos huit destinations, et ce pour moins de \$1300, tout compris (départ du 24 déc. au 15 avril)



**CLUB
AVENTURE**
VOYAGES INC.

CLUB AVENTURE VOYAGES INC.,
399, boul. LABELLE, CHOMEDEY,
LAVAL H7V 2S5
TÉL.: 688-4632
(nous acceptons les frais d'appel)
détenteur d'un permis du Québec.

GUATEMALA: fêtes chez les Indiens de Nuevo Progreso (3 semaines)

AMAZONIE: descente en pirogue (4 semaines)

ANDES: expédition à dos de mule (4 semaines)

GALAPAGOS: découverte d'une faune unique (4 semaines)

MAROC: caravane de chameaux (3 semaines)

MEXIQUE: descente du canyon Del Cobre en canot pneumatique (3 semaines)

SENEGAL: découverte du fétichisme africain (4 semaines)

THAILANDE: la jungle à dos d'éléphant (4 semaines)

* tous les programmes sont aussi disponibles sur la base de 2 ou 3 semaines.

nistes. Certaines, par exemple, refusent cette «solution» qui consisterait à dire aux femmes de ne pas faire de pouce: c'est contribuer à entretenir une situation d'inégalité, de statut différent pour la femme.

En fait, et Sheldon Geller souligne l'intérêt de cette mesure préventive tant du point de vue fréquence que du point de vue gravité des délits, il faut «préparer la femme à faire face à un délinquant sexuel en cas d'agression». Puisqu'il cherche à intimider, elle doit se montrer

décidée, distante et ferme. Puisqu'il procède par menace, elle doit refuser de manifester de la peur. Et puisqu'il a recours à la contrainte et à la force, elle devrait savoir pratiquer un minimum de techniques de défense corporelle.

Toutes choses qui devraient permettre, espérons-le en tout cas, de lutter contre ce genre de délit, sans doute l'un des plus humiliants et des plus révoltants de ceux que notre société connaît.

Yanick Villedieu

GYNÉCOLOGIE

DES TUMEURS CONTRACEPTIVES

L'ablation de petites tumeurs hypophysaires, non cancéreuses, et qui auraient pu facilement passer inaperçues, a permis à de nombreuses femmes infécondes de retrouver une fertilité normale.

George Tolis, du département de gynécologie et d'obstétrique de l'université McGill, travaillait auprès de patientes souffrant d'écoulement anormal des seins (galactorrhée) et de pertes

sanguines hors de la période des règles (aménorrhée), des dysfonctionnements caractérisés par un taux anormalement élevé de prolactine dans le sang. Cette hormone est responsable de la lactation et de l'inhibition des gonades (ovaires chez la femme et testicules chez l'homme).

Tenant de faire disparaître ces symptômes en réduisant le taux de prolactine, il administra

d'abord à ses patientes une substance analogue à la L-Dopa: la bomocriptine. Effectivement, cette substance réduisit le taux de prolactine et augmenta la fertilité, mais dès que le traitement cessa, les symptômes réapparurent.

Il fallait donc chercher une cause organique. C'est alors que des examens plus poussés révélèrent dans de nombreux cas la présence de petites tumeurs jusque-là insoupçonnées dans la glande supervisant l'appareil hormonal: l'hypophyse.

L'ablation de ces tumeurs dont aucune, notons-le, n'était cancéreuse, permit aux patientes de redevenir fertiles. Le succès de ces opérations fut tel,

que quelques médecins allèrent même jusqu'à suggérer une investigation chirurgicale dans des cas où les rayons X n'avaient rien révélé. Effectivement, là encore de mini-tumeurs furent souvent identifiées et leur ablation permit d'obtenir les résultats escomptés.

Il est intéressant de noter que l'opération a aussi été tentée chez des hommes présentant un taux élevé de prolactine dans le sang. L'ablation de tumeurs leur permit de retrouver leur appétit sexuel et de vaincre certains problèmes d'impuissance, montrant bien que chez l'homme aussi, l'hypophyse ne supporte pas de tumeurs, fusent-elles non cancéreuses.

Georgette Goupil



Opérer à la tête pour rendre fertile

Plusieurs cas d'infertilité chez la femme seraient dus à la présence de petites tumeurs non cancéreuses sur l'hypophyse. Il suffit alors d'enlever chirurgicalement ces tumeurs pour que la femme recouvre sa fertilité.

VIENT DE
PARAITRE...

En vente \$2.00
à la F.Q.L.S.,
1415 est Jarry,
Montréal
H2E 2Z7

Collection
Neurones en loisir

Initiation
à
l'astronomie

Jean Vallières

Format
8 1/2 x 11
86 pages
Nombreux
dessins
et tableaux

FEDERATION QUÉBÉCOISE
DU LOISIR SCIENTIFIQUE

L'ASTRONOMIE,
une science passionnante
un loisir accessible

La Recherche a des lecteurs dans 82 pays : il doit bien y avoir une raison



La Recherche a une audience internationale parce que son contenu est international. Chaque mois, dans ses sommaires, des chercheurs du monde entier se donnent rendez-vous.

