

LE MAGAZINE

SEPTEMBRE 74 ○ UN DOLLAR

# québec science

750

PER

J-69



## OÙ VA LE CLIMAT

TADOUSSAC, REFUGE DES BALEINES  
TROP PEU POUR LE SOLEIL — LA REVANCHE DES MOULINS À VENT

Depuis longtemps, «énergie électrique» et «hydroélectricité» sont pratiquement synonymes au Québec. C'était normal que nous mettions à profit des ressources qui nous appartiennent pour répondre économiquement à nos besoins d'énergie. Mais toute bonne chose a sa fin: en admettant que nous employions la totalité de nos ressources hydroélectriques utilisables, il restera à trouver à une ou d'autres sources, d'ici l'an 2000, un supplément de 30 000 à 45 000 mégawatts. Le nucléaire a déjà sa place chez nous, et il faut prévoir que son rôle ira en s'accroissant.

Gentilly 1 constitue actuellement la seule centrale nucléaire québécoise. Elle représente environ 2% de la puissance totale dont l'Hydro-Québec dispose, c'est-à-dire de la somme de sa puissance installée et de la puissance garantie qu'elle obtient par contrat. Cette centrale est un prototype qui appartient à l'EACL (Energie atomique du Canada, Limitée) et est exploitée par l'Hydro-Québec.

# GENTILLY 2

Au début de 1972, la Commission de l'Hydro-Québec fixait ses critères en vue du choix d'un type de réacteur nucléaire pour Gentilly 2, la première centrale de son programme nucléaire commercial. Le réacteur requis devait:

- 1) être de conception fiable et comporter des éléments éprouvés;
- 2) offrir une puissance nominale de 600 mégawatts;
- 3) être mis en service commercial en janvier 1979.

Une autre condition importante stipulait que cette centrale devait pouvoir être reproduite à plusieurs exemplaires tout en conservant une disposition similaire des divers éléments qu'elle comporte.

Vers le milieu de 1972, l'Hydro-Québec demandait à l'EACL et à CANATOM de préparer, en collaboration avec ses propres services techniques, un rapport d'avant-projet concernant une centrale nucléaire satisfaisant aux exigences précitées et pouvant être sise dans le voisinage immédiat de Gentilly 1.

À la suite de la présentation de ce rapport, l'EACL se vit confier le rôle de consultant pour l'aspect nucléaire de la réalisation, et CANATOM pour l'ingénierie classique, l'Hydro-Québec assumant la gérance du projet.

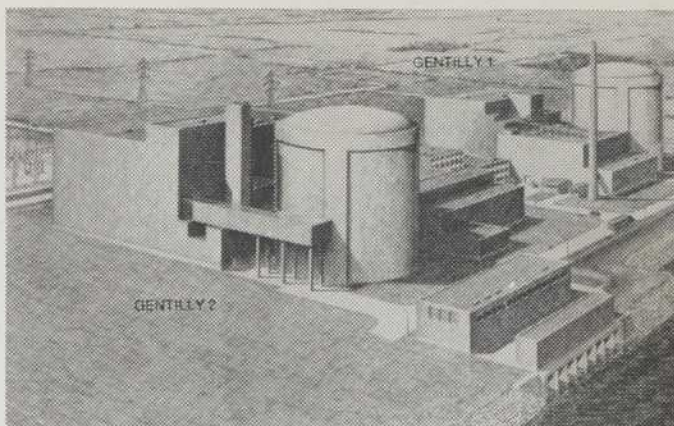
Une approbation de l'emplacement et une licence de construction devaient être obtenues de la Commission de contrôle de l'énergie atomique. Ces permis furent demandés au printemps 1973, et l'approbation de l'emplacement fut obtenue en août 1973. Par exception, elle permettait de procéder à l'excavation et aux premières phases des fondations du bâtiment du réacteur. A la mi-octobre, Gentilly 2 était mise en chantier.

La licence de construction nous a été accordée en avril 1974; et, depuis, le rythme des travaux va s'accroissant.

## DESCRIPTION SOMMAIRE

Gentilly 2 est située sur la rive sud du Saint-Laurent, à 120 milles environ au nord-est de Montréal, à peu près à 15 milles en aval de Trois-Rivières, plus précisément à l'est de Gentilly 1 à laquelle elle est adjacente. Tout près se trouve le Parc industriel du centre du Québec.

Gentilly 1 et Gentilly 2 partageront un système d'évacuation des eaux de refroidissement (nouveau) et une zone d'exclusion commune, mais seront en fait indépendantes l'une de l'autre.



La puissance de Gentilly 2 sera de 685 MW(e), comparativement à 266 pour Gentilly 1. Cette centrale sera du type CANDU-PHW (eau lourde pressurisée), c'est-à-dire du même type que toutes les autres grandes centrales nucléaires canadiennes à l'exception de Gentilly 1. Il s'agira donc d'une centrale utilisant des grappes d'uranium naturel comme combustible et de l'eau lourde comme modérateur et caloporteur.

Le bâtiment du réacteur comportant la calandre et les systèmes étroitement associés à la production de vapeur consistera en une enveloppe de béton cylindrique et étanche, capable de résister à des pressions internes de 18 lb/po<sup>2</sup> en cas d'accident, et limitant les fuites accidentelles à 0.5% de son volume par jour. Il comprend une membrane imperméable et un réservoir d'eau d'arrosage de 560 000 gallons imp. Ce réservoir est de conception nouvelle: il est façonné à même la structure de béton et situé de façon périphérique à l'intérieur du bâtiment. La jupe (mur cylindrique) sera réalisée au moyen d'un coffrage glissant, une technique qui s'est avérée efficace dans le cas de Gentilly 1. Deux ouvertures temporaires permettront d'introduire l'équipement, puis seront refermées en utilisant des vérins plats pour répartir uniformément les efforts dans le béton, lors de la précontrainte finale.

Les autres bâtiments et structures sont de type classique. Notons seulement que le bâtiment des services abritera, entre autres, la salle des commandes, la piscine destinée à recevoir le combustible usé, les réservoirs de déchets radioactifs et les salles de traitement de l'eau lourde; et qu'il est prévu que la station de pompage ainsi que la prise d'eau de Gentilly 3 seront annexées à celles de Gentilly 2, lors de son éventuelle addition.

Avec Gentilly 2, l'Hydro-Québec répondra, dès 1979, à une partie des besoins d'électricité québécois, tout en commençant déjà à vivre l'après-Baie-James. Le Québec entre donc dans une ère de transition en ce qui regarde l'énergie électrique: une ère qui sera marquée par l'aménagement de nos dernières ressources hydroélectriques intéressantes et par la préparation de l'époque nucléaire qui doit suivre. Gentilly 2, peut-on dire, c'est une centrale à la fois d'aujourd'hui et de demain.



## SOMMAIRE

### REPORTAGES

- Nos grandes baleines nationales** / Jean-Marc Fleury 24  
 Quelques-unes des plus grandes baleines au monde ont adopté le Fleuve Saint-Laurent

### SYNTHÈSES

- Où va le climat** / Benoît Drolet 18  
 Les habitants de la planète n'auront bientôt que le temps qu'ils méritent, trop sec, trop chaud, trop froid, trop...  
**Trop peu pour le soleil** / Fabien Gruhier 30  
 Notre étoile emprunte plusieurs voies détournées pour nous donner son énergie

- La revanche des moulins à vent** / Jean-Marc Fleury 36

Après l'eau, le vent va devenir notre deuxième source d'énergie naturelle renouvelable

### RUBRIQUES

- Courrier** 4

○ La densité des trous ○ Pessimisme électrique ○ Rationalistes vs parapsychologie

- Commentaire** 5

○ Place à l'énergie naturelle / Pr Thomas Lawand

- Actualité** 6

○ Le plein de méthanol ○ De bleuets à vin ○ Tentez l'expérience de bleuets en vin ○ Gentilly nucléaire, acte 2

- Environnement** 11

○ L'espion du Golfe ○ Pour sauver les Grands Lacs

- Santé** 14

○ Victoire sur le diabète ○ Le cancer; un retour en enfance ○ Haro sur le plomb

- La Science & les Hommes** 43

○ La responsabilité médicale ○ Les tout premiers Américains

- Parutions récentes** 46

○ Montréal en évolution ○ Les objets familiers de nos ancêtres ○ La petite flore forestière du Québec ○ Lexique anglais-français de l'électronique au Québec ○ L'Université dans une société éducative ○ Télétraitement par terminaux lourds

- Bibliographie** 47

- En vrac** 48

- Échec & maths** 50

Le magazine Québec Science, mensuel à but non lucratif, est publié par l'Université du Québec avec le soutien du ministère de l'Éducation et du 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. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. © Copyright 1974 - Le magazine Québec Science-Université du Québec. Dépôt légal, Bibliothèque nationale du Québec, troisième trimestre 1974. Courrier de deuxième classe, enregistrement no 1052.

### COMITÉ DE SOUTIEN

Bell Canada, M. René Fortier, vice-président exécutif, zone de l'Est. Banque de Montréal, M. R. Muir, vice-président et secrétaire, Institut de recherche de l'Hydro-Québec (IREQ), M. Lionel Boulet, directeur, La Brasserie Labatt Ltée, M. Maurice Legault, président.

Ainsi donc, tout le monde avait raison: les hivers se font plus rigoureux et les étés... pluvieux... Rassurons-nous, climatologues et météorologues sont à l'œuvre. À bourrer les ordinateurs de données. À observer, décortiquer, quantifier. Pour que la météo cesse de se comporter comme girouette au vent.

Volume 13, numéro 1, septembre 1974

#### LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE

##### Directeur

Jean-Marc Gagnon

##### Rédacteur en chef

Jean-Marc Fleury

##### Chef des informations

Benoît Drolet

##### Correspondant pour l'Europe

Fabien Gruhier

##### Conception graphique, montage et photographie

Jean-Pierre Langlois

##### Secrétariat et diffusion

Patricia Larouche

Françoise Ferland

##### Impression

L'Éclaireur Ltée, Beauceville

##### Distribution en kiosques

Les Messageries Dynamiques Inc.

(514) 332-0680

##### Publicité

Agence de ventes publicitaires A.F. Inc.

2860, des Quatre-Bourgeois

Sainte-Foy, Québec G1W 2K6

(418) 658-0002

##### Abonnements

(1 an / 12 numéros)

Tarif régulier: \$8.00 / Tarif étudiant: \$6.00\*

À l'étranger: \$15.00 / À l'unité: \$1.00

##### Port de retour garanti

LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE

Case postale 250

Sillery, Québec

G1T 2R1

Tél.: (418) 657-2426 / Téléc.: 011 3488

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

\* Ce tarif s'applique également aux groupes et organismes qui commandent plus de dix (10) abonnements en même temps.

## COURRIER

### LA DENSITÉ DES TROUS...

J'e suis un lecteur assidu de votre revue QUÉBEC SCIENCE. Votre article: «Des trous dans le ciel» m'a particulièrement intéressé. Il y a toutefois un point qui demeure obscur à mes yeux: il s'agit de la dernière partie du développement de la formule ayant rapport à «l'horizon des événements»:

$$\rho = \frac{M}{\text{Volume}} = \left(K \frac{M}{r^3} = K \frac{M}{M^3}\right) = \frac{1}{M^2}.$$

J'ai bien tenté, avec plusieurs de mes amis, de comprendre la relation:

$$\left(K \frac{M}{r^3} = K \frac{M}{M^3}\right) = \frac{1}{M^2};$$

mais sans succès. Nous aimerions avoir de plus amples explications concernant cette formule.

**Bernard Fournier**  
Étudiant

*La conclusion qu'il faut tirer de cette relation, comme il était mentionné dans le texte, c'est que la densité (ou masse spécifique) d'un trou noir est inversement proportionnelle au carré de sa masse.*

*En toute rigueur, il aurait fallu écrire:*

$$\rho = \frac{M}{\text{Volume}} = \frac{M}{4\pi r^3} = K \frac{M}{r^3},$$

$$\text{où: } r = \frac{2GM}{c^2}.$$

*On a donc:*

$$\rho = K \frac{M}{2GM^3} = K \frac{c^6 M}{8G^3 M^3} = K' \frac{1}{M^2}$$

$$\text{où: } K' = \frac{3c^6}{32\pi^3 G^3}.$$

*Ainsi, en conclusion, on obtient:*

$\rho \propto \frac{1}{M^2}$  ce qui signifie que la densité est inversement proportionnelle au carré de la masse.

*Cette explication pourra sans doute jeter un peu de lumière sur le problème des trous noirs, tel que vous le soulevez.*

### N.D.L.R.

Nous invitons nos lecteurs à nous faire part de leurs RÉACTIONS sur les sujets abordés dans chaque numéro et à formuler leurs suggestions et commentaires. Une seule adresse:

MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE  
Case postale 250  
Sillery, Québec G1T 2R1

### PESSIMISME ÉLECTRIQUE

J'ai lu avec intérêt l'article intitulé «Les électrons dans votre moteur» par Fabien Gruhier. C'est une revue très détaillée des sources d'emménagement d'énergie électrique que la technologie peut mettre à la disposition des constructeurs de voitures électriques. Je n'entends pas revenir sur le sujet.

Mes commentaires ont trait surtout à la conclusion fort pessimiste de cet article sur l'avenir de la voiture électrique. Depuis déjà plusieurs années, il était bien évident à tous les ingénieurs électriciens que la voiture électrique ne pourrait pas avoir les performances de la voiture fonctionnant au moyen d'un moteur à combustion dans un avenir prévisible. C'est pourquoi des chercheurs ont proposé d'intégrer la voiture électrique à un système de transport personnalisé rapide à mode double.

Ceci consiste à utiliser des voitures électriques autonomes dans les rues du centre ville, puis à les raccorder à des chariots d'un système du type «transport personnalisé» pour parcourir des distances supérieures à 4 ou 5 milles. Ce chariot se déplace grâce à l'énergie fournie par le réseau électrique publique. Il atteint facilement des vitesses comparables à celles de la voiture à combustion. De plus, au cours de ce trajet la batterie de la voiture se recharge. Une fois rendue à la destination choisie, la voiture redevient autonome.

On conçoit donc qu'un tel système offre une solution fort avantageuse aux problèmes de la pollution des grandes villes et de la mobilité entre les banlieues et le centre ville. Sa réalisation ne présente pas de grandes difficultés techniques. Du point de vue socio-économique, la crise de l'énergie rend cette solution encore plus attrayante.

**Dr Jules O'Shea**  
Chef, section Automatique  
Département de Génie électrique  
École Polytechnique

### RATIONALISTES vs PARAPSYCHOLOGIE

Face à l'invasion actuelle des charlatans dans les media de communication, je me demandais combien de temps votre magazine pourrait tenir dans le droit chemin de la raison et de l'information scientifi-

que sérieuse. J'ai eu ma réponse dans votre dernier numéro (celui de juin 1974) où vous avez laissé passer l'inqualifiable article «Feu vert à la parapsychologie» par un certain A. Dorozynski.

On se serait cru revenu aux plus mauvais jours de la revue Planète de triste mémoire. Rien n'y manquait: affirmations douteuses, sollicitation des faits, preuves qui ne prouvent rien, paranoïa envers la science officielle, etc, etc.

Cette littérature de mauvais goût donne elle-même sa juste mesure quand elle affirme sans rire: «Les chercheurs les plus enthousiastes, en effet, obtiennent les meilleurs résultats, alors que les sceptiques ont, le plus souvent, des résultats négatifs...» (p. 22).

Ces contes à dormir debout ont souvent été réfutés par plusieurs personnalités bien connues du monde des sciences. À ce sujet, je vous conseille de lire les ouvrages suivants:

- 1— sur l'ensemble de la question: Jean Rostand, *L'Homme*, coll. Idées, Gallimard (p. 162)
- 2— sur les «méthodes de recherches» en parapsychologie: Roger Imbert-Nergal, *Les Sciences occultes ne sont pas des sciences*, Publications de l'Union Rationaliste, 24 rue des Grands-Augustins, Paris 6e
- 3— sur les travaux du célèbre Dr Rhine: Martin Gardner, *Fads and Fallacies in the name of science*, Dover Publications (M. Gardner est collaborateur à la revue Scientific American)
- 4— sur les prétendues découvertes faites en Russie: Vladimir Lvov, *La télépathie démasquée*, Les Cahiers Rationalistes, no 281, 16 rue de l'École Polytechnique, Paris 5e

Evry Schatzman, Critique du livre *Fantastiques recherches parapsychiques en U.R.S.S.*, Les Cahiers Rationalistes, no 304, p. 84  
R. Imbert-Nergal, idem, no 310, p. 384.

Pour ceux qui trouvent «le fun» que l'on investisse du temps et de l'argent dans de telles «recherches», j'aimerais leur rappeler que des maux bien réels et pressants nous affligent chaque jour faute des ressources nécessaires pour y remédier; pensez-y quand vous verrez l'un de vos proches atteint de cancer...

**Louise Martin**  
Professeur  
Département de Mathématiques  
UQTR

# place à l'énergie naturelle

par Thomas Lawand

Directeur de l'Institut de recherches Brace  
Université McGill

L'Institut de recherches Brace a été fondé en 1961 grâce à une donation du Major James Brace. Il voulait que l'on étudie les moyens de fertiliser les terres arides.