La Recherche est une revue interdisciplinaire : elle vous offre chaque mois une synthèse de tout ce qui se passe d'important sur tous les fronts de la recherche, de la biochimie à l'astrophysique.

Offre spéciale*

Je désire souscrire un abonnement d'un an (11 numéros) à *La Recherche* au tarif de **23 dollars** canadiens au lieu de **33 dollars**.

nom

adresse

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.

PARUTIONS RÉCENTES

**LA RAISON
DU PLUS FORT**
Traiter ou maltraiter
les fous?

Bernard de Fréminville, Seuil,
Paris, 1977, \$10.85

Si l'on en croit les belles histoires de la médecine et l'imagerie d'Épinal, la psychiatrie moderne est née avec le 19^{ème} siècle, quand le célèbre Pinel a libéré les fous de leurs chaînes pour remettre leur sort entre les mains de ceux qu'on appelait alors les aliénistes, quand il les a fait sortir de l'univers carcéral pour les faire entrer dans l'univers médical. Mais racontée par Bernard de Fréminville dans *La Raison du plus fort*, les débuts de la psychiatrie ne sont pas si roses qu'on voudrait le faire croire. Pour asseoir leur pouvoir thérapeutique en effet, les premiers psychiatres vont faire prévaloir le principe de l'isolement des fous dans des institutions spécialisées, institutions dont ils s'érigent en maîtres absolus: c'est à eux, et à eux seulement, que revient le droit de traiter les aliénés, de décider de leur sort et de leur avenir. Au nom de leur «science», ils vont de plus mettre au point —et utiliser— un incroyable attirail qu'on dirait directement emprunté à quelque manuel de torture moyenâgeux: bâillon-biberon, bouche d'argent, clef buccale, pince à mors, pompe stomacale, bains prolongés, bains de surprise, clitoridectomie, douches, fauteuil rotatoire, inoculation de la gale, plaies artificielles entretenues par des brûlures ou des produits chimiques, «médicaments» tels les vers de terre avalés à jeun, la poudre de pied d'élan, l'arrière-faux de premier-né desséché, la raclure de crâne humain, l'épine du dos d'un lézard rongé par les fourmis.

Plus d'un siècle durant, les résultats obtenus par les aliénistes seront à l'image des moyens qu'ils emploient: douteux. Mais avec les années 1930 apparaissent de nouvelles méthodes de traitement. Comme on avait observé qu'épilepsie et schizophrénie étaient incompatibles, on imagine le recours à des crises épileptiques artificiellement provoquées pour traiter la maladie mentale. Apparaissent donc successivement la méthode du choc par le cardiazol (inconvenient: elle donnait au patient «un épouvantable sentiment de mort imminente»), l'insulinothérapie (le coma était déclenché par une injection massive d'insuline) et, le 15 avril 1938, le tristement

célèbre électrochoc (dont un des «raffinements» portera le nom de «méthode d'anéantissement»).

Début 1952, c'est le début de ce que d'aucuns ont appelé «la révolution psychiatrique»: Henri Laborit découvre le 4560 RP, ou chlorpromazine, qui sera commercialisé sous le nom de Largactil. À ce neuroleptique en succèdent vite d'autres, puis viennent les tranquillisants et les antidépresseurs. Toute la pharmacothérapie des maladies mentales se développe à une cadence incalculable et sur des bases toujours empiriques —puisqu'on continue d'ignorer à quoi sont dues les maladies mentales et comment les médicaments agissent exactement.

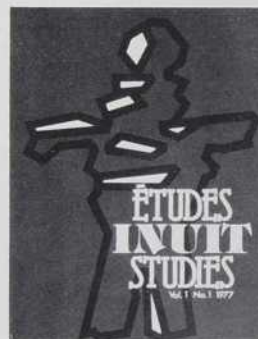
Dernière en date des innovations psychiatriques: la thérapie comportementale, qui connaît depuis le début des années 70 un succès foudroyant aux États-Unis. Elle aussi très empirique, peu orthodoxe aux yeux de nombreux théoriciens, elle ne sera sans doute pas non plus la solution miracle.

Car ce qui reste à faire au bout de presque deux siècles de psychiatrie moderne reste énorme: comprendre enfin la cause et les mécanismes de la maladie mentale, mettre au point des méthodes de traitement qui soient plus qu'empiriques ou cliniques.

Et peut-être, surtout, faire cesser ce terrifiant «silence des fous».

Yanick Villedieu

ÉTUDES/INUIT/ STUDIES



revue bi-annuelle de l'Association Inuksiitiit Katimajit, Québec, juin 1977, 170 pages, \$6.00 pour les particuliers, \$4.00 pour les étudiants

Une nouvelle revue vient d'être lancée par l'Association Inuksiitiit Katimajit, une corporation sans but lucratif qui regroupe des chercheurs qui ont un but commun de promouvoir, par la recherche ou par d'autres activités, le développement de la société, de la culture et de la langue inuit. L'association, logée au département

d'anthropologie de l'université Laval, agit comme éditeur en lançant sa revue. Le comité de rédaction et la revue elle-même sont bilingues.

Le but de cette publication est de permettre une approche anthropologique et une réflexion théorique à propos des sociétés inuit. Il s'agit donc de textes relatifs à des études globales et approfondies de chercheurs spécialisés dans ce domaine. Ces études sont faites dans le champ des sciences humaines et plus particulièrement de l'anthropologie. Des spécialistes québécois, canadiens, américains et européens collaboreront à la revue par des articles de fond, des notes de recherche, des informations scientifiques et des documents. Le public visé est composé principalement de professeurs, d'étudiants, de chercheurs, d'institutions, de bibliothèques et de personnes travaillant dans le domaine inuk ou qui y sont intéressés.

Dans le premier numéro, on peut lire un article de Robert Paine de la Memorial University of Newfoundland sur les colonisateurs et les colonisés dans l'Arctique canadien, un document présenté par Bernard Saladin d'Anglure, professeur d'anthropologie à l'université Laval, où une vieille Inuk d'Igloolik raconte à sa petite fille ses souvenirs les plus lointains qui remontent jusqu'au moment où elle était l'âme-nom d'un vieillard du nom de Savviutalik. L'Association Inuksiutiit favorisant les articles écrits en collaboration par plusieurs chercheurs et à supprimer la barrière hiérarchique entre les chercheurs-professeurs et les chercheurs-étudiants, on trouve plusieurs articles écrits par plusieurs étudiants ou des étudiants et des professeurs. Ainsi, quatre personnes ont collaboré à la rédaction d'un texte sur les aspects sémantiques et structuraux de la numération chez les Inuit. On apprend aussi dans les *Informations scientifiques* que le terme INUKSIUTIIT signifie «ce qui concerne les Inuit» et quels sont les buts de l'équipe de travail qui s'est donné ce nom.

La revue a de quoi satisfaire tous ceux qui s'intéressent aux Inuit. On peut se la procurer par abonnement au prix de \$14.00 pour les institutions ou de \$10.00 pour les particuliers et de \$6.00 pour les étudiants.

François Picard

INTRODUCTION À LA MICROMÉTÉOROLOGIE

A. Poggi, Masson, Paris, 1977, 146 pages, \$20.00

A. Poggi a longtemps travaillé comme chercheur en France au service de la Météorologie nationale puis au Laboratoire de glaciologie du Centre national de la recherche scientifique. Il est spécialisé dans l'étude des transferts air-sol pour laquelle il a mis au point plusieurs appareils de micro-météorologie. Ces appareils ont permis des mesures très précises des transferts d'énergie sur un sol enneigé ou un glacier et A. Poggi est ainsi plus en mesure d'expliquer avec un maximum de précision les échanges d'eau et d'énergie entre l'atmosphère et le sol, deux facteurs importants dans le contrôle de l'environnement et de l'écologie.

A. Poggi traite ici de la modélisation de l'atmosphère, des conditions d'apparition de la turbulence au voisinage d'une paroi, des transferts turbulents, de la couche limite dans un contexte naturel. Il termine son exposé en parlant des phénomènes radiatifs, c'est-à-dire les rayonnements du soleil, de la terre et de l'atmosphère ainsi que du bilan thermique à la surface du sol.

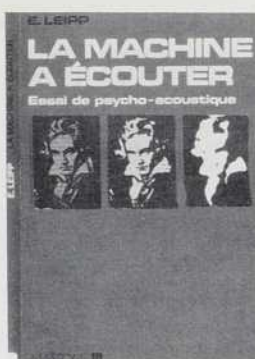
Son ouvrage est un exposé de synthèse et un manuel d'initiation pour étudiants qu'il a voulu rendre le moins ardu possible pour qu'il soit utile aussi bien aux météorologues qu'aux océanographes, aux climatologues, aux écologistes ou à des lecteurs avertis. Les calculs, équations et schémas sont nombreux, les explications sont claires et précises.

François Picard

LA MACHINE À ÉCOUTER

E. Leipp, Masson, Paris, 1977, 260 pages, \$21.25

L'auteur de cet «essai psycho-acoustique» est directeur de recherche au CNRS de France et responsable du Laboratoire d'acoustique de l'Université de Paris. Son ouvrage est hautement technique et s'adresse plutôt à des spécialistes en otologie, psychologie, physiologie et informatique. Dans une première partie, il expose les problèmes d'images, le schéma fonctionnel global du système auditif, la structure et la mécano-acoustique des oreilles externe, moyenne et interne, le cerveau comme centre informatique et le comportement acoustique de l'homme. Son



modèle est conçu de façon à être réalisable par les moyens actuels de la technologie électronique et informatique. Il arrive à la conclusion que «le système auditif capte et traite des images» et que l'autocorrélation sur images peut dorénavant être simulée. Dans la seconde partie, l'auteur traite de quelques problèmes spécifiques tels que l'émergence physique et perceptive des signaux ainsi que l'écoute de la musique, de la parole et du bruit. Une imposante bibliographie couvrant les bases pluridisciplinaires du système auditif complète cet ouvrage richement illustré de schémas, de tableaux et de graphiques.