Depuis, nous avons continuellement cherché à inventer des méthodes auxiliaires de l'agriculture d'une conception simple, les régions arides étant la plupart du temps dans des pays pauvres. En pratique, cela mène à l'utilisation d'énergies naturelles renouvelables disponibles sur place, le

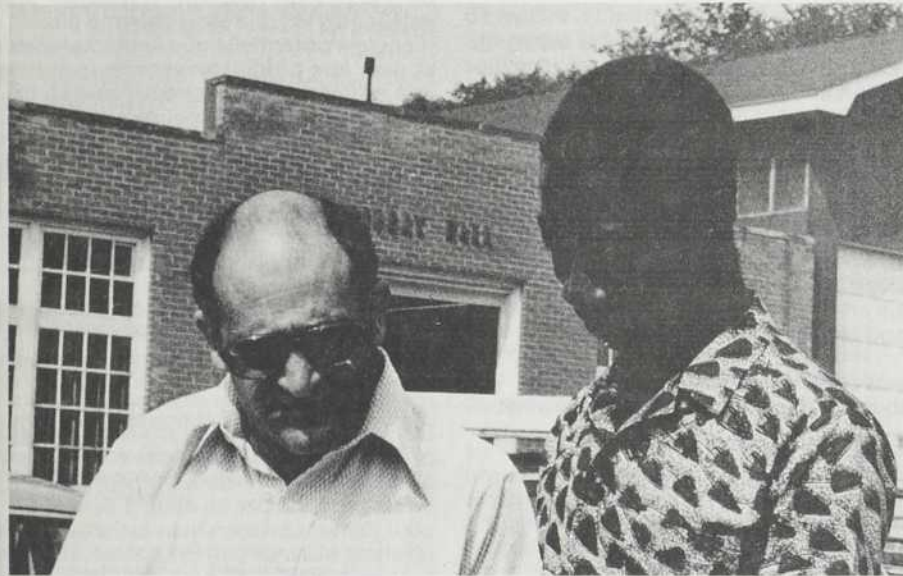
tenant au tour des gouvernements de porter attention à notre recherche. Ainsi, en juin dernier, on m'a invité à témoigner devant le Comité du Sénat américain sur les Affaires intérieures afin de discuter la mise sur pied d'un centre de recherche en énergie solaire. Ce centre devrait être doté d'un budget de 600 millions de dollars pour ses seules quatre premières années d'existence. Le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie du Canada, de son côté, nous a donné \$5 000

uniquement sur la quantité maximale d'énergie contenue dans le combustible, n'aurait qu'une efficacité réelle de 3 pour cent. On nous affirme que la filière canadienne Candu est plus efficace, j'espère bien que c'est le cas. Par contre, l'énergie nette des installations solaires est beaucoup plus élevée, du seul fait qu'il entre très peu d'énergie dans leurs matériaux.

Je crois qu'il faut garder nos précieuses ressources énergétiques non renouvelables pour des utilisations essentielles. Ainsi, un nombre limité de centrales nucléaires de l'Hydro-Québec pourrait continuer à alimenter les grands centres industriels. Les habitations, de leur côté, devraient le plus possible s'alimenter individuellement, à partir du soleil ou d'autres sources renouvelables. Nous pouvons, par exemple, employer dès maintenant des systèmes de chauffage hybrides soleil-électricité et soleil-combustible fossile. Pour les fermes, nous construisons présentement un moulin à vent peu coûteux capable de débiter 1,5 kilowatt.

Tous nos projets visent à rendre les gens moins dépendants de grands systèmes complexes. Plus il y aura de monde qui produiront leur propre énergie, plus il y en aura qui auront réussi leur «éducation énergétique». Déjà nous avons expérimenté avec succès une serre spécialement conçue pour le climat du Québec. Elle utilise plus efficacement l'énergie solaire de façon à économiser le chauffage et accroître la production végétale. Il faut espérer qu'un grand nombre d'individus s'emparent de cette technique dans un pays qui importe une très grande part de ses fruits et légumes.

Mais tout cela n'est qu'un début. La mise au point du réacteur canadien Candu a duré des années et coûté 30 milliards de dollars. Il faudra aussi une trentaine d'années et autant d'argent avant qu'on puisse exploiter l'énergie naturelle renouvelable avec la même efficacité. Les gouvernements doivent donc prendre des décisions le plus tôt possible. Nous avons la grande chance d'être un pays riche en énergies classiques, mais pour combien de temps encore? ●



Le Pr T. Lawand, directeur de l'Institut de recherches Brace, discute du fonctionnement d'un capteur solaire avec un stagiaire.

vent et le soleil. En effet, même dans les régions les plus dépourvues, un moulin à vent peut pomper l'eau des nappes souterraines ou celle de la mer. Dans ce dernier cas, et dans les régions favorables, l'énergie du soleil est toute indiquée pour distiller cette eau salée en eau douce. De plus, l'énergie solaire chauffe l'eau des besoins domestiques, sèche les récoltes et cuit les aliments.

Tout dernièrement, la soi-disant «crise de l'énergie» a suscité beaucoup d'intérêt pour nos travaux chez les pays dits développés. Après les jeunes gens, c'est main-

pour indiquer les domaines d'études souhaitables pour le Canada en énergie solaire et éolienne.

Dans tous les pays, il faut s'efforcer d'attribuer un indice d'efficacité nette à chaque mode de production d'énergie. E.J. Hoffman, aux États-Unis, a démontré que si l'on tenait compte de tous les efforts déployés pour construire les centrales nucléaires américaines, la production nette d'énergie pourrait être dix fois plus faible que l'efficacité officielle. Une centrale annonçant une efficacité thermique de 30 pour cent, en s'appuyant

# LE PLEIN DE METHANOL

Il existe une solution immédiate au problème de la pénurie du pétrole. Pour ne rien gêner du tout, cette solution permettrait aussi d'éliminer, en bonne partie, la pollution automobile. C'est très simple: il s'agit d'utiliser un carburant connu depuis fort longtemps: le méthanol (alcool méthylique). En mai 1973, à une réunion de la Society of Automotive Engineers, tenue à Détroit, les résultats d'une étude exhaustive des combustibles et carburants ont été divulgués. Il ressort de cette étude que le méthanol constitue un candidat sérieux qui devrait éventuellement prendre la place du pétrole comme carburant; il est même supérieur à l'hydrogène, sous ce rapport.

Formé de deux molécules d'hydrogène ( $H_2$ ) et d'une molécule de monoxyde de carbone (CO), le méthanol ( $CH_3OH$ ) possède donc plusieurs des «vertus» de l'hydrogène pur. Il peut être fabriqué à partir de presque n'importe quel autre combustible: gaz naturel, pétrole, charbon, schistes bitumineux, bois, ou déchets urbains. Ainsi, une économie au méthanol serait d'une grande souplesse et pourrait puiser à plusieurs sources à mesure que les conditions d'approvisionnement se

modifient (on n'aurait plus à mettre toutes ses huiles dans le même bidon). De plus, le méthanol peut facilement être stocké dans des réservoirs conventionnels et expédié de façon tout aussi classique. On peut aussi — et ce n'est pas le moins important — en ajouter, dans une proportion d'environ 15 pour cent, aux carburants actuellement en usage, sans pour cela effectuer de modifications aux moteurs. Un mélange essence-méthanol permet une économie accrue, en terme de coût du carburant, une diminution des gaz d'échappement et de meilleures performances dans le cas des moteurs à combustion interne. Le méthanol peut aussi être brûlé proprement pour satisfaire de nombreux besoins en carburant et est très approprié aux piles à combustible (pour générer de l'électricité).

Mais comment peut-on fabriquer cette panacée?

Jusqu'en 1925, on produisait le méthanol à partir de la distillation du bois. Depuis lors, on en fait une synthèse plus raffinée. Entre autres, la combustion du méthane (gaz naturel qui peut être obtenu directement de la décomposition des déchets naturels) permet d'obtenir du méthanol de haute qualité. Ainsi, tout en réduisant le problème de l'élimination des ordures ménagères, il est possible de produire assez de carburant pour subvenir au besoin en énergie des automobiles de tout le continent nord-américain.

Dans cette veine, le «convertisseur de rebus par oxygénation» est très promet-

teur. Son principe de fonctionnement est illustré au diagramme suivant. Les rebus sont versés directement dans la gueule du four. De l'oxygène, injecté au bas, crée une zone de fusion où la température peut atteindre  $1\ 500^\circ C$ ; à cette température, les métaux et morceaux de verre qui encombraient les précieux débris fondent et s'écoulent dans une cuve collectrice. Le carbone se consume et produit du monoxyde de carbone (CO). En traversant les dépôts de déchets, ce dernier provoque la dissociation des hydrates de carbone et des plastiques en divers composés dont: l'hydrogène, le bioxyde de carbone et le méthane. Se combinant à l'hydrogène ainsi dégagé, le monoxyde de carbone forme le précieux méthanol.

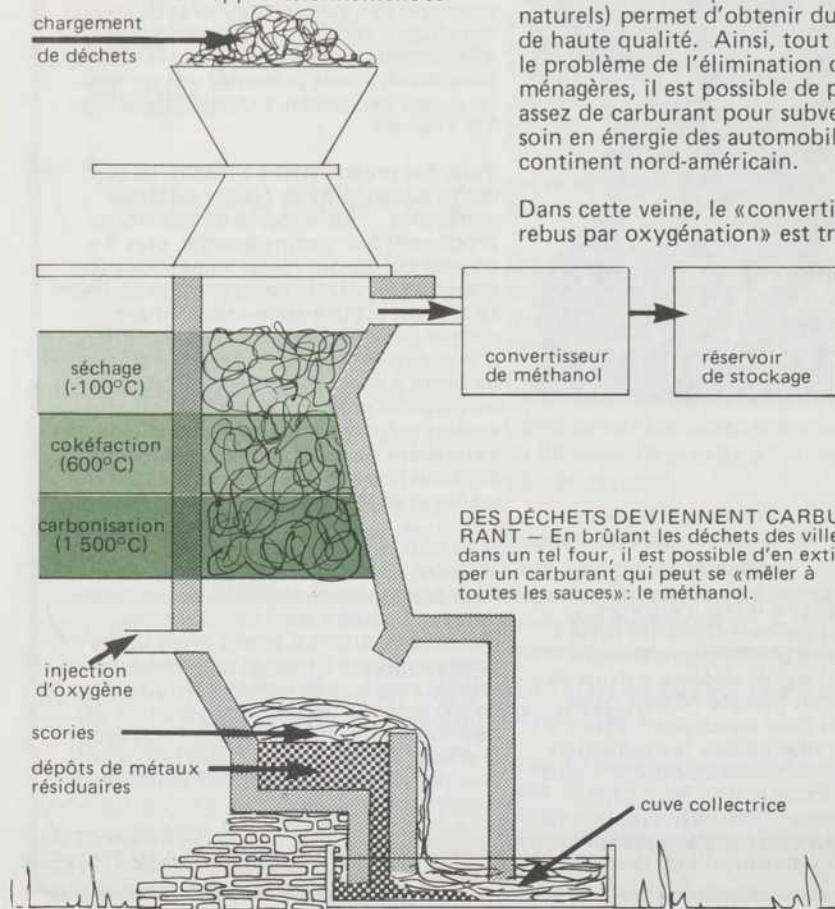
Dans ce procédé, le rendement peut être accru d'environ 50 pour cent si de petites quantités d'autres alcools sont tolérées dans le produit fini. Un tel mélange, appelé méthyl-carburant, renferme plus d'énergie potentielle que le méthanol pur et peut être produit en grandes quantités et à moindre coût, sans pour cela constituer un carburant de moindre qualité.

Un moteur à combustion interne de type courant peut facilement être converti à un régime au méthanol ou au méthyl-carburant. Pour y arriver, il suffit de réduire le rapport air-carburant et d'assurer une bonne recirculation des gaz d'échappement vers le carburateur. Cette conversion pourrait se chiffrer à environ 100 dollars pour une automobile conventionnelle.

Des chercheurs du Massachusetts Institute of Technology, utilisant des voitures tout à fait conventionnelles, ont vérifié les effets produits par un apport de 5 à 30 pour cent de méthanol au carburant. Les résultats obtenus parlent par eux-mêmes: économie de 5 à 15 pour cent de carburant, réduction de 10 à 70 pour cent des émissions de monoxyde de carbone, et accélérations accrues par environ 10 pour cent.

Ce méthanol, tout feu tout flamme, fait miroiter d'intéressantes possibilités tant au plan économique qu'au plan écologique.

La gestion des ressources énergétiques est la gestion du «sang» de notre économie et celles que soient les sources futures d'énergie, elles doivent se marier le mieux possible avec l'environnement et les solutions techniques disponibles, dans un cadre économique réaliste. Ainsi, il faut prévoir au cours des prochaines années de vigoureuses polémiques sur les vertus de divers carburants. ●



# DE BLEUETS A VIN

Tentez l'expérience

## Bleuets en vin

À l'intention des œnologues amateurs nous publions ici un procédé qui permet d'obtenir une délicieuse boisson de bleuets.

► Choisir des bleuets sauvages nains (5,5 kilogrammes de bleuets donneront environ 5 litres d'un vin capiteux et fruité).

► Écraser les fruits à la main pour obtenir une pâte visqueuse et homogène. Éviter tout contact direct avec des surfaces en fer ou en cuivre.

► Ajouter 1,25 litre d'eau pour chaque kilogramme de fruits.

► Incorporer 0,2 gramme de métabisulfite de potassium (ou de sodium) pour chaque litre du mélange obtenu. Cette opération a pour but d'empêcher le brunissement du vin et une mauvaise fermentation par les levures sauvages et autres micro-organismes. Ajouter aussi quelques gouttes de pectinol, enzyme qui liquéfiera le mélange.

► Bien mélanger le tout et laisser reposer durant 24 heures, à la température à laquelle se fera la fermentation (environ 20 degrés Celsius).

► Dissoudre du sucre (blanc ou brun au goût) dans une petite quantité du mélange eau-bleuets. Pour chaque litre du mélange eau-bleuets, 230 grammes de sucre produiront un vin alcoolisé à 13 pour cent en volume.

► Ajouter 0,5 gramme de phosphate d'ammonium dibasique, et aussi, 0,1 gramme de thiamine pour chaque litre du mélange eau-bleuets.

► Ajouter un sachet de levure à vin par 5 litres du mélange.

► Laisser fermenter à température constante de 20 degrés Celsius. De plus, le «chapeau» formé par les peaux de bleuets qui remontent à la surface doit être recalé quotidiennement. L'utilisation d'une trappe à gaz ou d'une bonde est fortement recommandée, pour que l'air ne s'infilte pas dans le contenant à fermentation.

► Après 2 à 5 semaines de fermentation, lorsque la levure s'est déposée au fond du contenant, le vin peut être siphonné et transvasé dans des bouteilles qu'il faudra remplir jusqu'au bord. Laisser ensuite reposer et déposer à la noirceur durant 3 à 6 semaines.

► Après que le vin se soit clarifié, siphonner et ajouter du sucre au goût. À une densité de 1 gramme ou moins par litre, il sera sec, à 10 grammes par litre il sera demi-doux et à 20 grammes par litre vous aurez un vin doux. Il faut ensuite ajouter 0,1 gramme de métabisulfite de potassium par litre de vin.

► Transférer le vin dans des bouteilles et pasteuriser en les plaçant dans de l'eau chauffée à 75 degrés Celsius. Garder les bouteilles complètement immergées, à cette température pendant environ 20 minutes.

Le tour est joué, il ne reste plus qu'à conserver les bouteilles de vin à la noirceur dans un endroit frais. L'opération suivante est laissée à votre discrétion.

À Dolbeau, au cœur du pays du bleuets, on mijote déjà un nectar qui ne manquera pas de faire vibrer les papilles gustatives des Québécois. La Compagnie JULAC Incorporée vient en effet de commencer la fermentation de ses premières cuvées de vin de bleuets.

Cette entreprise pourrait avoir une résonance favorable sur l'économie de la région du Saguenay Lac Saint-Jean. En effet, elle permettra enfin d'amorcer la transformation sur place d'une bonne partie des 5,45 millions de kilogrammes de bleuets qu'on se contentait autrefois de vendre à rabais à des compagnies multinationales de l'alimentation.

C'est le Dr R.E. Simard, du département des Vivres de l'université Laval, qui a été chargé des recherches en laboratoire. Dans un rapport intitulé «Production de produits alcoolisés à partir du bleuets», le Dr Simard relate les étapes qui ont permis de mettre au point le nectar que nous attendons avec impatience. Comme il le souligne, les vins de fruits revêtent une importance particulière dans les régions où les raisins ne peuvent arriver à maturité.

C'est le cas du Québec dans ses moindres recoins et déjà le bleuets nain ou *vaccinium angustifolium* y est occasionnellement utilisé dans la fabrication du vin-maison. Mais les bleuets du Saguenay Lac Saint-Jean, constitués principalement des espèces *vaccinium angustifolium*, espèce la plus répandue, et *vaccinium myrtilloïde*, peuvent aussi être utilisés pour la fabrication industrielle de produits alcoolisés.

Le Dr Simard et son équipe de chercheurs ont étudié cette possibilité et sont arrivés à cerner les meilleures conditions de fermentation et à mettre au point des procédés de fabrication de divers types de vin à partir des récoltes de la manne bleue du Lac Saint-Jean. Ces procédés portent sur la fabrication de vins, de liqueurs, de vermouth et de liqueurs de bleuets, de façon à permettre une production industrielle rentable.

Pour la fabrication du vin de bleuets, la méthode consiste à broyer des bleuets, sans toutefois en briser les graines, et à diluer la pâte visqueuse ainsi produite dans une quantité égale d'eau. Il faut ensuite ajouter 200 ppm (parties par million) de métabisulfite de potassium (ou de sodium), pour éviter le brunissement et une mauvaise fermentation du vin que pourraient provoquer les levures sauvages et autres micro-organismes. Du sucre est ensuite ajouté pour donner un potentiel de 12 à 16 pour cent d'alcool (2 pour cent de sucre par degré alcoolique, car le

fruit contient déjà 20 pour cent de sucre). Quelques heures après la préparation du moût, celui-ci est inoculé avec 5 pour cent de levure et la fermentation est menée à 20 degrés Celsius. Les fluctuations de température doivent être évitées, car elles pourraient ralentir, sinon stopper complètement, la fermentation. Deux à quatre jours après le début de la fermentation, le moût est pressé et si on désire un vin de table, c'est le moment d'ajouter du sucre, sinon, on laisse fermenter. À la fin des fermentations, le vin est soutiré dans des fûts en chêne; on soutire généralement tous les trois mois. À la fin de la période de maturation, le vin est filtré, pasteurisé et embouteillé.

La Compagnie JULAC Inc. vient tout juste de commencer ses premières fermentations. Comme l'indique M. J.-P. Binet, président de cette compagnie, les premières bouteilles du fameux vin de bleuets québécois pourront briller sur les comptoirs de la Société des Alcools du Québec dès le mois de mars 1975. Quatre sortes de boissons seront alors lancées sur le marché dans les types appétitifs et vins secs de table.

JULAC Inc. aura une capacité de production initiale de 270 000 litres, qui pourra rapidement être portée à 450 000 litres. Au cours de la première année on prévoit y utiliser quelque 135 000 kilogrammes de bleuets.

Les tests préliminaires de dégustations ont démontré la très grande popularité de ces vins. Ceci laisse présager un brillant avenir pour ce produit du Québec. Après tout, le Saguenay Lac Saint-Jean n'est-il pas reconnu mondialement comme la région par excellence du *vaccinium angustifolium*?

POUR CUIVER LE VIN — C'est dans des cuves de ce type que fermentera le vin de bleuets.



# «GENTILLY NUCLEAIRE»

## ACTE II

Après deux années d'arrêt, le mois prochain, les barres d'uranium seront de nouveau introduites dans le cœur de Gentilly-1, le seul réacteur nucléaire du Québec. On sait que l'Énergie Atomique du Canada Limitée dut stopper la centrale alors qu'elle produisait à pleine puissance, en novembre 1972, afin de prêter son eau lourde à la centrale de Douglas Point. En pleine pénurie d'eau lourde on a préféré stopper Gentilly plutôt que Douglas Point puisque cette dernière alimente en vapeur une usine d'eau lourde.

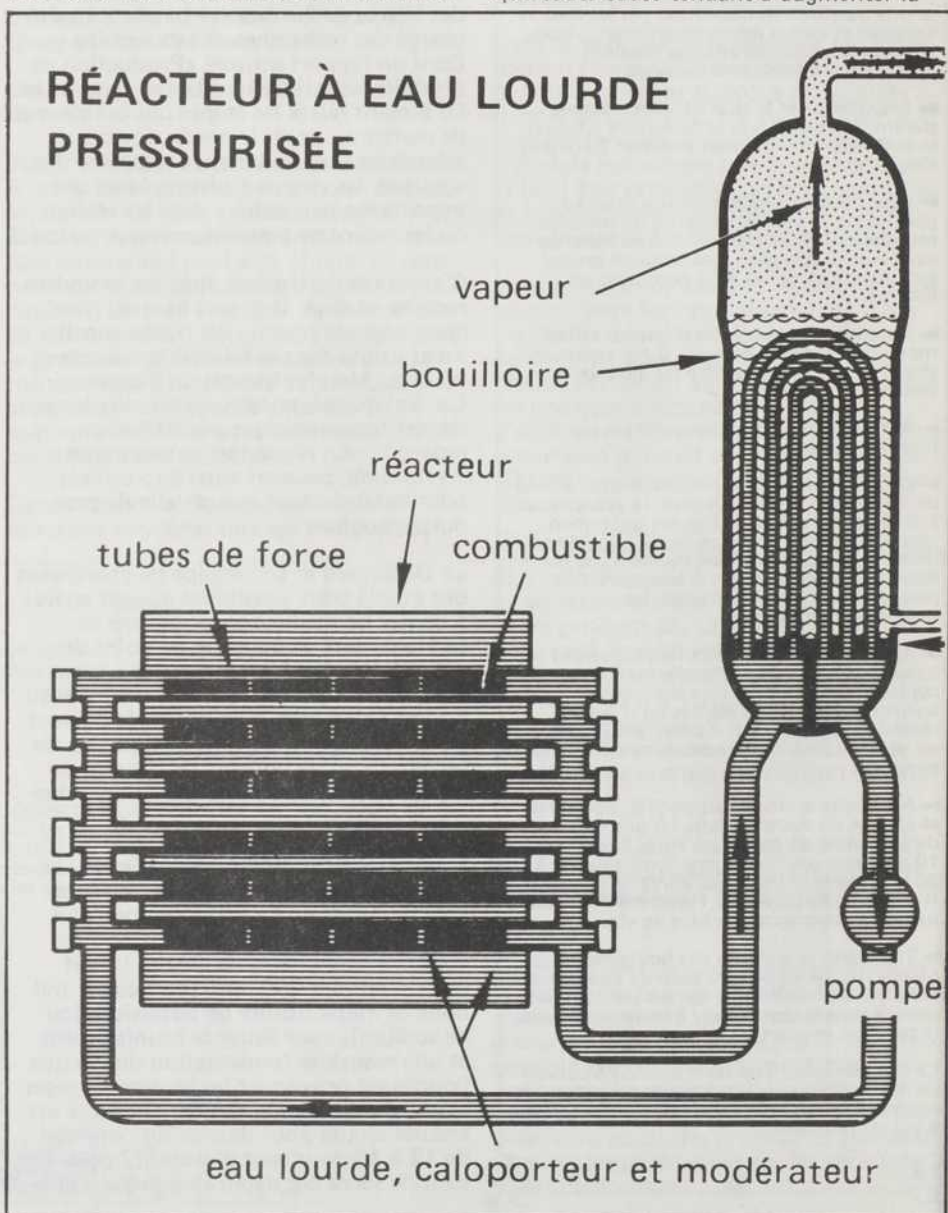
Mais cet arrêt venait aussi à point pour permettre aux constructeurs de Gentilly-1 de remettre leur machine en état. En effet, le premier réacteur nucléaire construit au Québec était aussi le premier réacteur canadien à utiliser un caloporteur d'eau légère, nom dont les physiciens nucléaires affublent l'eau ordinaire. La cuve de la filière canadienne classique est remplie d'eau lourde qui joue deux rôles: elle ralentit les neutrons à la vitesse qui leur permet de mieux fracturer les noyaux d'uranium et elle circule à l'extérieur du réacteur (caloporteur) pour donner sa chaleur à un circuit d'eau légère qui fait tourner les turbines des groupes générateurs. L'eau lourde étant une substance longue à raffiner et très coûteuse, l'EACL cherche à construire un réacteur Candu qui en nécessiterait le moins possible. Il baignerait toujours dans de l'eau lourde essentielle au maintien de sa réactivité, mais elle ne sortirait plus du réacteur. Le circuit d'eau légère passerait directement des turbines au cœur du réacteur. Ceci permettrait de réduire considérablement l'investissement initial en eau lourde. Le cycle direct améliorerait aussi le rendement thermique de Candu, autre point faible de la filière canadienne. Enfin, l'emprisonnement de l'eau lourde à l'intérieur du réacteur élimine le problème du tritium, isotope radioactif formé par la capture de neutrons par l'eau lourde.

Pourtant, dès sa mise en service, en 1971, Gentilly-1 soulevait le cortège de problèmes qui embêtent la plupart des prototypes. Dans un Candu ordinaire, une pression élevée empêche l'eau lourde de bouillir. Par contre, dans le prototype Gentilly-1 on laisse bouillir l'eau légère qui circule dans le réacteur. Étant donné que l'eau que nous buvons constitue un frein très efficace aux réactions nucléaires, l'endroit du réacteur où beaucoup de bulles d'air s'accumulent devient immé-

diatement un endroit où la réaction s'amplifie, avec l'accroissement de chaleur qui s'ensuit. Ces bulles se produisent n'importe quand n'importe où, de sorte que des pointes de puissance se développaient un peu au hasard, dans le réacteur. Tout réacteur, de quelque filière qu'il soit, connaît de ces instabilités de puissance. On les combat au moyen de barres d'absorption dispersées dans la calandre et que des servomécanismes abaissent au bon moment. Tout de même, ces instabilités

prennent normalement plusieurs minutes ou des heures à se développer, mais dans le cas de Gentilly-1, elles pouvaient apparaître en quelques secondes. Le nombre de barres de contrôle pouvait difficilement subvenir à la tâche et le temps de réaction des servomécanismes se trouvait presque battu de vitesse.

De plus, le réacteur Gentilly-1 est un réacteur à coefficient positif, c'est-à-dire que toute cause tendant à augmenter la



puissance du réacteur amorce un processus d'autoamplification jusqu'à ce que le réacteur s'emballe. C'est un réacteur instable. Le processus d'autoamplification le plus courant est sans doute celui qui oblige l'animateur des émissions de ligne ouverte à exiger que son interlocuteur baisse le volume de son appareil radio. Sans cela, le système électronique reprend son propre signal qu'il amplifie à saturation jusqu'à production de l'habituel sifflement insupportable. Pour l'objet de nos préoccupations, le réacteur à eau bouillante Candu, toute augmentation de puissance entraîne un dégagement de chaleur accru. Cette chaleur supplémentaire fait prendre de l'expansion à l'eau lourde modératrice, dont le surplus doit s'épancher hors du réacteur, dans une cuve prévue à cet effet. Il y a donc moins de modérateur, d'où plus de puissance. Or, l'augmentation de la puissance amène une nouvelle détente du modérateur,

et ainsi de suite. En pratique, la situation est loin d'être aussi dramatique que cette description voudrait le faire croire. Les temps de réactions sont suffisamment lents pour permettre aux mécanismes de venir continuellement rétablir la puissance à un niveau normal.

Avec Gentilly-1, pourtant, les bulles, conjuguées au coefficient positif exigeaient l'installation de détecteurs de puissance très sensibles. Il fallait se donner des marges de sécurité très grandes. Finalement, le système de détection était si chatouilleux qu'il entraînait régulièrement la vidange du réacteur et son arrêt complet. Candu est en effet muni d'un système de sécurité unique au monde qui provoque son arrêt instantané. Des trappes laissent alors s'écouler toute l'eau lourde modératrice dans une piscine aménagée sous le réacteur. Sans modérateur,

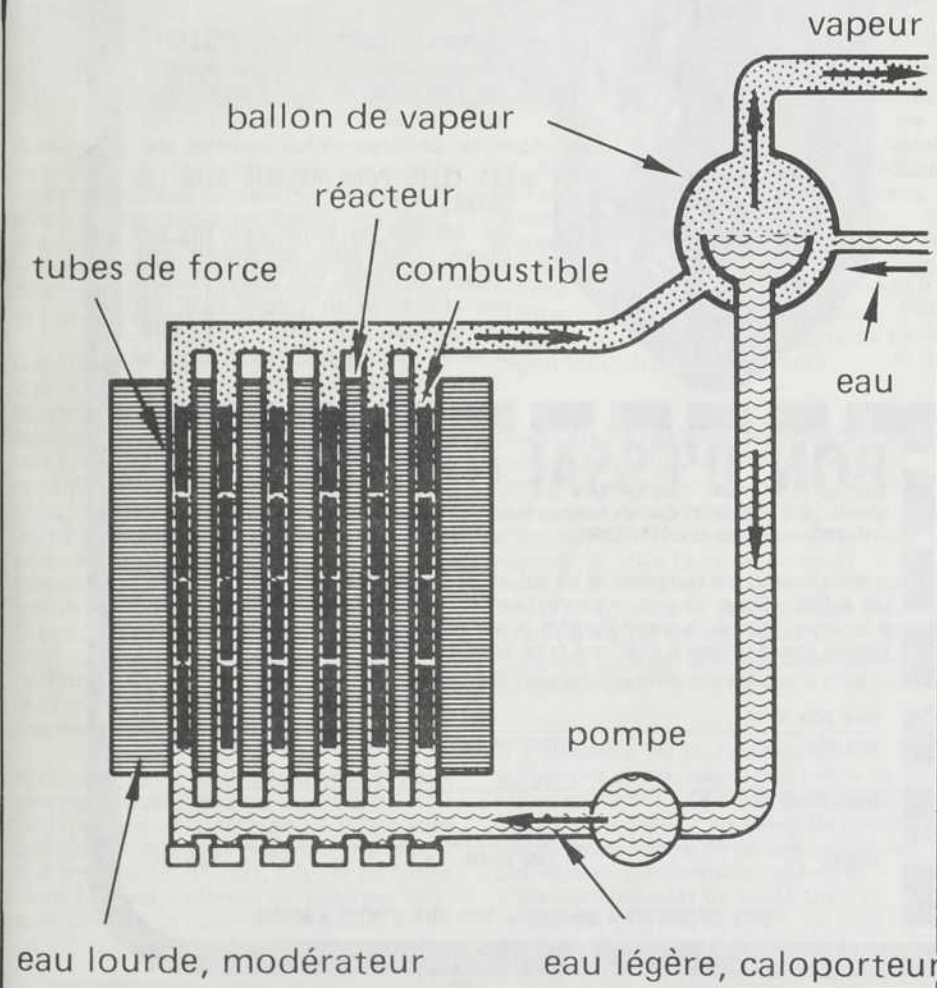
les vitesses folles des neutrons empêchent alors la réaction de se poursuivre.

Un autre problème de Gentilly-1 était l'usure des grappes de combustible contre les parois des tubes de force. On a aussi profité de l'arrêt prolongé du réacteur pour remplacer six tubes de combustible par autant de nouvelles barres de contrôle, installer plusieurs nouveaux détecteurs ainsi que des écrans de blindage anti-radiation.

Selon le Dr C.H. Millar, directeur des recherches sur les réacteurs avancés à l'EACL, Gentilly-1 est maintenant parfaitement en ordre. De même, M. J.-Albert Labbé, de l'Hydro-Québec, directeur du projet Gentilly-1, affirme que le réacteur devrait reprendre son fonctionnement dès le mois prochain. M. Labbé considère que Gentilly a atteint ses objectifs. Il ne peut quand même pas encore préciser tout à fait l'amélioration de rendement apportée par le cycle direct. Elle se situe autour de 4 pour cent.

Pourtant, tout à côté de Gentilly-1, l'Hydro-Québec est en train de construire son premier véritable réacteur pour la production d'électricité. Il s'agit d'un Candu traditionnel (à l'eau lourde pressurisée) de 600 mégawatts. Alors que l'EACL semblait espérer que l'Hydro-Québec veuille s'associer avec elle pour mettre au point le réacteur à eau légère bouillante, la compagnie d'électricité n'envisage pas de relever le défi. Pour le moment, on préfère acheter des réacteurs qui produisent de l'électricité, précise-t-on, à l'Hydro-Québec. Le réacteur Gentilly-1 demeurera propriété de l'EACL qui utilisera toute sa puissance, peut-être réduite de 250 à 200 MW, pour alimenter en vapeur une usine d'eau lourde. Quand au perfectionnement du réacteur Candu avancé, la récente décision de la Grande-Bretagne de ne pas acheter de réacteurs américains et de s'associer avec le Canada, indique que c'est plutôt outremer qu'il sera mis au point. Quant à nous, rien ne permet de croire que l'Hydro-Québec ne voudra jamais s'associer un jour avec l'EACL pour répéter l'heureuse association avec l'Ontario-Hydro qui a donné Candu. ●

## RÉACTEUR À EAU LÉGÈRE BOUILLANTE



**1 LE VÉTÉRAN** — Le réacteur à eau lourde pressurisée (Candu-PHW) constitue le fer de lance de la filière canadienne. Il a déjà fait ses preuves et c'est lui que l'Hydro-Québec a acheté pour la centrale Gentilly-2. La chaleur parvient aux turbo-générateurs en deux étapes, premièrement, en passant par l'eau lourde, puis, par de l'eau légère.

**2 LE PROTOTYPE EXPÉRIMENTÉ** — Construite pour la première fois au Québec, la version à eau légère bouillante de la filière canadienne (Candu-BLW) constitue le réacteur Gentilly-1. L'eau légère se transforme en vapeur dans le réacteur et se rend directement aux turbines.



# UNE FORCE DANS LA VIE: CONNAÎTRE LES AUTRES

## ● COMMENT CONNAÎTRE LES AUTRES?

Il existe aujourd'hui des méthodes scientifiques mises au point par la psychologie moderne. Vous aussi vous pouvez les utiliser tous les jours dans votre vie.

## ● SACHEZ CE QUE RÉVÈLE UN VISAGE

Découvrez le tempérament et le caractère de cet homme assis en face de vous dans le train ou de cet autre venu vous voir chez vous. Quand vous connaîtrez les théories de Corman, les autres vous apparaîtront sous un nouveau jour.

## ● LA FORME DU CORPS EST-ELLE SIGNIFICATIVE? OUI!

Découvrez quelle est la personnalité d'un gaillard rond et trapu, d'une femme grande, mince, frêle, d'un homme sportif, musclé, carré, grâce aux travaux approfondis de Kretschmer, de Sheldon.