Joseph Risi

LA CHIRURGIE ET L'ESTHÉTIQUE

Un médecin répond à vos questions

Dr Jean-Lucien Grignon

LA CHIRURGIE ET L'ESTHÉTIQUE



Jean-Lucien Grignon, Robert Laffont, collection «Comprendre pour guérir», Paris, 1977, 237 pages, \$13.30

Il ne s'agit pas ici d'un traité de chirurgie esthétique à l'adresse du spécialiste, mais bien d'un exposé populaire des nombreux problèmes psychologiques et opératoires que peuvent poser les malformations du corps humain dont l'élimination relève du domaine de la chirurgie correctrice. L'auteur cherche avant tout à amorcer le dialogue nécessaire entre l'expert en chirurgie plastique et la personne qui se prépare à subir une intervention de nature esthétique. Cette discussion se place sous le leitmotiv «Chaque corps est un poème et son chant est en lui-même». On comprend dès lors l'importance du facteur

psychique qui doit présider aux approches dans ce secteur particulier de la chirurgie qui ne connaît pas de miracles, mais qui s'inspire de la conscience des formes et de l'harmonie des diverses parties du corps humain, tout en essayant de combiner la satisfaction des opérés à la rigueur scientifique de l'art chirurgical.

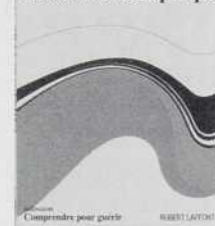
Joseph Risi

CRISES DE FOIE ET INSUFFISANCE HÉPATIQUE

Un médecin répond à vos questions

Dr Jacques Thiroloix

CRISES de FOIE et insuffisance hépatique



Jacques Thiroloix, Robert Laffont, série «Un médecin répond à vos questions», collection «Comprendre pour guérir», Paris, 1977, 248 pages, \$15.00

Les crises de foie n'existent pas. Et c'est pour le démontrer et le bien faire comprendre qu'un médecin leur a consacré ces 248 pages...

Mais entendons-nous bien. Le foie est un organe vulnérable, d'autant plus que ses diverses pathologies sont pour l'instant irréversibles. L'auteur n'a pas l'intention de nous convaincre du contraire. Mais il est essentiel de bien faire la part du mythe et de la réalité. Les troubles de digestion de votre tante lorsqu'elle mange du fromage, ou de votre cousin lorsqu'il bouffe un oeuf, ou de votre grand-mère qui ne peut plus se permettre la moindre gâterie, n'ont rien à voir avec leur foie. Il peut s'agir tout au plus de troubles de régulation biliaire (ou dyskinésies biliaires)... et encore! C'est l'exception!

Et la migraine que vous soignez peut-être encore par des «petites-pilules-Carter-pour-le-foie», n'est jamais provoquée par un trouble de cet organe. (Note: c'est plutôt l'inverse qui serait vrai).

D'une présentation pédagogique intéressante, en commençant par des études de cas qu'on cherche à solutionner tout au long du dossier, comme dans un roman policier, le livre de Jacques Thiroloix ne constitue pas une lecture réjouissante, tant les pathologies

sérieuses, et je pense surtout à la cyrrhose, y sont présentées dans toute leur horreur. De quoi vous dégoûter à jamais de l'alcool.

Mais les coups portent plutôt contre le mode de vie à la française. On a d'ailleurs l'impression que le livre a été écrit pour eux, et pour eux seuls, tant les mythes renversés et les commentaires sournois visent une mentalité qui, sous certains aspects, nous demeure étrangère. Malgré tout, comme les pathologies ne connaissent pas de frontière, le livre constitue, pour nous aussi, une excellente initiation à notre foie, et à l'hygiène de vie qu'il réclame.

Pierre Sormany

BIEN NAÎTRE

Michel Odent, Le Seuil, Paris, 1976, 155 pages, \$8.95

Après le poème de Leboyer, et pour le prolonger de façon peut-être moins bellement éthérée, voici un livre pour «institutionnaliser la naissance sans violence». Un livre qui nous permet de passer «d'une connaissance sensible à une connaissance rationnelle» de cette fameuse «méthode» qui n'a certes pas fini de faire parler d'elle. Un livre aussi qui se veut un témoignage, à la fois objectif et enthousiaste, de l'expérience vécue par l'équipe d'une maternité traditionnelle lors de sa «mutation» en maternité «à visage humain».

L'auteur, Michel Odent, est chirurgien. Il a été amené, il y a une quinzaine d'années, à prendre en charge la maternité d'un hôpital français. Réfléchissant au fil des ans à la «naissance confisquée», constatant que les naissances «normales» se faisaient de plus en plus rares à mesure que la technologie se faisait plus envahissante, l'équipe avait réagi par une certaine tendance à la démedicalisation de la naissance: rôle prééminent de la sage-femme, présence fréquente du père, caractère exceptionnel des accouchements déclenchés et des extractions instrumentales, section tardive du cordon, etc. Jusqu'à bien sûr la rencontre, déterminante, avec Leboyer, le «poète accoucheur». Une rencontre qui permettra une transformation en profondeur des pratiques de la maternité, une mutation de l'ensemble du personnel et l'avènement d'un nouvel art de naître.