## ● DÉCOUVREZ LA PERSONNALITÉ DE CELUI OU DE CELLE QUI VOUS ÉCRIT

Vous connaîtrez certains des secrets de la graphologie, même pour rédiger une lettre de candidature.

## ● COMMENT « FONCTIONNENT » LES TESTS?

Dans les écoles, les entreprises, de plus en plus on sélectionne avec des tests. Vous saurez tout sur le test de la tache d'encre, le test des images, le test du village, etc.

## ● LES CLEFS POUR RÉUSSIR AVEC LES AUTRES

Oui, connaître les autres, c'est être plus efficace, c'est mieux comprendre votre conjoint, vos enfants, c'est mieux s'expliquer telle attitude ou tel comportement chez vos collègues, vos amis, c'est, enfin, posséder les clefs pour réussir votre vie votre vie sociale, votre vie privée.

- 256 pages, grand format
- reliure plein balacron frappée à l'or, protégée par une jaquette quadrichromie.
- un test complet

## PARTEZ À LA DÉCOUVERTE DES AUTRES ET DE VOUS-MÊME

Petit à petit, le monde des personnes avec lesquelles vous vivez chaque jour vous apparaîtra différent.

**N'attendez pas: utilisez et consultez pendant 10 jours, gratuitement, ce livre passionnant.**

une production



FRANCE - CANADA - BELGIQUE - SUISSE

## BON D'ESSAI GRATUIT

à renvoyer à BIBLIOTECA, a/s le magazine QUÉBEC SCIENCE,  
C.P. 250, Sillery, Québec, G1T 2R1

401-904

Je désire recevoir, sans engagement de ma part, en examen gratuit, votre ouvrage «CONNAÎTRE LES AUTRES». Durant 10 jours, je pourrai l'examiner en toute tranquillité. Passé ce délai, si ce livre m'intéresse, je pourrai l'acquérir au prix de \$9.50 plus de légers frais de poste; sinon, je vous le retournerai et ne vous devrai rien d'autre.

Mme/Mlle/M. \_\_\_\_\_  
mon nom (lettres moulées) mon prénom

\_\_\_\_\_ App. No.

mon adresse

\_\_\_\_\_

localité code postal signature

SANS INSCRIPTION À UN CLUB - SANS RIEN D'AUTRE À ACHETER

ENVIRONNEMENT

# L'ESPION DU GOLFE



INSTITUT D'OCÉANOGRAPHIE DE BEDFORD (I.O.B.)

◁ POUR ESPIONNER LES POISSONS — Un petit submersible, porteur d'un radar acoustique, est remorqué par un chalutier. Il contient un émetteur dirigé vers le fond et des récepteurs acoustiques pour capter les échos renvoyés par les habitants du fond de la mer.

À notre époque de «raréfactisme», nous ne pouvons rester indifférents aux problèmes d'approvisionnement, qu'ils soient d'ordre économique ou écologique. Pour rattrapper le temps perdu et refaire les énergies gaspillées, il nous faut accorder de plus en plus d'importance à la gestion de nos ressources naturelles.

Dans cette veine, le problème de l'approvisionnement en nourriture revêt une importance capitale. Le sol s'appauvrit rapidement et les troupeaux de bestiaux satisfont de moins en moins bien nos appétits. Heureusement, tout près de nous, à quelques kilomètres de distance, puis à quelques brasses de fond, fourmillent encore de nombreuses populations de poissons qui attendent le moment du frémissement ultime dans nos poêlons. Cependant, nous mettons leur survie en péril, chaque jour davantage; nous les pêchons à l'aveuglette sans trop savoir à quel moment les filets remonteront irrémédiablement vides.

Mais, pour gérer intelligemment ces ressources et pallier à cette incertitude, il faut davantage d'information. C'est ainsi que dans le cadre du Programme Biologique International (PBI), l'étude du Golfe Saint-Laurent, amorcée en 1969 par des scientifiques de l'université McGill, a permis d'accroître nos connaissances de

l'océanographie biologique de cette région. Les travaux des scientifiques du GIROQ (Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec), entre autres, y ont grandement contribué. À la lumière de ces travaux l'Institut d'océanographie de Bedford (en Nouvelle-Écosse) publiait l'année dernière un rapport intitulé: «Étude interdisciplinaire de la région du Golfe Saint-Laurent».

Quelle est l'abondance actuelle des poissons pélagiques du Golfe? Comment cette abondance est-elle perturbée par les pêcheries? Quelle méthode est la plus efficace pour effectuer un inventaire permanent de cette faune aquatique? Comment peut-on recueillir assez de renseignements pour comprendre les règles du renouvellement de ces ressources? Voilà quelques-unes des questions auxquelles les océanographes cherchent à répondre.

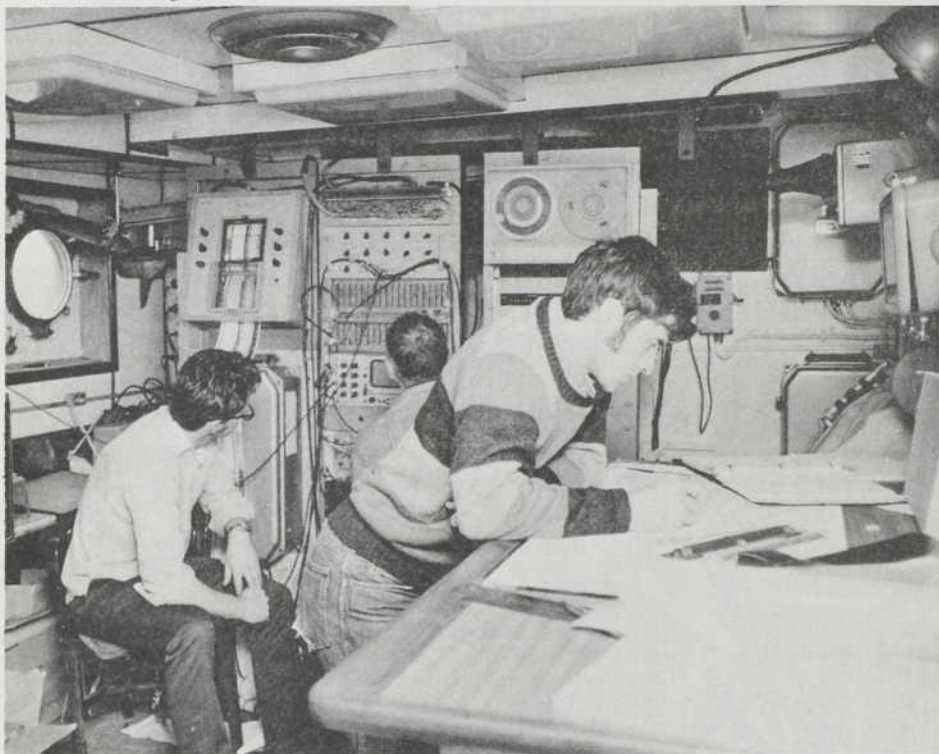
Il y a à peine un an, les renseignements accumulés demeuraient peu précis et de faible portée. La technique alors utilisée consistait à repérer les bancs de poissons par l'intermédiaire de radars à bord de chalutiers. Les données recueillies n'étaient analysées qu'après coup au retour des bateaux une fois par jour tout au plus, d'où l'imprécision.

Ces temps sont révolus. Les océanographes canadiens disposent maintenant d'un atout majeur: un petit appareil mis au point par le Dr Richard Dowd, du Laboratoire d'Écologie Marine (LEM) de l'Institut d'océanographie de Bedford. Cet appareil, un radar acoustique perfectionné, permet d'évaluer l'abondance des poissons de fond, avec une précision inégalée.

Le compteur du LEM est basé sur les principes du radar ultrasonique. Il en diffère toutefois par le fait qu'il est submersible, mais aussi et surtout parce qu'il émet des sons avec une très grande fréquence. Là où les radars conventionnels ne peuvent observer les poissons que par des «visées» périodiques, le compteur du LEM arrive à les suivre sans cligner de l'oeil. En effet, pour être en mesure d'observer les poissons individuellement et de bien les dénombrer il faut les observer avec une rapidité suffisante pour que leur déplacement ne perturbe pas le comptage.

Pour visualiser ce fait, imaginez que vous vouliez dénombrer avec précision les membres d'une volée d'oies blanches qui, pour les besoins de l'analogie, passe derrière une rangée d'arbres. Si ces arbres sont d'un diamètre suffisamment petit pour n'obstruer, dans la volée d'oiseaux, que moins de la longueur d'une oie, vous pourrez tout de même effectuer un ▷

Institut d'océanographie de Bedford (N.E.)



▷ À L'ÉCOUTE — À bord du chalutier Brandal, les scientifiques du Laboratoire d'écologie marine analysent les données recueillies par le radar acoustique. Ainsi, ils sont en mesure de connaître avec rapidité et précision, le nombre et la densité des populations de poissons qui répondent à l'appel.

▷ dénombrement précis, sans jamais perdre complètement de vue aucun des volatiles.

Dans le cas du dénombrement de poissons par radar, c'est l'interruption périodique du signal émis qui peut entraîner une perte de «vue» momentanée pouvant provoquer des erreurs de comptage. Les observations doivent donc se succéder dans un temps plus court que celui que les poissons mettent, en moyenne, à parcourir l'équivalent de leur longueur. Alors seulement, est-il possible de suivre chaque poisson et d'en arriver à un dénombrement précis.

Lors des sondages, le radar immergé est remorqué par un chalutier, laissant dans son sillage une «zone de sons». Dans cette zone, les poissons (plus précisément leur vessie natatoire: poche remplie de gaz, située dans l'abdomen de certains poissons et qui sert à la stabilisation) renvoient un écho qui trahit leur présence. Cet écho, une fois perçu, est analysé par un ordinateur qui détermine la taille et le nombre des poissons, puis emmagasine les renseignements pertinents.

Pour l'instant, le radar acoustique du LEM ne sert qu'au recensement des espèces dont la vessie natatoire représente au moins cinq pour cent du volume. Cette contingence provient de ce que seuls les poissons qui sont munis de cet appendice (dans les proportions mentionnées) réfléchissent assez bien les signaux radars pour

révéler, sans ambiguïté, leur présence. Ainsi, est-il possible de dénombrer les populations de goberges, de morues, de colins, d'aigleflins et de sébastes, alors que les maquereaux et les plies passent inaperçus des recenseurs du LEM. En effet, ces poissons sont dépourvus de vessie natatoire et au prix d'une nage ininterrompue (rendue nécessaire par l'absence d'appendice stabilisateur), ils peuvent déjouer la vigilance des recenseurs. Mentionnons toutefois que ces «forcés de la nage» ne forment qu'une petite minorité.

Selon le programme établi par le Laboratoire d'écologie marine de l'Institut d'océanographie de Bedford, les sondages porteront sur tout le plateau Scotian (au sud de la Nouvelle-Écosse), soit une superficie de plus de 100 000 kilomètres carrés. Une quarantaine de zones y ont été choisies en fonction de leur profondeur et des possibilités de pêche qu'elles offrent. Muni du compteur du LEM, le chalutier traverse ces zones, notant sans interruption tous les poissons (à l'exception des «sans vessie») rencontrés au cours de l'expédition. Pour pallier à l'impossibilité de déterminer directement (au radar) les espèces de poissons ainsi dénombrés, des stations de pêche sont chargées de recueillir, le long de chaque parcours, des spécimens représentatifs.

À la suite d'un contrat conclu avec la Société d'ingénierie de Montréal, le premier sondage de ce type a eu lieu en mars

dernier, à bord du chalutier Brandal. Les renseignements recueillis laissent présager un important apport aux prises de décision sur la gestion des stocks de poissons de ces régions.

Les pressions grandissantes qu'exercent les voraces flotilles de pêche domestiques et étrangères de même que les problèmes écologiques dont l'ampleur croît chaque jour rendent nécessaire une gestion stricte et intelligente des biens de la mer. C'est sur la base de travaux tels que ceux du Laboratoire d'Écologie Marine de l'Institut d'océanographie de Bedford que nos dirigeants devront fonder leurs politiques de gestion des pêcheries. Ainsi, est-il permis d'espérer que l'extermination de certaines espèces de la faune aquatique ne se reproduira plus. ●

# POUR SAUVER LES GRANDS LACS

Avec un grand battage publicitaire, le Canada et les États-Unis signaient le 15 avril 1972 une vaste entente pour interdire l'introduction de phosphates dans les Grands Lacs.

Jusqu'ici, pourtant, seulement le Canada et quelques États américains ont interdit la vente de détergents contenant plus de 2,2 pour cent de phosphate. Le Minnesota, le Michigan et le Wisconsin ont choisi d'éliminer les phosphates en traitant les eaux municipales et cela seulement à partir du premier janvier prochain. Cette approche compromet gravement la survie des Grands Lacs, selon M. D.W.Schindler, du Freshwater Institute de Winnipeg, puisqu'elle ne touche pas les municipalités de 2 500 habitants et moins.

M. Schindler explique que de telles tergiversations n'existeraient pas si l'on pouvait trancher les questions suivantes: 1) le phosphate est-il le principal responsable de l'eutrophisation (vieillesse prématurée des lacs)? 2) la seule élimination du phosphate stoppera-t-elle l'eutrophisation? 3) quelles concentrations de phosphate peut-on tolérer dans un lac? Pour répondre à ces questions, des expériences à grande échelle ont été réalisées dans quelques lacs du Nord-Ouest ontarien. Le contenu de ces lacs était chimiquement et biologiquement semblable à 50 pour cent de l'eau qui alimente les Grands Lacs.

Dans un premier lac, pauvre en carbone, on a ajouté des phosphates et des nitrates pour voir si l'on pouvait arrêter l'eutrophisation en limitant le carbone. Après quelques semaines, le lac était devenu une véritable soupe verte de plantes aquatiques microscopiques. De plus, on n'a observé aucune augmentation du taux de phosphate qui était aussitôt assimilé par le plancton. Conclusion: les algues tirent tout le carbone dont elles ont besoin de l'atmosphère. Diminuer l'arrivée de carbone ne peut en aucune façon préserver la jeunesse d'un lac.

Dans un autre lac, que de lointaines circonstances géologiques ont eu la bonté de diviser en deux bassins analogues séparés par un étroit chenal, le rôle «lacicide» des phosphates a été confirmé sans rémission.

On a d'abord fermé le chenal au moyen d'un rideau de vinyle. Puis, les deux bassins ont été fertilisés au nitrate et au carbone. Mais on a ajouté du phosphate uniquement dans le bassin nord-est. Cela se passait en mai 1973.

Trois mois plus tard, le 4 septembre 1973, le bassin phosphaté était complètement recouvert d'algues vertes et bleues tandis que l'eau de l'autre conservait toute sa limpidité originale. Conclusion: le coupable est le phosphate.

Mais il y a plus encore: on croyait que les sédiments du fond réintroduiraient du phosphore dans l'eau, condamnant les lacs phosphatés à l'eutrophisation permanente. On a donc fait vieillir un troisième lac à l'aide de phosphate, de nitrate et de

carbone, en 1971 et 1972. Puis, en 1973, on a continué à ajouter du carbone et du nitrate, mais on a diminué l'addition de phosphate, dans les proportions prévues par une interdiction des détergents phosphatés. Dans l'espace de cinq à six mois, le lac avait retrouvé sa jeunesse. Conclusions: le phosphate est capté de façon permanente par le plancton qui se sédimente au fond du lac; l'eutrophisation au phosphate n'est pas irréversible.

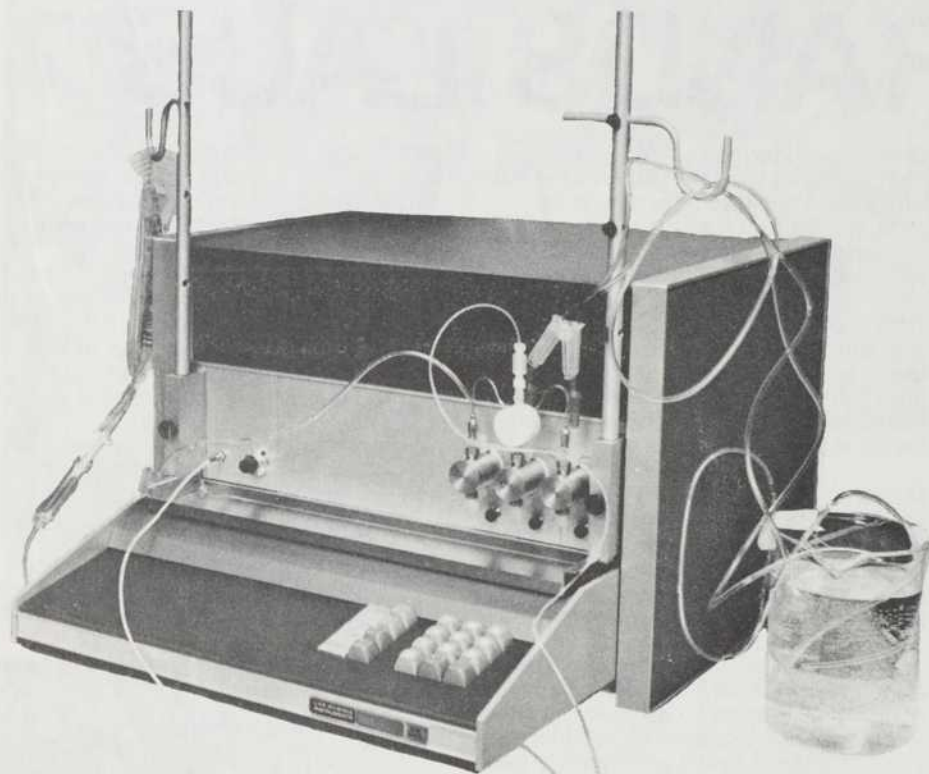
Espérons que cette découverte ne deviendra pas une excuse pour retarder l'adoption des mesures qui s'imposent. ●

**FAIRE LES FOINS** — Sauver un lac de l'eutrophisation n'est pas une tâche de tout repos. Les vacanciers trouvent peu d'attrait aux moissons, surtout aux moissons aquatiques.