Témoignage, le livre de Michel Odent constitue aussi un plaidoyer scientifiquement étayé en faveur de la naissance sans violence, qui repousse au passage les plus grossières objections faites à Leboyer. Et

qui montre aussi l'importance, la portée révolutionnaire de ce message. En fait, écrit Odent, «changer la vie, c'est d'abord changer la façon de naître». À lire donc, par ceux au moins qui veulent réfléchir plus avant sur les conditions actuelles de la naissance dans les sociétés industrialisées. Ou par ceux qui étaient restés imperméables à la poésie de Leboyer. Sans l'avoir lu de toutes façons.

Yanick Villedieu

LES FONCTIONS DU CORPS HUMAIN



Elsevier-Sequoia, dans la série «Introduction à la médecine», tome 2, Paris-Bruxelles, 1976, 236 pages, \$25.95

Cette collection se situe quelque part entre un traité de médecine et une œuvre de vulgarisation médicale. Elle s'adresse en particulier aux membres des professions paramédicales, aux étudiants de divers secteurs à base biologique, aux jeunes scientifiques en herbe, ainsi qu'à tout homme ou toute femme qui cherche à se renseigner sur la nature et le progrès de la médecine. Pour y arriver, il importe de connaître d'abord les divers aspects du corps humain sain et malade. C'est le but poursuivi par cette collection dont la marque n'est pas celle d'un traditionnel ouvrage scolaire, mais bien d'une facture scientifique accessible aux profanes. Le premier tome était consacré à l'étude des structures du corps humain alors que le tome 2 traite de ses fonctions. Les tomes subséquents exposeront les matières relatives à la maladie, la thérapeutique, la chirurgie et l'hygiène.

Le tome 2, écrit en collaboration par six médecins, s'attache donc d'une façon toute spéciale à la physiologie humaine; on y trouve des chapitres sur la nutrition et le métabolisme, la respiration, la circulation et l'élimination, le fonctionnement des sens ainsi que des systèmes nerveux et endocriniens. Le texte est richement illustré par des graphiques, des micropho-

tographies et des dessins schématiques d'une remarquable perfection qui vise à la fois la clarté d'un exposé scientifique et l'acquisition agréable de connaissances en biologie humaine.

Joseph Risi

L'HOMME RE-NATURE

Jean-Marie Pelt, Seuil, collection «Équilibres», Paris, 1977, \$11.95

Si l'on a déjà lu, et peut-être relu, les Dubos, Dumont, Illich, Lahont ou Rosnay, on a déjà compris le sens de la crise de l'avenir humain. La lecture de la plus grande partie de *L'Homme re-nature* par Jean-Marie Pelt, un professeur de biologie végétale à l'Université de Metz, peut paraître décevante. L'auteur, dans son volume, fait une brillante synthèse de la perception de la crise des sociétés industrielles par les grands penseurs de notre temps. Cette synthèse souligne toutes les questions cruciales de l'avenir de l'humanité, tous les choix fondamentaux auxquels est confronté l'homme moderne à ce point tournant de son évolution.

Le lecteur doit, cependant, attendre les troisième et quatrième parties du texte pour satisfaire la curiosité qu'a pu allumer en lui un titre particulièrement bien choisi. Les promesses d'un tel titre, doublées du sous-titre de promotion *Vers la Société Écologique*, risquent de décevoir un lecteur à la recherche des solutions proposées par l'approche écologique. Le texte du volume décrit plutôt le cadre de travail des écologistes de la seconde génération. Ces écologistes qui ne se contentent plus de dénoncer la rupture entre l'homme et la nature, mais qui cherchent un équilibre dynamique, tenant compte à la fois des régulations naturelles et de la liberté humaine.

L'auteur, fondateur de l'Institut européen d'écologie à Metz, fait partie de cette génération d'écologistes nouveaux. L'Institut fournit d'ailleurs un cadre de recherches et de réflexions pour des individus de toutes sortes, de toutes formations, de toutes classes désirant préciser l'approche socio-écologique esquissée dans ce premier grand livre de Pelt. Il faut espérer que les travaux de cet «atelier du futur» donneront lieu à une deuxième publication qui approfondira davantage le concept et les moyens d'une véritable société écologique.