## SANTÉ

## VICTOIRE SUR LE DIABÈTE



◀ LE PANCRÉAS ARTIFICIEL — Grâce à ce petit appareil, mis au point par des chercheurs canadiens, un pancréas malade peut être relevé de ses fonctions aux plus grands bénéfices d'un patient diabétique. Sur cette photo du pancréas artificiel, on distingue le clavier de contrôle qui permet au technicien de choisir les taux de glucose et de dextrose appropriés. Il est possible d'intervenir pour modifier ces paramètres à tout moment au cours de la prise en charge par l'appareil. Un tableau affiche les résultats fournis par l'analyseur de glucose et informe le surveillant de l'état de glycémie du malade traité. Les dimensions actuelles de l'appareil sont celles d'un petit récepteur de télévision, mais une fois qu'il sera miniaturisé (d'ici environ 5 ans), nul doute que le pancréas artificiel révolutionnera le traitement du diabète.

Récemment, une équipe de chercheurs du Toronto Hospital for Sick Children et de l'Institute of Biomedical Engineering de l'Université de Toronto, sous la direction du Dr A.M. Albisser, a mis au point un appareil qui permet de combler les lacunes des traitements conventionnels du diabète.

Ces traitements (régime alimentaire pauvre en graisses et injection quotidienne d'insuline) sont certes simples et peu coûteux, mais ils ne s'avèrent pas entièrement satisfaisants: ils impliquent de grandes fluctuations du taux de sucre dans le sang et ne parviennent jamais à ramener parfaitement à la normale la teneur en sucre du sang.

Le pancréas artificiel vise, lui, à rétablir l'équilibre de cette concentration, chez les diabétiques. Il y parvient en agissant presque de la même manière que le pancréas chez un sujet sain. Pour comprendre comment les chercheurs de Toronto sont arrivés à mettre au point un tel appareil, voyons d'abord ce qu'est le diabète.

Maladie fort commune chez les habitants des pays industrialisés, le diabète touche environ 400 000 Canadiens (125 000 Québécois). L'évolution de cette maladie

se traduit par une perte d'appétit (anorexie) et une diminution importante du poids, une sécrétion excessive d'urine (polyurie), une concentration élevée de sucre dans le sang et les urines (glycosurie), un état de faiblesse et de dépression (asthénie), la torpeur, puis le coma. Le diabète se manifeste aussi par des accidents cutanés ou muqueux. Ces accidents sont de deux types: les uns sont dus à la diminution de résistance de l'organisme (anthrax: tumeur inflammatoire et gangrène); les autres proviennent de l'action irritante exercée par des sécrétions anormalement chargées en sucre (comme c'est le cas des infections des plis des muqueuses génitales).

C'est en 1893 qu'on se rend compte que les îlots de Langerhans, petites glandes endocrines du pancréas, ont le pouvoir de sécréter la substance qui manque à l'organisme atteint du diabète. En 1922, les Canadiens Banting et Macleod extraient cette substance: l'insuline. Leur découverte bouleverse le pronostic de cette maladie souvent meurtrière qu'est le diabète. C'est pour cette découverte qu'ils ont d'ailleurs obtenu le prix Nobel de médecine, en 1923.

On sait maintenant que le diabète est un trouble de l'utilisation du glucose (sucre)

qui, avec les lipides et les protides, constitue une importante source d'énergie. Chez le diabétique, les processus d'utilisation du glucose sont faussés et agissent à peu près comme suit: comme le débit d'utilisation du glucose est réduit, le système de glycorégulation (régulation de la teneur de sucre dans le sang) augmente la quantité de glucose pour favoriser la pénétration cellulaire de cette substance. Face à cette surabondance de sucre dans l'organisme, le seuil d'excrétion par voie rénale est dépassé et ne peut empêcher les fuites glycosuriques. Si cette fuite est de grande ampleur, elle peut entraîner une polyurie et une déshydratation progressive de l'organisme. Selon l'importance du phénomène, il se produit ensuite une chute pondérale par dénutrition, malgré une compensation partielle par l'appétit accru (polyphagie). La mauvaise utilisation du glucose oblige l'organisme à puiser de façon excessive dans ses réserves de lipides et de protides (d'où la perte de poids) en les transformant en glucides. Une telle transformation produit plus de corps acides que l'organisme peut en utiliser: l'excès de ces corps acides peut entraîner le coma.

Ce déséquilibre où l'organisme «s'emballe» est causé par le fait que les îlots de Langerhans ne produisent pas suffisamment d'insuline. Le sucre accumulé en trop grandes quantités dans les cellules obstrue le transfert des matières nourricières.

Pour rétablir l'équilibre, les deux modes d'action les plus souvent utilisés sont: le régime alimentaire très pauvre en graisses et l'administration quotidienne d'une dose d'insuline. Grâce à ces traitements, il est déjà possible de permettre aux diabétiques de mener une existence presque normale. Lors de ces traitements conven-

tionnels, le succès ou l'absence de succès des injections d'insuline et de la diète sont vérifiés par des analyses d'urine et des tests périodiques, rétrospectifs, visant à mesurer la teneur en sucre du sang. Toutefois, cette façon de procéder est entachée d'erreurs à cause des délais trop considérables entre l'application du traitement et la vérification des effets. Il s'agit d'un problème d'autant plus important que les fluctuations que subit la concentration de sucre dans le sang au cours d'une seule journée s'avèrent considérables. Avant la mise au point du pancréas artificiel, il n'existait pas de moyen d'administrer la dose d'insuline parfaitement appropriée à la demande physiologique.

Cet aspect de la lutte contre le diabète revêt une grande importance puisque ce sont précisément les déficits intermittents d'insuline qui sont responsables des complications de cette maladie. En effet, lors des périodes déficitaires en insuline, le sucre croît en abondance et s'accumule peu à peu jusqu'à provoquer la dégénérescence des vaisseaux capillaires, littéralement gorgés de sucre.

La mise au point du pancréas artificiel marque un pas de géant vers un traitement complet du diabète. Grâce à cet appareil, il est maintenant possible de doser très exactement la quantité d'insuline requise par la teneur en sucre du sang. Quand cette dernière croît indûment, l'appareil injecte immédiatement la bonne quantité d'insuline apte à la ramener à la

normale. Ainsi, les fluctuations de la concentration de sucre dans le sang sont, à toutes fins pratiques, éliminées.

Il aura fallu huit années de recherches aux scientifiques de l'Université de Toronto pour arriver à ce résultat. De ces travaux est né le pancréas artificiel. L'appareil est constitué d'un système de contrôle en boucle, formé de trois sous-systèmes: le patient diabétique, la sonde et l'ordinateur de contrôle.

La première étape du traitement par le pancréas artificiel consiste à cathétériser deux veines superficielles non communicantes (dans le bras, par exemple). L'un des orifices ainsi créés sert à recueillir le sang et à l'analyser pour en connaître la teneur en sucre. Une solution d'héparine prévient la coagulation tout au long du traitement. L'autre orifice permet d'administrer au patient les doses d'insuline ou de dextrose suivant les besoins détectés par l'analyseur de glucose.

Comme l'illustre le diagramme, le sang est continuellement prélevé du bras du patient et dirigé vers l'analyseur de glucose, pour en déterminer la teneur en sucre. Une solution d'héparine assure le bon écoulement du sang en enrayant la coagulation. Le sang est acheminé à l'analyseur par l'intermédiaire d'une pompe volumétrique. Au cœur de cet analyseur, le sang, dilué dans une solution saline, imprègne un filtre dont la couleur change en fonction de sa teneur en sucre. Une sim-

ple mesure par ce colorimètre permet donc de mesurer la concentration exacte du sucre dans le sang. La concentration, ainsi mesurée, est enregistrée par une traceuse graphique puis soumise à l'ordinateur. Pour commander l'injection des justes doses d'insuline ou de dextrose, l'ordinateur de contrôle fonde sa décision sur la mesure fournie par l'analyseur. Il prédit ensuite la montée ou la baisse de cette concentration, puis commande à deux pompes volumétriques d'injecter les quantités appropriées d'insuline ou de dextrose.

Lors des essais cliniques, la transition entre le traitement par injection quotidienne et celui par injection continue au moyen du pancréas artificiel, et donc de l'état de diabétique à l'état normal, a requis environ deux heures. Après ce délai, l'appareil a constamment maintenu le patient dans un état non diabétique.

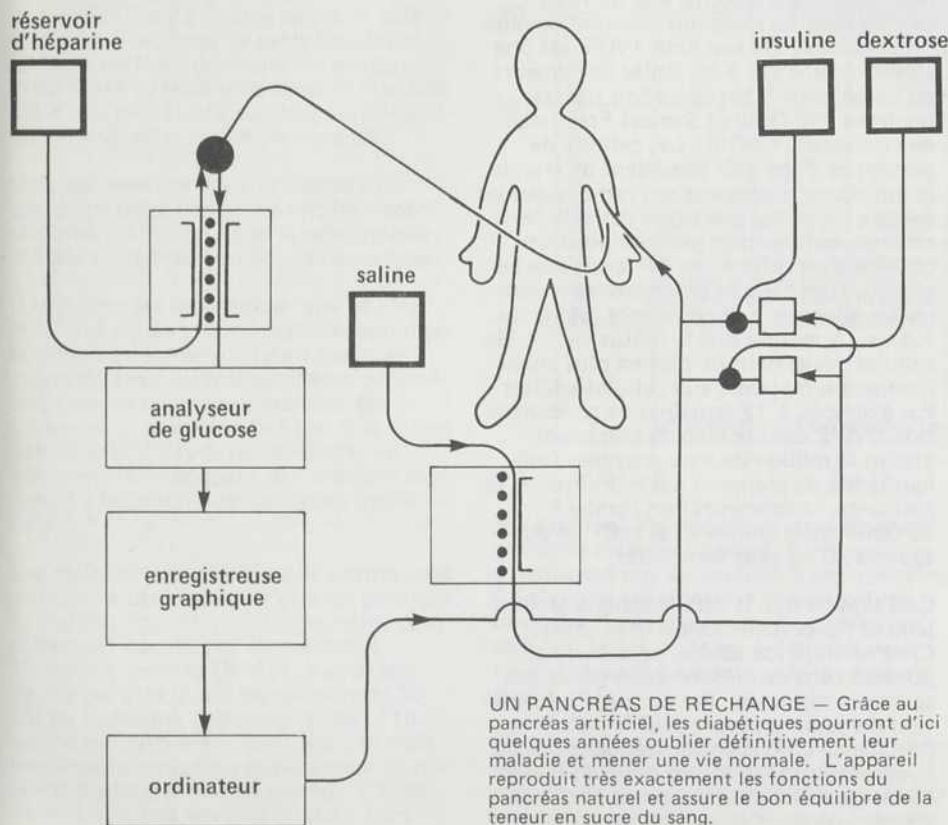
Les patients qui se sont portés volontaires pour cette expérience ont tous présenté une nette amélioration par rapport au traitement conventionnel. Pendant toute la durée du traitement par pancréas artificiel, ils étaient redevenus normaux. Sous le contrôle du pancréas artificiel, la concentration de sucre dans leur organisme est descendue à la normale et s'y est maintenue, avec de très faibles écarts. De plus, la quantité d'insuline utilisée par l'appareil a été sensiblement plus faible que celle qu'ils avaient l'habitude de recevoir sous forme d'injection quotidienne. Simultanément, le pancréas artificiel a accompli une meilleure régulation de la teneur en sucre dans le sang.

Les expériences menées avec le pancréas artificiel mis au point par les scientifiques canadiens ont prouvé sa capacité régulatoire pour des patients atteints de diabète depuis de nombreuses années. Même pour des cas de diabète avancés et fortement variables et qui défiaient tout autre traitement, le pancréas artificiel a su accomplir son travail à la perfection.

Les efforts des scientifiques de l'Université de Toronto se portent maintenant sur la miniaturisation du pancréas artificiel, de façon à pouvoir l'implanter chez un patient, sans pour autant perturber son autonomie. Selon le Dr Albisser, il faudra attendre encore 4 à 5 ans avant que la glande artificielle puisse trouver sa place dans l'écrin humain.

L'appareil actuel, de la grosseur d'un poste récepteur de télévision, sera fabriqué par la compagnie American Life Science Instrument.

Les diabétiques peuvent espérer: il ne reste que quelques étapes à franchir avant la mise au point définitive du super-pancréas-miniaturisé. ●



UN PANCRÉAS DE RECHANGE — Grâce au pancréas artificiel, les diabétiques pourront d'ici quelques années oublier définitivement leur maladie et mener une vie normale. L'appareil reproduit très exactement les fonctions du pancréas naturel et assure le bon équilibre de la teneur en sucre du sang.

# LE CANCER, UN RETOUR EN ENFANCE

Chaque femme enceinte porte en elle une «tumeur maligne» d'une grosseur exceptionnelle. En effet, les chercheurs médicaux sont de plus en plus frappés par la similitude entre une tumeur maligne et l'être humain à l'état embryonnaire et foetal. Plusieurs des grandes caractéristiques des cellules cancéreuses se retrouvent chez l'embryon, dont la division rapide et la migration des cellules. Une autre propriété que l'on commence à étudier attentivement, la modification de l'activité chimique cellulaire, rappelle étrangement le fonctionnement primitif de l'embryon: les cellules cancéreuses d'une personne d'âge mûr produisent plusieurs des substances caractéristiques du stade prénatal.

Pourtant la mère abrite sa «tumeur» pendant neuf longs mois sans la rejeter ou l'endommager. Si l'on parvenait à comprendre comment la mère «entretient ce cancer», on pourrait peut-être aussi découvrir un mécanisme d'élimination des cancers.

À plus court terme, on vise à mettre au point une méthode de détection hâtive et universelle du cancer, grâce au dépistage des substances foetales sécrétées par les cellules cancéreuses.

La revue *Science*, publiée par l'Association américaine pour l'avancement des sciences, rappelait dernièrement qu'il existe des moyens pour guérir jusqu'à 90 pour cent des individus atteints de cancer. Mais encore faut-il que les tumeurs malignes soient détectées à leur tout début. Or, les méthodes classiques de détection, par rayons X et par manipulation des glandes mammaires ou de la prostate, ne fonctionnent que si la tumeur a déjà atteint un volume notable. A ce moment, des cellules cancéreuses se sont déjà disséminées dans l'organisme pour amorcer d'autres foyers cancérogènes. L'élimination de la tumeur visible ne guérira pas l'individu puisque plusieurs autres tumeurs seront en train de naître ailleurs. Et c'est pour cette raison, qu'on ne guérit en pratique que le tiers des personnes atteintes du cancer. La mise au point d'une méthode de dépistage précoce s'impose donc de façon cruciale.

Présentement, seul le cancer de l'utérus peut être détecté très tôt, grâce au test de Papanicolaou effectué sur des cellules détachées de l'organe. Le test «Pap» a

permis de réduire le nombre de décès dus au cancer de l'utérus de 38 pour cent en 15 ans.

On constate bien des augmentations des taux de phosphatase alcaline chez les individus atteints de cancer du squelette ou du foie, et de phosphatase acide chez les individus touchés à la prostate, mais ces augmentations sont seulement de l'ordre de 10 à 20 pour cent. De plus, elles ne se rattachent qu'à certains types de cancer. L'activité du glutamate-oxaloacetate aminotransférase et du glucose-phosphate isomérase augmente à la suite de n'importe quel type de cancer, mais un faible taux d'augmentation s'avère très difficile à déceler.

Tout de même, il reste deux familles de substances, présentes dans le foetus, pour lesquelles on entretient encore de l'intérêt: les antigènes carcinoembryonniques et l'alpha-foetoprotéine (AFP).

Les premiers, les antigènes foetaux tirent leur nom du fait que ces protéines, glycoprotéines et polysaccharides du foetus, déclenchent les réactions immunologiques des animaux. De son côté, l'AFP est une glycoprotéine qui a été isolée de tumeurs du côlon pour la première fois par les docteurs Phil Gold et Samuel Freedman, de l'université McGill. Les cellules de personnes d'âge mûr possèdent de grandes quantités de substances qui remplissent les mêmes fonctions que celles des cellules embryonnaires, mais leur composition chimique est différente. On croit que les enzymes des cellules embryonnaires sont mieux adaptées à la croissance rapide du foetus. A mesure que le foetus vieillit, ses cellules deviennent de plus en plus chimiquement semblables aux cellules adultes. Par exemple, à 12 semaines, la concentration d'AFP dans le sang de l'embryon atteint le million de nanogrammes (millardièmes de gramme) par millilitre. A la naissance, la concentration tombe à 30 000 nanogrammes et se stabilise autour de 30 ng chez les adultes.