André Delisle

Derniers livres reçus

Vaincre ses peurs

Lucien Auger
Les Éditions de l'Homme,
Montréal, 1977, 205 pages,
\$5.00

Le maternel singulier

Ilse Barande
Aubier Montaigne, coll. «La psychanalyse prise au mot»,
Paris, 1977, 263 pages,
\$9.95

Le travail de la femme au Québec

Francine Barry
L'évolution de 1940 à 1970,
Les Presses de l'Université
du Québec, Montréal, 1977,
80 pages, \$4.50

La griffe et la dent

F. Bel, G. Vienne, P. Montoya, P. Moinot
Denoël, Paris, 1977, 139
pages, \$34.95

Organe et fonction. Essai de biophilosophie

R. Bernier, P. Pirlot
Maloine-Doin-Edisem, coll.
«Recherches interdisciplinaires»,
Paris, 1977, 162
pages, \$24.50

Ways of the Six-Footed

Anna Botsford Comstock
Cornell University Press,
Ithaca et London, 1977, 152
pages, \$5.95

Analyse des données en marketing

J.-M. Bouroche
Masson, Paris, 1977, 184
pages, \$18.00

Sur la piste des Incas

Nicole et Herbert Cartagena
Robert Laffont, coll. «Les énigmes de l'univers»,
Paris, 1977, 318 pages, \$13.30

Préhistoire de la région de la Moisie

Daniel Chevrier
Les cahiers du patrimoine,
no 5, Direction générale du
patrimoine, ministère des
Affaires culturelles, Québec,
1977, 356 pages, \$5.00

L'inflation médicale. Réflexions sur l'efficacité de la médecine

Archibald L. Cochrane
Éditions Galilée, Paris, 1977,
185 pages, \$13.95

Bien nourrir son chien

Christian d'Orangeville
Les Éditions de l'Homme,
Montréal, 1977, 188 pages,
\$4.00

Bien nourrir son chat

Christian d'Orangeville
Les Éditions de l'Homme,
Montréal, 1977, 136 pages,
\$4.00

Races de chats, chats de race

Christian d'Orangeville
Les Éditions de l'Homme,
Montréal, 1977, 127 pages,
\$4.00

EN VRAC...

NON, VOUS N'ÊTES PAS BÊTE

Nommés en juillet dernier, les quatre comités chargés de l'élaboration du livre vert sur la politique québécoise de la recherche scientifique n'ont que jusqu'à décembre pour mener leur travail à bonne fin. Bien peu de temps, à vrai dire. De pareils délais ne permettront sûrement pas aux membres des comités de consulter le public... qui n'est pourtant étranger ni au financement, ni aux résultats de la recherche. À nos yeux, cette mise à l'écart du public constitue un anachronisme flagrant et nous invitons tous nos lecteurs à faire parvenir leurs suggestions au président du comité de coordination, **M. Fernand Dumont, Cabinet du ministre d'État au développement culturel, Hôtel du Gouvernement, Québec**. Ne vous gênez surtout pas pour écrire ce que vous pensez de la situation actuelle, ni pour faire preuve d'imagination sur les orientations à prendre. Les presque 100 000 lecteurs de QUÉBEC SCIENCE ne sont sûrement pas des incultes.

LES DÉFIS

DE LA SANTÉ COMMUNAUTAIRE

Ce ne sont pas de petits problèmes qu'aborderont les participants au congrès annuel de l'Association pour la santé publique du Québec, les 27 et 28 octobre prochains, au Holiday Inn de Sainte-Foy. En effet, sous le thème «Les nouveaux défis de la santé communautaire», les participants traiteront de l'amélioration de l'environnement (l'eau et l'énergie nucléaire), de la modification des comportements, des cancers, des maladies professionnelles et des problèmes de nutrition. Quiconque se sent assez costaud pour apporter une contribution à la solution de l'un de ces problèmes est prié de communiquer avec M. Jean Rochon, département de médecine sociale et préventive, université Laval, Sainte-Foy G1K 7P4. Ceux qui sont tout simplement intéressés par ces questions pourront s'inscrire comme participants au congrès.

L'INTÉRÊT CANADIEN

Le Conseil national de recherches du Canada vient d'annoncer la mise en branle d'un nouveau programme de

subventions dans des «domaines désignés d'intérêt national» à l'intention des chercheurs universitaires. Les trois domaines ainsi identifiés pour 1977-1978 sont l'énergie, l'océanographie et la toxicologie de l'environnement. Si vous oeuvrez dans le milieu universitaire et que l'information ne vous est pas encore parvenue, n'hésitez pas à communiquer avec le sympathique vice-président du CNRC pour les subventions et bourses universitaires, le Dr Bernard A. Gingras.

LE MOULIN À VENT DE BOEING

Le plus grand moulin à vent de l'histoire sera bâti au cours des deux prochaines années. La société Boeing dessinera, construira, assemblera, installera et mettra en service un système de génératrice électrique de 2,5 mégawatts actionnée par des pales de 91 mètres de diamètre. Conçue pour des sites ayant un vent moyen de 23 kilomètres/heure, la gigantesque éolienne devrait être complétée à la fin de 1979. Comptez sur nous pour vous en montrer une photographie si jamais un aussi gigantesque projet se concrétise et avis aux Don Quichotte modernes!