Ceci signifie que la cellule bloque graduellement l'expression de certains gènes. Chez un individu adulte, on calcule que 90 pour cent de l'information génétique se trouve réprimée. Par contre, l'information demeure toujours dans la cellule et l'influence d'un agent cancérogène (tabac, hydrocarbures, goudron) pourrait réveiller les gènes foetaux endormis et déclencher le cancer. Ces cellules retournées en

enfance et maintenant traitées de cancéreuses, recommenceraient à sécréter les antigènes foetaux et l'AFP. En déterminant la concentration de ces substances dans le sang, on pourrait tenir enfin un mode de détection universel et hâtif du cancer.

En pratique, on constate des augmentations de 72 pour cent d'antigènes foetaux chez les personnes porteuses de tumeurs du côlon et du rectum, et de 91 pour cent chez les patients atteints au pancréas. Par contre, on note aussi des augmentations de 19 pour cent chez les fumeurs, de 57 pour cent chez les personnes souffrant d'emphysème et de 71 pour cent chez les individus malades de cirrhose alcoolique. Finalement, la concentration d'antigènes foetaux n'est pas un indicateur fiable puisque l'on peut en trouver des concentrations élevées chez des personnes ne souffrant pas de cancer.

Il reste cependant que la diminution du taux d'antigènes foetaux et d'AFP demeure un indice valable de l'efficacité d'un traitement contre le cancer. De sorte que même s'il faudra encore attendre quelques années après le dépisteur de cancer rapide et universel, ces substances des premiers jours de notre existence permettront de mieux contrôler le traitement des cancers internes. ●

# HARO SUR LE PLOMB

Il aura fallu qu'une petite fille de 8 mois passe à deux doigts de la mort pour que nous prenions conscience que les gadgets de la vie quotidienne peuvent parfois mettre des vies en péril. L'analyse sanguine révéla une importante concentration de plomb dans l'organisme de cette petite. Grâce à l'injection d'agents chélatiques, lesquels tendent à lier les molécules des métaux en les «séquestrant» et en les rendant solubles, l'enfant a pu être sauvée. Par la suite, on s'aperçut que le plomb absorbé provenait de l'eau utilisée par sa mère pour préparer les repas. Ne se doutant de rien, celle-ci se servait d'une bouilloire électrique dont les dégagements de plomb dans l'eau étaient près de 500 fois supérieurs à la limite tolérable.

L'expertise a révélé que plusieurs modèles, utilisant ce métal pour les soudures des éléments internes de l'appareil, dégageaient des concentrations de plomb supérieures à 0,05 partie par million (c'est-à-dire l'équivalent de 5 gouttes de plomb pour 100 millions de gouttes d'eau), seuil de tolérance de l'organisme.

Un de ces modèles (un «super meurtrier» celui-là: le Sunbeam K 11) dégageait, à l'état neuf, du plomb dans une proportion de 640 fois supérieure à la limite tolérable. Trois à quatre tasses de café préparées avec l'eau de cette bouilloire auraient suffi à intoxiquer un adulte. Chez l'enfant, le volume sanguin étant de 3 à 4 fois plus faible, les dangers d'intoxication en sont d'autant plus grands.

Mais comment se fait-il qu'on se soit aperçu de cette menace si tardivement, soit environ 30 ans après la mise en marché des premières bouilloires de ce type?

Il faut d'abord mentionner que ce n'est que lorsqu'elles sont neuves que certaines bouilloires dégagent le lourd métal en quantités assez élevées pour être considérées comme réellement menaçantes. Lorsqu'elles prennent de l'âge, il se forme une couche d'oxyde qui empêche un dégagement subséquent de l'élément toxique. La bouilloire devient alors inoffensive.

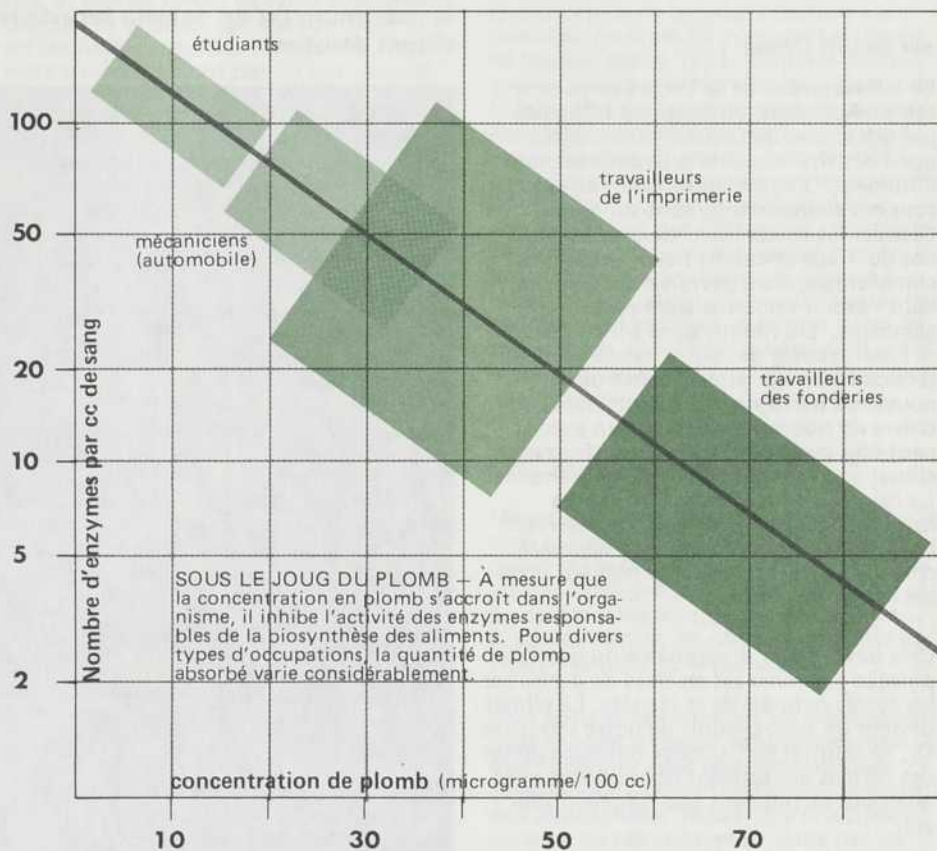
Les malaises provoqués par le plomb sont difficiles à diagnostiquer et c'est pourquoi ils étaient, jusqu'à tout récemment, complètement ignorés par les médecins. Toutefois, selon le Dr R.A. Kehoe qui étudie ces problèmes depuis plus de 35 ans au Kettering Laboratories de l'Université de Cincinnati, une diète normale implique l'absorption quotidienne d'environ 0,3 milligramme de plomb. L'organisme en rejette environ 90 pour cent

(par voie intestinale). Le reste, qui s'était accumulé peu à peu dans le sang, puis les os, est graduellement rejeté par l'organisme. Mais, si le taux d'absorption dépasse celui avec lequel l'organisme peut s'en débarrasser, de sérieuses complications peuvent se produire. Ainsi, l'absorption quotidienne de plus de 1 milligramme de plomb peut entraîner, chez un adulte, des complications au niveau du métabolisme.

Le plomb inhibe l'action des enzymes qui dépendent de la présence de sulfhydryle (SH): il l'enlève aux enzymes qui en ont besoin pour faire leur travail... Dans ce sens, il entrave la biosynthèse de l'hème

donc perturbées par le plomb. Ce dernier exerce donc aussi sa lourde menace sur l'appareil digestif. Il existe d'ailleurs une corrélation directe entre la concentration en plomb et l'activité enzymatique qui assure la biosynthèse de l'énergie alimentaire.

À un autre niveau, le système nerveux périphérique est perturbé (voir QUÉBEC SCIENCE, mars 1974) et le problème engendré peut se répercuter jusqu'au système nerveux central. Le plomb provoque alors des dégâts au cerveau. Sous son influence, les vaisseaux capillaires du cerveau deviennent trop perméables,



qui joue un rôle important dans les phénomènes de la respiration. L'hème est le constituant qui se combine à une protéine (la globine) pour former l'hémoglobine, ce pigment qui transporte l'oxygène des cellules rouges du sang. Le plomb peut donc entraver le processus de la respiration.

D'autre part, les étapes de transformation de la nourriture en énergie biologique requièrent aussi la présence d'enzymes qui ont besoin des sulfhydryles et se trouvent

l'encéphale se gonfle d'eau et ses parois sont alors comprimées contre la boîte crânienne, d'où des œdèmes et brisures de la dure-mère.

Même s'il existe un traitement efficace pour débarrasser l'organisme du plomb absorbé, il reste à souhaiter que «l'affaire des bouilloires» saura décider les médecins canadiens à emboîter le pas aux Américains qui, eux, mènent déjà plusieurs campagnes de dépistage des enfants intoxiqués par le plomb. ●

# où va le climat

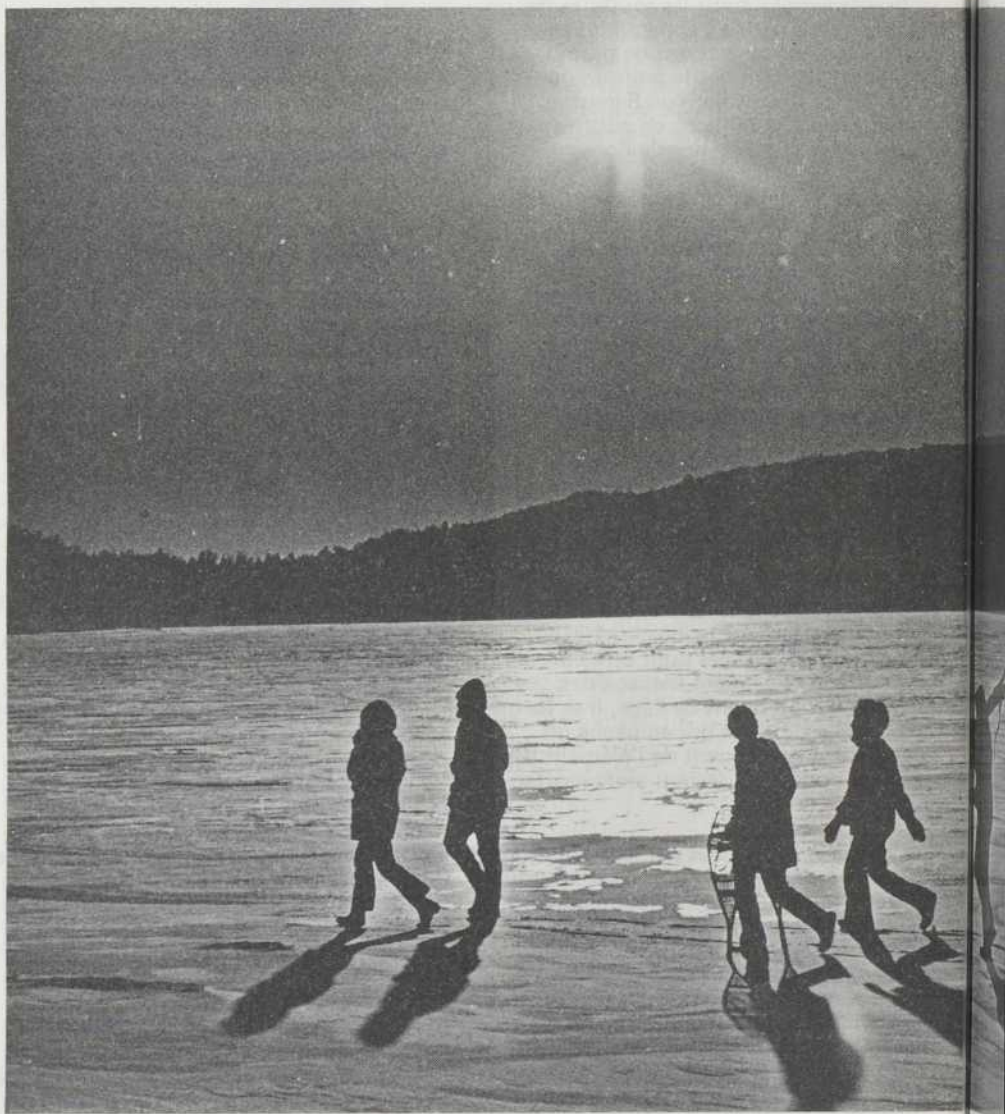
«Un jour, nous pourrions contrôler le climat», disaient les visionnaires. D'autres reprenaient: «Mais il y aura alors d'interminables querelles sur la température qu'on voudra». Maintenant, on sait que la première tâche des savants sera de corriger les effets de la pollution et que le maximum qu'on exigera sera de retrouver le bon vieux climat d'antan.

par Benoît Drolet

Le climat global de la Terre évolue sans cesse. Autrefois, uniquement influencé par des causes naturelles, voilà maintenant que l'activité humaine provoque ses sautes d'humeur. Les météorologues, attentifs à tous ces changements, sont sur le point de dévoiler les mécanismes de ces phénomènes qui nous affectent tant. Grâce à la climatologie, il est permis d'espérer que dans l'avenir l'homme agira plus intelligemment. Du moins, agira-t-il en meilleure connaissance de cause, lorsqu'il implantera de nouvelles usines, construira de nouveaux barrages hydroélectriques, ou créera de nouvelles villes. Et un jour, peut-être pourra-t-il même transformer le climat à sa guise et maîtriser les éléments? La ceinture de famine qui afflige les habitants des bordures sud des déserts de l'hémisphère nord commande déjà aux climatologues de trouver le plus tôt possible la clef du climat.

Cela devrait être du domaine du possible puisque l'homme est en train de perturber les cycles naturels de la planète. Le climat devient un sous-produit de notre industrie. Or, ce résultat de l'activité humaine prend des formes qui souvent nous dépassent et que nous ne pouvons que rarement prévoir.

Heureusement, les climatologues veillent au grain et disposent d'outils de plus en plus perfectionnés pour préparer le sauvetage de notre habitat. Leur plan d'attaque est le suivant: d'abord faire appel aux statistiques météorologiques pour découvrir les origines du climat, puis simuler l'avenir à l'aide de modèles qui reproduisent le plus fidèlement possible le comportement global de l'épiderme de la Planète. Ils entrevoient aussi la possibilité de prescrire les mesures à prendre pour «humaniser» le climat.



Nous connaissons tous l'importance des travaux des météorologues qui nous préviennent à deux ou trois jours d'avis de l'humeur du climat. Aviateurs, agriculteurs, navigateurs, sportifs, automobilistes, écoliers, astronomes, la liste de ceux dont les décisions cèdent aux caprices de la météo est longue. Nous voulons tous être avertis à temps pour nous prémunir contre les intempéries et déjouer l'imprévisible. A plus long terme, l'ingénieur, l'architecte ou l'industriel veulent savoir où, quand et comment construire. A titre d'exemple, les ingénieurs de l'Hydro-Québec s'intéressent au plus haut point à évaluer dans quelle mesure le verglas menacera leurs réseaux de transport électrique. Quelles sont les marges de sécurité qu'il faudra respecter lors de la construction? En répondant à cette question, la météo fera danser bien des dollars. En effet, même si nous savons de mieux en mieux comment lutter contre les intempéries, et que les avions peuvent maintenant décoller et se poser par des conditions météo jugées autrefois désespérées, les météorologues n'ont pas dit leur dernier mot.

### AMORCER L'AVENIR

Pour amorcer les prédictions à long terme, il faut se tourner vers le passé. Ce sont en effet les statistiques météorologiques qui forment la base des projections dans l'avenir. En extrapolant les courbes des années précédentes —on a des données qui permettent de remonter jusqu'en 1840, anniversaire des débuts de la météo— il est possible de décrire les grandes tendances du temps. Mais ce genre de prévisions à long terme présuppose que le climat ne subira pas de variations profondes. Cette sorte de «climatospective» s'avère cependant assez peu exacte et ne donne qu'une idée grossière des saisons à venir.

Néanmoins, un regard sur le passé révèle que depuis 1940, la Terre s'est refroidie. Il est vrai que les marins des bateaux se rendant à Spitzberg, territoire norvégien situé au nord de la Finlande, n'ont pas eu besoin de consulter les statistiques pour s'en rendre compte. La navigation qui, vers 1940, y était ouverte environ 9 mois par année, ne l'est plus maintenant qu'au cours des trois mois de l'été du Nord.

Plus au sud, les perturbations climatiques se traduisent par des sécheresses. Il semble que le triste sort qu'ont connu les habitants du Sahel ne soit qu'un avant-goût des séquelles du climat. Le Dr D. Winstanley, en se basant sur les cycles de pluviosité passés, estime que la sécheresse continuera sa progression jusqu'en 2030. De même, on prévoit, pour l'été prochain, des sécheresses dans le Mid-West américain et dans les prairies de l'Ouest canadien, où elles tendent à se répéter tous les vingt ans.

Peut-être sommes-nous arrivés trop tard, car de 1915 à 1940, la température moyenne de la planète n'a cessé de grimper. Au moment où la deuxième guerre mondiale faisait rage, le climat a commencé à se refroidir et, depuis 1950, les symptômes de ce refroidissement se manifestent surtout à l'ouest du Groenland et le long des zones côtières de l'Est du Canada.

Il ne fallait pas trop compter que le «beau temps» de la guerre dure indéfiniment. L'Histoire a son mot à dire et selon les géologues, au cours des dernières 700 000 années, la température moyenne de la planète n'a été aussi chaude qu'il y a 30 ans que pendant 5 pour cent du temps. Les périodes chaudes s'avèrent donc aussi brèves que rares.