**SI
VOUS
DÉMÉNAGEZ
FAITES-NOUS LE DONC
SAVOIR**

NOM

numéro d'abonné

date d'entrée en vigueur

ANCIENNE ADRESSE

NUMÉRO RUE

APPARTEMENT

VILLE

PROVINCE ou pays

CODE POSTAL

NOUVELLE ADRESSE

NUMÉRO RUE

APPARTEMENT

VILLE

PROVINCE ou pays

CODE POSTAL

ROUILLE NUCLÉAIRE

La centrale nucléaire expérimentale Gentilly I est encore une fois paralysée (elle l'était encore au moment d'aller sous presse). En effet, la rouille a provoqué une fuite dans le système de refroidissement de l'eau lourde du réacteur, rapportait récemment notre collègue Gilles Provost du «Devoir». On a rencontré de telles difficultés pour maîtriser l'évolution de la réaction nucléaire dans ce réacteur unique en son genre qu'on a dû fermer la centrale pendant deux ans pour concevoir un système de commande complètement nouveau et beaucoup plus compliqué. Bien plus, les spécialistes de l'Énergie atomique du Canada Ltée auraient même décidé de ne plus jamais construire d'autres centrales semblables à Gentilly I. Voilà ce qu'on peut appeler une expérience concluante.

VIEILLESSE NUCLÉAIRE

700 ans après la fin du fonctionnement de la centrale nucléaire Gentilly II, la structure du réacteur sera encore dangereuse et cela, après une vie active de 30 ans. Sans compter le fait que la démolition des bâtiments devrait coûter plusieurs millions de dollars, force nous est de constater que 700 ans, c'est une bien longue hypothèque pour une vie utile aussi courte.

L'INTIMITÉ DU SOL

Deux techniciens du département des sols de l'université Laval, MM. Gilles

Richard et Gilles Grenier, sous la direction du professeur Gérard Bourbeau, ont réalisé des lames minces de sol (d'une épaisseur de 20 micromètres et d'une surface de 10 x 20 cm) sans déranger l'arrangement des particules de sol «propres aux divers horizons» (c'est-à-dire les couches successives de terre qui, par leur agencement, leur profil, caractérisent l'évolution d'un sol). Il s'agit là d'une première nord-américaine extrêmement intéressante. Car la grande dimension des plaques (tout est relatif!) facilite l'étude microscopique comparée des divers horizons et de leur structure intime. Cette nouvelle technique sera particulièrement utile pour l'étude minéralogique et physique des sols. Elle permettra aussi de localiser des sites d'échanges chimiques, en utilisant en parallèle des dosages réalisés à l'aide d'une micro-sonde. Comme quoi, de nos jours, même le sol n'a plus d'intimité!

LE SOMMEIL N'EST PAS RACISTE

L'homme entre dans un état de sommeil d'abord en fermant les yeux (vous vous y attendiez!) et en relaxant, permettant ainsi au pouls de se régulariser, aux ondes du cerveau de ralentir et à la température du corps, de s'abaisser graduellement. Dix minutes après, l'homme passe au second stade au cours duquel les ondes du cerveau s'allongent et provoquent un sommeil plus profond. Trente minutes plus tard, le dormeur parvient au troisième stade: les ondes ralentissent considérablement et la respiration devient plus égale. Les muscles se décontractent encore davantage par suite d'une baisse de la pression et de la température du corps. L'homme entre alors dans un profond sommeil. Il existe un quatrième stade atteint de moins en moins fréquemment à mesure que l'homme vieillit (à l'âge d'environ 35 ans, ce stade est généralement absent): les ondes du cerveau sont encore plus ralenties qu'au troisième stade et le sommeil est alors très très profond. À noter cependant que cette dernière phase ne dure que trente minutes. Passé les quarante-cinq premières minutes de sommeil, un cycle complet de quatre stades commence pour une durée totale de 90 minutes. Et il en va de même pour toute l'humanité, seuls les rêves différant d'un humain à l'autre!

en NOVEMBRE

Pierre Sormany terminera sa série d'articles sur le cancer en décrivant les armes mises au point pour lutter contre cette maladie

Avec Jean-René Roy, l'astronomie se joint à l'archéologie pour trouver une signification aux monuments tels que les menhirs d'Obélix

Jacques Brunet interviewait il y a quelques années Jean Rostand. Nous vous livrons les propos encore inédits de ce scientifique d'une époque révolue qui fut aussi un grand vulgarisateur

Pauline Gagnon analysera l'impact de l'automobile sur le milieu urbain

NE NOUS CHERCHEZ PLUS ABONNEZ-VOUS

Au tarif de \$15.00 (1 an / 12 numéros)*

- ☐ Je m'abonne
☐ Je me réabonne

pour années au magazine QUÉBEC SCIENCE.

C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1

À L'USAGE
DU MAGAZINE

COUPON D'ABONNEMENT
(à remplir en lettres MAJUSCULES)

1	5	6	30	nom	50		
A	7	8	9	10	60	prénom	80
11	16	B	7	8			
17	20	9	numéro	rue	appartement	28	
21	24	29	ville	province ou pays	49		
25	26	27	29	69	code postal	74	

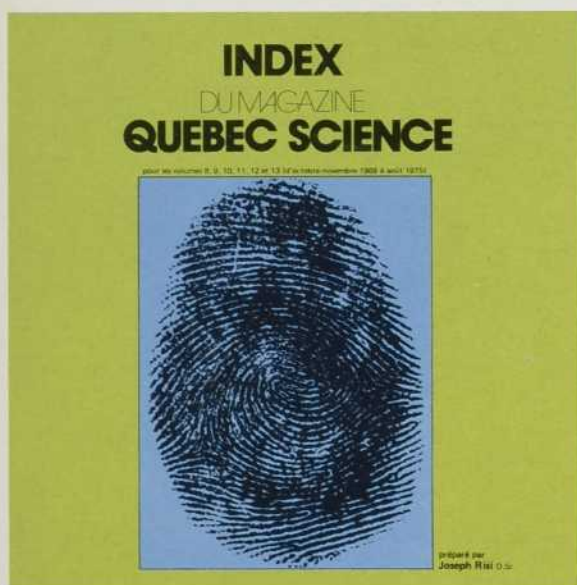
☐ Chèque ou mandat postal ci-joint

☐ Veuillez me facturer

* Tarif en vigueur jusqu'au 31 décembre 1977

RETROUVEZ-VOUS CHEZ NOUS

PROCUREZ-VOUS
L'INDEX DE QUÉBEC SCIENCE



Du volume 8, numéro 1, au volume 13, numéro 12, avec, en supplément gratuit, l'index des sujets traités dans les volumes 14 et 15

Plus de 850 articles répertoriés

Un instrument indispensable pour vos recherches

Volume relié, 20 x 20 cm, 100 pages, plus supplément

Disponible au prix de \$4.50 (plus \$0.50 pour les frais de livraison)

Profitez de l'occasion pour compléter votre collection, la plupart des anciens numéros de Québec Science étant encore disponibles.

À LA DEMANDE GÉNÉRALE

QUÉBEC SCIENCE A PROCÉDÉ À LA RÉ-IMPRESSION DE *DEMAIN LA SANTÉ*, par Yanick Villedieu, un dossier d'une envergure exceptionnelle.



296 pages, \$8.50

Fernand Seguin, «Science-réalité», Radio-Canada: «Un volume excellent et indispensable».

Anne Richer, «La Presse»: «On lit ce qu'on n'osait pas dire à haute voix».

Marie Laurier, «Le Devoir»: «Quiconque s'intéresse de près ou de loin à ce problème (la santé) ne saurait se dispenser de parcourir cette étude».

Ghyslaine Rheault, «Le Soleil»: «Tous les Québécois ne sont pas égaux, ni dans la vie, ni dans la mort. Plusieurs appréhendaient déjà cette vérité, mais voilà que Yanick Villedieu en donne la confirmation».

Pierre Sormany, «L'Actualité»: «Un premier bilan vulgarisé de notre état de santé».

☐ Veuillez m'expédier _____ exemplaire(s) de l'index du magazine QUÉBEC SCIENCE au prix de \$4.50 chacun (plus \$0.50 pour les frais de livraison).

☐ Ci-inclus mon paiement au montant de \$ _____

Nom: _____

Adresse: _____

Code postal: _____ Téléphone: _____

Chèques ou mandats postaux à l'ordre de QUÉBEC SCIENCE, C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1 (418) 657-2426

Yanick Villedieu
DEMAIN LA SANTÉ

Vivre et mourir au Québec
296 pages, \$8.50

☐ Veuillez trouver ci-joint un chèque ou mandat postal au montant de \$ _____ pour _____ exemplaire(s)

☐ Veuillez me facturer

Nom: _____

Adresse: _____

Code postal: _____ Téléphone: _____

QUÉBEC SCIENCE, C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1 (418) 657-2426

C'est quoi, le réseau de l'Université du Québec?

Rouyn, Hull, Montréal, Trois-Rivières, Québec, Chicoutimi et Rimouski. Tels sont les points d'ancrage du réseau de l'Université du Québec qui comprend dix établissements d'enseignement supérieur et de recherche implantés à la grandeur du territoire québécois. Dix unités constitutantes à vocation générale ou spécialisée, au service d'une région particulière ou du Québec tout entier.

Le Centre d'études universitaires dans l'Ouest québécois (CEUOQ) dans l'immense territoire de l'Outaouais et du Nord-Ouest.

L'Université du Québec à Montréal (UQAM), l'Institut Armand-Frappier (IAF) et l'École de technologie supérieure (ETS) dans la région de la métropole.

L'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) dans la Mauricie et les Bois-Francs.

L'École nationale d'administration publique (ENAP) et l'Université du Québec (UQ) à Québec.

L'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) au Saguenay, au Lac Saint-Jean, aux portes du Nord et sur une partie de la Côte-Nord.

L'Université du Québec à Rimouski (UQAR) dans l'Est du Québec et sur la Côte-Nord elle aussi, de l'autre côté du fleuve.

La Télé-université (TÉLUQ) et l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) un peu partout au Québec.

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec:
Service de l'information,
Université du Québec, 2875 boulevard
Laurier, Sainte-Foy, Québec. G1V 2M3
Tél.: (418) 657-2234



Université du Québec

C'est tout cela,
l'Université du Québec..