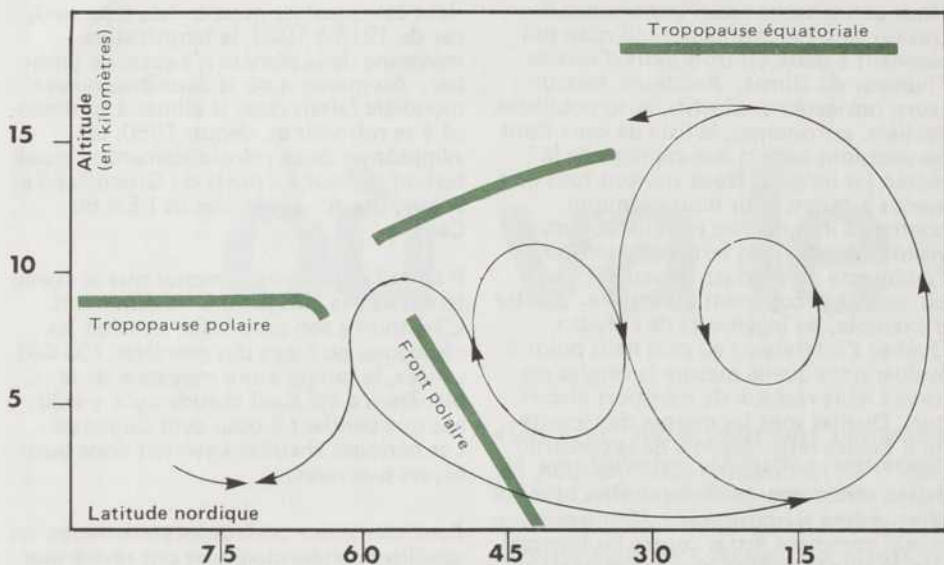
Pour confirmer ces froides statistiques, les satellites météorologiques ont révélé que la couverture de la calotte boréale a augmenté de quelque 12 pour cent au cours de la seule année 1971. Comme le souligne le Dr Kenneth Hare, météorologue de l'Université de Toronto, cette expansion des glaces a précédé l'hiver le plus froid que le Canada ait connu, celui de 1972, depuis que les observations et les compilations météo ont commencé, en 1840. Cependant, ces considérations statistiques ne permettent pas d'extrapoler avec certitude les conditions météorologiques à venir. Il faut plutôt trouver les causes des variations climatiques et en connaître les mécanismes, c'est à cette condition seulement que des prévisions météorologiques à long terme pourront s'avérer vraies.

### CHERCHER LE COUPABLE

Même si on ne peut encore dire avec certitude qui est le responsable du climat et qui sont ses complices, les météorologues ont déjà désigné des suspects: le Soleil et ses sautes d'humeur, les océans et les courants marins, les calottes glaciaires et, enfin, l'homme et la pollution.

Pour coincer le coupable, les météorologues ont mis au point des programmes mathématiques qui reproduisent déjà presque parfaitement les comportements de l'atmosphère. Nourri des principaux paramètres climatiques et guidé par les équations du climat, l'ordinateur peut prédire les conditions météorologiques pour une période de temps qui n'est limitée que par la précision des paramètres et la justesse des équations. Il est déjà possible de prédire approximativement le climat global pour environ deux ans. Un modèle climatologique bien au point pourrait mettre le doigt sur le responsable. Par exemple, ce modèle pourrait essayer de reproduire les conditions climatiques de 1942 à partir des paramètres météo de 1940. Si le résultat de cette simulation indique une température moyenne légère-▷





**VOIES AÉRIENNES** — Si la Terre ne tournait pas, le déplacement de l'air serait simple. Chauffé à l'équateur, il s'élèverait, puis gagnerait les pôles où il descendrait. Par contre, à cause de la rotation de la Terre, les masses d'air quittent l'équateur avec une certaine vitesse vers l'est. A mesure qu'elles se rapprochent du pôle nord, elles subissent un déplacement relatif au sol vers l'est. C'est ce qui entraîne la formation des ceintures atmosphériques. Pour cette raison, des vents froids descendants survolent le Québec avant de regagner les plaines équatoriales où ils se réchauffent et reprennent leur cycle perpétuel (d'après le professeur H.H. Lamb). Δ

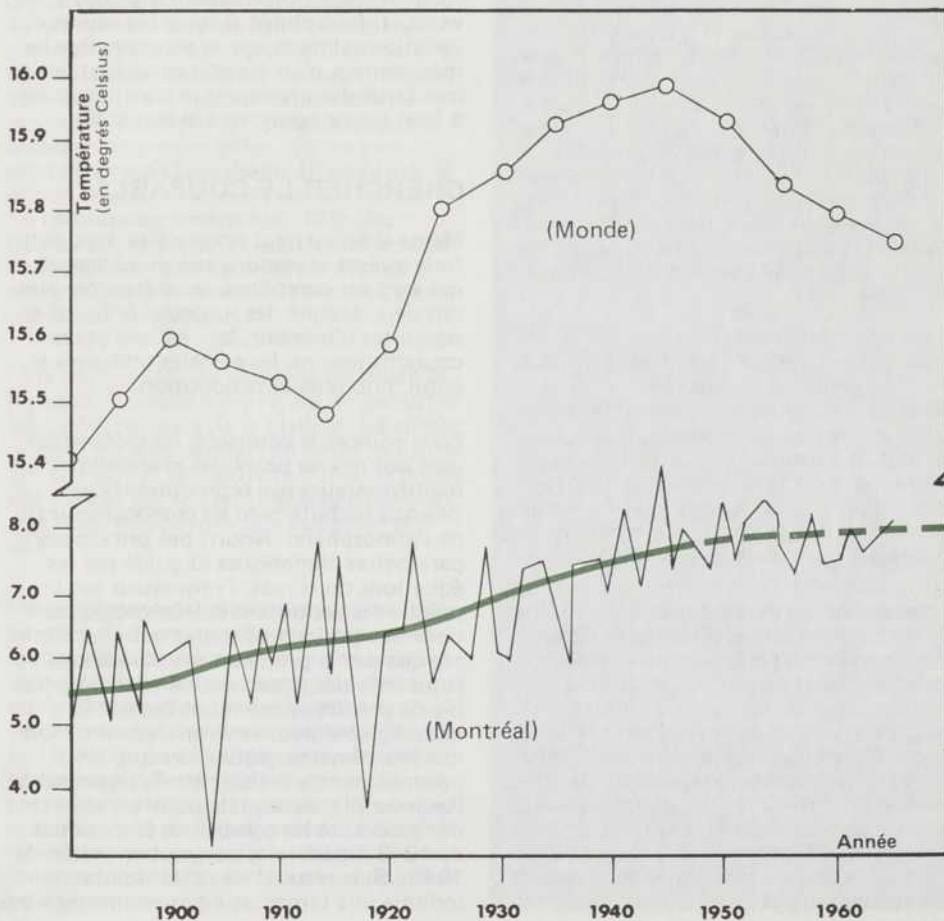
**CHALEUR ET FROID S'AFFRONTENT** — Depuis 1940, la température moyenne de la Planète a commencé à baisser. En l'espace de 30 ans, elle a diminué d'environ 0,3 degré Celsius. Pourtant, la ville de Montréal poursuit son escalade thermique. Depuis 1890, la température moyenne de l'atmosphère montréalaise s'est accrue de 2,25 degrés. Faudra-t-il déménager les champs à la ville? (La courbe de la température moyenne annuelle du monde provient de données recueillies par le météorologue anglais H.H. Lamb, alors que celle de Montréal a été compilée par le Dr Vowinkel, de l'université McGill.) ▽

ment supérieure aux mesures de l'époque, on remanie les équations pour arriver à une concordance entre les prédictions et la réalité. Ensuite, en recommençant le jeu de 1942 à 1944, et ainsi de suite jusqu'à aujourd'hui, on découvrira le ou les responsable(s) de la modification du climat.

Il faut cependant noter qu'une telle enquête n'est pas encore possible. En effet, les équations du modèle sont presque au point, mais les paramètres dont disposent les météorologues ne sont pas assez complets puisqu'ils ne couvrent que les régions continentales. Jusqu'à présent, la météo des océans n'a fait l'objet que de trop rares relevés.

L'importante Veille Météorologique Mondiale, qui débutera en 1977, a précisément pour tâche de remédier à cette lacune. Lors de cette année critique pour la climatologie, des spécialistes du monde entier collaboreront à la cueillette de données météo à l'échelle planétaire et en particulier dans les régions mal connues des océans. A cette occasion, le Canada jouera un rôle très important dans le cadre du projet GARP (sigle de Global Atmospheric Research Program). Le navire canadien Quadra, véritable station météorologique ultra-perfectionnée, sillonnera les mers et recueillera les données météorologiques essentielles à la prédiction par simulateur. De plus, des dizaines de satellites, dont certains sur orbite polaire, des avions spéciaux, des ballons stratosphériques (à 30 km d'altitude et qui font le tour de la Terre en une vingtaine de jours), des bases arctiques et plus de 10 000 bouées-sondes recueilleront les précieuses mesures sur lesquelles l'Organisation météorologique mondiale (OMM) fonde beaucoup d'espoirs. Toutes les informations seront acheminées et traitées dans trois centres de l'OMM, à Melbourne, Moscou et Washington. Peu importe le «rideau de fer», le temps ne connaît pas de frontières.

Cette vaste quête permettra de mieux connaître la «mécanique» du climat et donnera de multiples relevés en pâture aux simulateurs climatiques chargés de prévoir l'imprévisible.



**LES COMPLICES DU SOLEIL**

Le Soleil est le suspect numéro un. Pour cette raison, la collaboration entre astrophysiciens et météorologues s'impose. Les uns ont donc échangé avec les autres les données des satellites Tيروس et Nimbus et des séries Orbiting Solar Observatories et Interplanetary Monitoring Platforms. L'étude est complexe et il est très difficile de rendre compte de liens directs entre l'activité solaire et les sécheresses ou les inondations. Il est en effet téméraire de tenir pour responsables les petites varia-

tions de l'énergie solaire qui atteignent la Terre alors qu'elles ne représentent qu'une fraction de l'énergie stockée dans le système climatique terrestre. Toutefois, le Dr Constance Sawyer, astronome au Space Environment Laboratory de Boulder (Colorado) a mis au point une méthode qui permettra peut-être d'élucider la question. Cette méthode estime et prévoit l'intensité des champs magnétiques solaires locaux. Ces champs contrôlent les perturbations solaires qui affectent, après coup, la radiation que nous envoie le Soleil. Le Dr Sawyer a réussi, grâce à des photos prises à intervalles réguliers puis projetées en accéléré, à mesurer les périodes des ondes galopantes qui se manifestent dans la haute atmosphère solaire, chromosphère. Le docteur Sawyer a démontré que la période de ces ondes est en relation directe avec l'intensité du champ magnétique de la chromosphère solaire. Une analogie souligne l'intérêt des «tremblements» de soleil.

Lorsqu'on tape au fond d'un bocal à poissons, des ondes se forment en surface. La hauteur des crêtes et la période de ces oscillations dépendent du mécanisme de transfert de l'énergie du fond vers la surface. Ainsi, dans le cas du Soleil. Les ondes galopantes trahissent le mécanisme de transfert de l'énergie du centre du Soleil vers sa surface où les gaz de l'atmosphère solaire irradient en colonnes et en jets élevés. Les crêtes des ondes observées par le Dr Sawyer avancent à environ 96 km par seconde et se répètent en un lieu donné, à toutes les 5 minutes. Paradoxalement, les régions actives qui sont source d'un intense rayonnement oscillent beaucoup moins rapidement. La méthode du Dr Sawyer permet d'en prédire l'intensité et la fréquence.

Mais prédire l'activité magnétique du soleil n'a pas qu'un intérêt astronomique. Le Dr John Wilcox, de l'Université de Stanford (Californie) a observé un lien entre les variations du magnétisme solaire et les zones de basses pressions de l'atmosphère terrestre, qui apportent les tempêtes dans l'hémisphère nord.

Le champ magnétique du Soleil se divise en quatre secteurs. Cette structure est portée loin dans le système solaire par les particules chargées (protons, électrons, noyaux d'hélium) du vent solaire. Comme le Soleil tourne sur lui-même en 25 jours, son champ magnétique en fait tout autant, et à tous les six jours, la frontière d'un des secteurs magnétiques balaie la Terre. Quelques jours avant le passage d'une de ces frontières sectorielles, il y a une diminution progressive du champ magnétique et de la vitesse du vent solaire. Après le passage d'un secteur à l'autre, le champ magnétique augmente et la vitesse du vent solaire croît pendant quelques jours. À ce moment, la dimension des zones de basse pression de l'hémisphère nord est affectée.

Ainsi, prédire le champ magnétique du soleil, c'est prédire les tempêtes de l'hémisphère nord!

Un autre chercheur, le professeur K.D. Wood, de l'Université du Colorado, soutient qu'il y a un lien entre l'alignement des planètes, l'activité solaire et le climat. Une possibilité curieuse, presque astrologique, ressort des travaux du Dr Wood: les planètes affectent le climat terrestre par les marées qu'elles provoquent sur le Soleil! C'est en cherchant la cause profonde des hoquets du Soleil que le Dr Wood en est venu à souligner l'influence des planètes.

On a longtemps cru que le climat de la Terre suivait le cycle de onze ans des taches solaires. Certains effets météorologiques mesurables semblent en effet évoluer en parallèle avec l'activité moyenne du soleil, par exemple, la durée des saisons de croissance des cultures. D'une année à l'autre, la période de croissance des plantes se prolonge à mesure que l'activité du Soleil augmente. Le professeur Wood a émis l'hypothèse que les marées exercées sur le Soleil par Mercure, Vénus, la Terre et Jupiter déclenchent des variations que notre climat ne tarde pas à ressentir. Ces planètes produisent en effet des marées solaires importantes. De plus, l'intensité de celles-ci est reliée au nombre de taches solaires.

Les prochains maxima de l'activité solaire se produiront en 1982 et 1993, mais avec une intensité légèrement plus basse que le cycle qui vient de se terminer en 1969. Ils seront aussi beaucoup plus faibles que les maxima de 1958 et 1947. En terme de climat, ceci signifie un retour aux conditions climatiques de 1920, alors que la température moyenne était d'environ 0,5 degré Celsius inférieure à celle du maximum de 1940.

## JEUX D'EAU

Plus près de nous, la mer transforme à sa manière l'énergie thermique que nous envoie le Soleil et perturbe le climat. Les climatologues croient de plus en plus que les courants océaniques sont d'importants modificateurs du climat. L'apparition, il y a deux ans, de «el Nino», une interruption temporaire de la remontée des eaux profondes propices à l'apparition du plancton végétal, au large du Pérou, a entraîné une chute catastrophique des pêches d'anchois péruviennes.

Récemment, les océanographes se sont aperçus qu'«el Nino» n'est qu'une manifestation côtière de changements majeurs non saisonniers des courants marins, des comportements du vent et des précipitations dans le Pacifique équatorial. La source de ce bouleversement se présente sous forme d'étendues d'eau dont la tem-

pérature est de 1 à 2 degrés Celsius plus élevée ou plus basse que la normale. Chacune de ces pièces d'eau couvre environ un million de kilomètres carrés et peut atteindre quelque 100 mètres de profondeur. Tout au cours de l'hiver, ces étendues chaudes et froides se maintiennent dans le Pacifique. Au niveau de ces vastes réservoirs d'énergie thermique se produisent d'importants échanges de chaleur de l'océan vers l'atmosphère, à une échelle suffisamment importante pour que le climat en soit modifié. À long terme, les variations de température se produisent globalement et sur de grandes étendues de quelque 1 000 kilomètres ou plus de diamètre. Les scientifiques de la North Pacific Experiment ont décelé une certaine corrélation entre le comportement de ces masses d'eau et la rigueur de l'hiver de l'Amérique du Nord. La présence d'une nappe d'eau froide au centre du Pacifique et d'une autre chaude au large de la côte californienne a correspondu, au cours des 30 dernières années, à des hivers plus froids que la normale. À l'inverse, un hiver chaud est associé à la présence d'une nappe d'eau chaude dans le Pacifique centre et d'une autre froide sur la côte californienne. Certes, ces déductions faites à partir de statistiques concernant une aussi courte période de temps demeurent incertaines. On ne peut en tirer une loi, mais, si elles se vérifient dans l'avenir et si l'on arrive à saisir l'origine de ces masses d'eau anormalement chaudes ou froides, il n'y aura pas qu'un pas à franchir vers la prédiction de la rigueur de nos hivers.

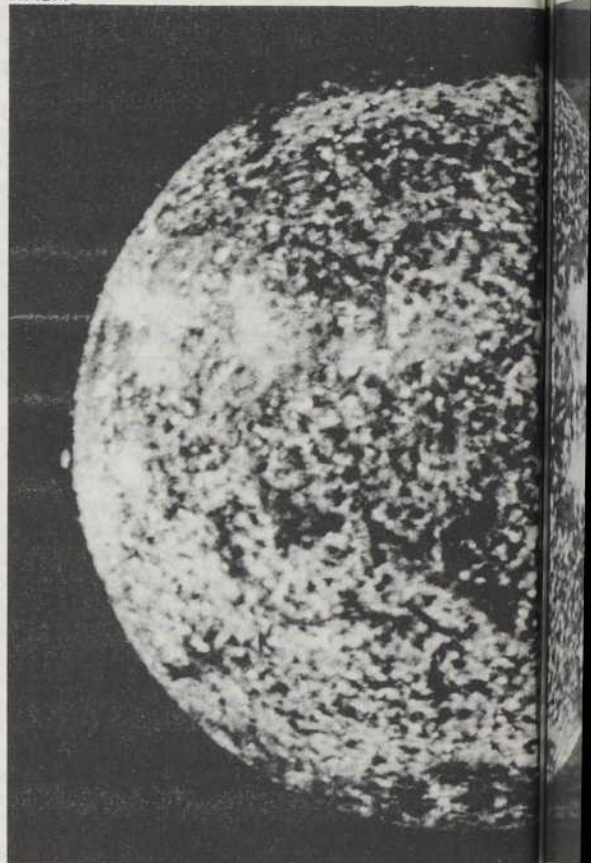
## L'ACTIVITÉ HUMAINE

La météo doit aussi tenir compte d'un nouveau partenaire: l'homme. Sa soif d'or noir le conduit maintenant jusque dans l'Arctique. Cela ne va pas sans graves implications climatiques. M.M. W.J. Campbell et S. Martin, de l'Université de Washington, s'inquiètent que l'événement d'un seul pétrolier dans l'océan Arctique n'entraîne des conséquences à l'échelle de la planète. Le pétrole provoquerait une fonte accélérée d'une grande portion de la calotte glaciaire (voir QUÉBEC SCIENCE, novembre 1973) en augmentant l'absorption du rayonnement solaire par les banquises.

Toujours à cause du pétrole, le développement des sables bitumineux de l'Athabasca pourrait avoir de fâcheuses conséquences climatiques. Le gouvernement albertain a d'ailleurs commandé une étude de cet aspect de l'exploitation des sables bitumeux. Le problème est de taille, comme l'explique le Dr P.W. Summers, du Service de l'environnement atmosphérique de Toronto. Il croit que la vapeur des processus de combustion et les émanations de bioxyde de soufre pourraient se combiner pour dérégler les mécanismes▷



NASA



▷ de formation des nuages. Étant donné que les importantes cultures des prairies sont à la merci de pluies déjà maigres, et qu'on anticipe déjà une sécheresse pour l'année prochaine, il faudrait bien s'assurer que l'extraction du pétrole des sables ne compromettra pas la vocation première du Grenier du monde. Au moins, décidera-t-on alors d'ajouter d'importants systèmes d'épuration aux mines de pétrole.

Encore pour de l'énergie, dite propre cette fois, nous construisons de grands barrages qui créent d'immenses lacs artificiels. On ne peut encore prévoir exactement qu'elles seront les répercussions climatiques d'un système de barrages hydroélectriques comme celui de la baie de James, mais nous pouvons faire des parallèles avec d'autres ouvrages de ce type. Par exemple, le Columbia Basin Project, dans l'État de Washington, est particulièrement éloquent sur ce point. Près de 10 000 kilomètres carrés y ont été irrigués de 1930 jusqu'à 1945. On note depuis une augmentation systématique des précipitations en juillet et en août. De plus, cet effet, s'étend à plusieurs kilomètres autour du bassin de Columbia.

Que dire du projet de la baie de James qui inondera quelque 13 800 kilomètres carrés. Le Dr Vowinckel, du département de Météorologie de l'université McGill, souligne que la tâche dépasse les possibilités de la météo actuelle. Nous devons probable-

ment nous contenter de ressentir les effets climatiques bons ou mauvais et en prendre pour notre rhume. En quelque sorte, le projet hydroélectrique de la baie de James servira involontairement de laboratoire climatique. Une chose est certaine, nos étés seront encore plus pluvieux qu'ils avaient l'habitude de l'être!

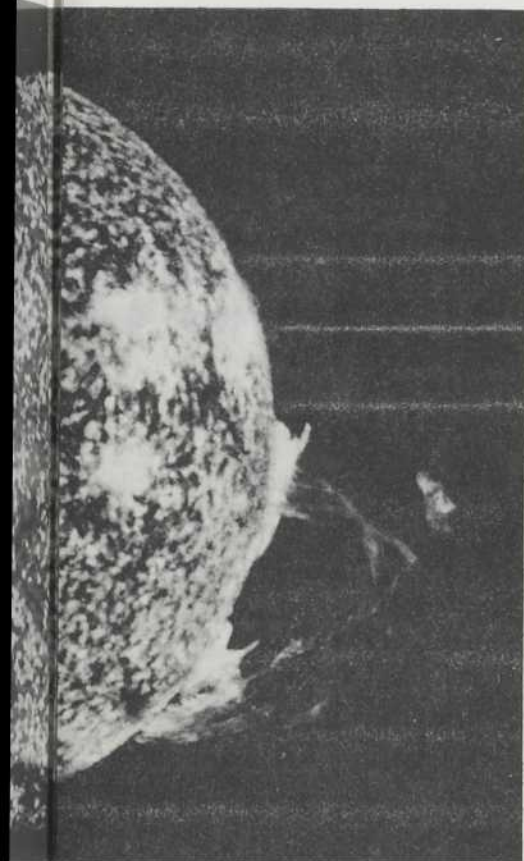
Après les compagnies de service, voilà maintenant que les militaires américains travaillent à mettre au point l'arme météo. En mars dernier, le ministère de la Défense des États-Unis, rendait compte des résultats de sept années de lutte contre les nuages vietnamiens. Consolation, malgré les millions investis contre le temps, rien n'est survenu qui puisse faire croire qu'on peut ensemençer les nuages à volonté.

## DES VILLES CHAUDES

De par sa seule présence, l'homme chauffe peu à peu son navire la Terre. La contribution est faible par rapport à la contribution du Soleil. Tout de même, des régions aussi étendues que l'entière Côte est de l'Amérique pourraient voir leur comportement climatique affecté si la pollution atmosphérique n'est bientôt stoppée. Le Dr James T. Peterson, météorologue de la National Oceanic and Atmospheric Administration du ministère du Commerce américain, affirme que les émissions de chaleur et les modifications infligées au

couvert végétal en le tapissant de béton ont déjà commencé à modifier le climat local. À Washington, par exemple, la saison des cultures dispose d'un mois de plus que l'été des régions rurales avoisinantes. En général, les précipitations de neige et la brume sont moindres au-dessus des grandes villes, tandis que le vent et la pluie augmentent d'environ 5 à 10 pour cent, que la direction du vent est altérée et que les étés y sont plus chauds et plus humides.

Tout cela vient de la pollution thermique: les automobiles, le chauffage des maisons, l'industrie et la génération d'électricité par les centrales thermiques. Selon M. Peterson, les simulateurs permettent déjà de chiffrer les perturbations climatiques des villes. Divers modèles indiquent que lorsque la chaleur produite de main d'homme atteindra un pour cent de celle que nous recevons du Soleil, la température globale moyenne augmentera d'environ 1 degré Celsius. En l'an 2000, on prévoit produire tout au plus, un dixième de un pour cent de la chaleur reçue du Soleil sur Terre. Mais, malgré sa faiblesse, l'effet se sera propagé sur de très grandes étendues et ne sera plus limité aux centres urbains. En l'an 2000, plusieurs régions de quelques millions de kilomètres carrés produiront plus que un pour cent de la chaleur qu'elles reçoivent du Soleil. De plus, aux élévations de température de ces régions correspondront des abaissements de tem-



1— SECOUSSE SOLAIRE — Cette éruption solaire, vue de Skylab, le 19 décembre dernier, est la plus spectaculaire jamais photographiée. Le voile de gaz éjecté s'étend sur plus de 588 000 kilomètres de la surface.

2— À L'ABRI DES TEMPÊTES — Le satellite météo SMS-1 a croqué cette image de la Terre alors qu'il se dirigeait vers son orbite, le 28 mai dernier. Cinq noyaux de tempête sont clairement visibles de l'ouest du Canada jusqu'au dessus de l'Atlantique. Sur la Côte est de la Baie d'Hudson, on voit le couvert de glace se briser. Au-dessus de la Floride et de la mer des Caraïbes, de petites formations de cumulus apparaissent clairement et permettent aux météorologues de déduire la direction du vent.

pérature des régions adjacentes. Les villes chaudes sont situées sur la côte nord de l'Amérique, au sud des Grands Lacs, en Floride, en Californie, et sur une partie de l'Europe de l'Ouest.

Il est donc important de diminuer le niveau de la pollution thermique qui affecte déjà, de façon significative, le climat local et qui perturbera bien le climat global de la Planète.

### CHAUFFER À L'OZONE

Certains gaz polluants se comportent comme de véritables éponges à chaleur. La concentration d'ozone (une molécule faite de trois atomes d'oxygène) habituellement détectée au niveau du sol dans les villes n'augmente la température moyenne de l'air urbain que d'un millième de degré Celsius par jour. Parfois, par contre, la concentration de ce gaz extrêmement réactif se situe à une partie par million. La seule augmentation de température attribuable à l'ozone atteint alors un dixième de degré Celsius par jour. De son côté, le bioxyde d'azote absorbe lui aussi fortement les radiations visibles du soleil. À la surface de la terre, ce stockage d'énergie par le bioxyde d'azote entraîne une élévation de température de 0,12°C par jour. Dans les villes, ce taux atteint parfois 1°C par heure! Il a déjà été mesuré à Los Angeles.

À l'échelle de la planète, le bioxyde de carbone issu de la combustion des carburants fossiles capte aussi le rayonnement visible du Soleil pour le convertir en chaleur. On doit donc s'attendre à un échauffement du climat à cause de cet effet de serre. Effectivement, de 1880 à 1940, la température moyenne de la terre a grimpé de 0,6°C. Cependant, depuis 1940, elle a baissé de 0,3°C.

Beaucoup croient que cette diminution de température est attribuable aux particules de poussière introduites dans l'air. Le rayonnement qu'elles réfléchiraient dans l'espace serait alors supérieur au surplus de rayonnement emmagasiné par le bioxyde de carbone. De plus, le professeur John Hampson, de l'université Laval, soutient que le gaz carbonique entretient un processus qui augmente encore l'ampleur de son effet de serre. Sa concentration augmentant, le gaz carbonique provoquerait une augmentation de l'ozone dans la stratosphère. Or, comme ce dernier gaz capte lui aussi la chaleur du Soleil, l'éventuelle destruction de l'ozone par des avions SST, Tupolev et Concorde serait alors une bonne chose.

### IL NE FERA PLUS FROID DEMAIN

Les statistiques météo indiquent un refroidissement général de 0,3°C, depuis

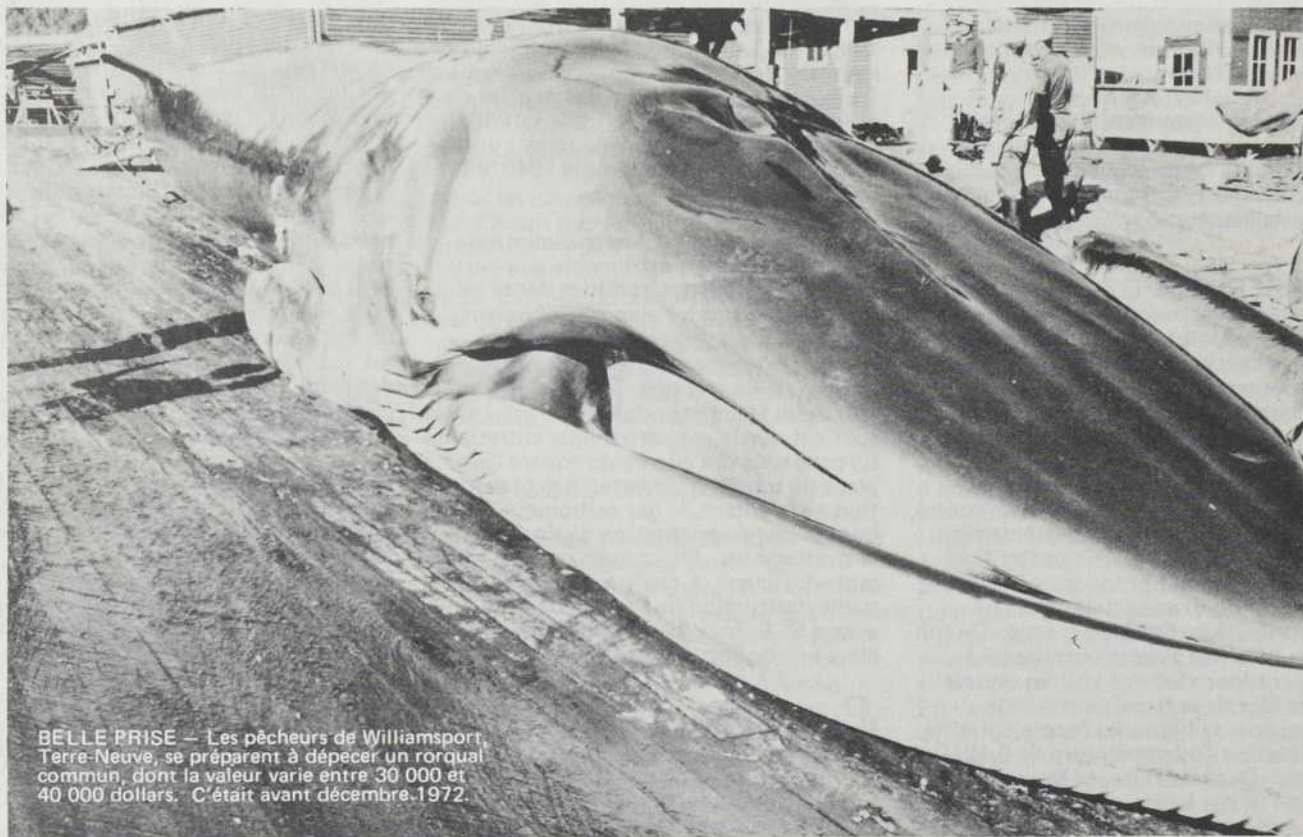
1940. Il semble donc que nous revenions peu à peu aux conditions climatiques plus froides qu'ont connues les Québécois au cours des années 1920. Toutefois, rien ne sert de s'alarmer. C'est loin d'être une dégringolade, tout au plus une petite glissade le long d'une faible pente. En ce qui concerne les précipitations, l'avenir s'annonce moins clément. Comme on l'a vu, la périodicité des sécheresses dans les Prairies en laisse prévoir une pour l'été prochain. Dans l'Est du pays, par contre, ce sera l'inverse. Nous, qui ne connaissons guère les jours sans nuage devons nous attendre à un hiver plus neigeux et à un été encore plus pluvieux. Notre sort est toutefois moins dramatique que celui des habitants du Sahel qui seront aux prises avec une impitoyable sécheresse jusqu'en l'an 2030.

Dans ce tableau général, les villes se détachent. De 1915 à 1965, par exemple, la température moyenne annuelle du centre-ville de Montréal est passée de 5,8 à 7,2°C. Ce n'est qu'une mince consolation. Le tunnel du métro et les galeries souterraines garderont toute leur utilité puisque les aménagements hydroélectriques de la baie James nous promettent plus de précipitations. Mais on a que ce qu'on mérite. Et, qui sait, peut-être que la planification de l'Hydro-Québec devra bientôt inclure dans ses estimés les surplus d'électricité exigés par l'impact de ses barrages sur le climat?

# nos grandes baleines nationales

par Jean-Marc Fleury

Véritables citoyens du monde, les grandes baleines parcourent sans relâche toutes les mers du globe. Une exception cependant: la plus grosse d'entre elles, le rorqual bleu, est pratiquement «sédentaire». Dans quel pays ce cétacé de 130 tonnes a-t-il élu domicile? Mais au Québec, voyons!



**BELLE PRISE** — Les pêcheurs de Williamsport, Terre-Neuve, se préparent à dépecer un rorqual commun, dont la valeur varie entre 30 000 et 40 000 dollars. C'était avant décembre 1972.

Edward Mitchell

Voir dormir un rorqual bleu, la plus grosse des baleines. Peu de gens peuvent se vanter d'avoir observé un tel événement. Larry Wade et Don Young, eux, en ont été les témoins privilégiés.

C'était par une journée de juillet 1973, tout près de la baie du Bon Désir, à 25 kilomètres en aval de l'embouchure du Saguenay, sur la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent. À partir de cet endroit jusqu'à Tadoussac, se manifeste l'action d'une gigantesque pompe naturelle qui fait remonter à la surface des eaux froides riches en sels nutritifs. Depuis le mois de mai déjà, ils passaient leurs journées, jumelles d'une main, caméra de l'autre, à observer les grandes baleines respirer près de la crique accidentée. De temps en temps, d'autres observateurs d'une équipe dirigée par le Dr Edward Mitchell, spécialiste des baleines à la Station de biologie arctique de Sainte-Anne-de-Bellevue, près de Montréal, venaient les remplacer. Le Projet d'observation des baleines du Golfe du Saint-Laurent avait été lancé par le Dr Mitchell après que des croisières sur le Golfe du Saint-Laurent aient localisé une concentration des grands mammifères, non loin de Tadoussac.

### AQUARIUM POUR BALEINES

Généralement, les biologistes n'observent les cétacés de près que morts, sur le pont d'un navire-usine, ou mourants, dans une petite baie peu profonde, ou bien vivants, mais seulement pendant quelques brèves secondes lorsqu'ils viennent respirer à la surface. Le moindre endroit où ces mammifères peuvent être examinés de près dans leur comportement naturel devient immédiatement un laboratoire d'étude. Jusqu'à tout récemment, on ne trouvait ces aquariums naturels pour baleines qu'en Patagonie, Argentine, ou sur la côte de la Baja California, au Mexique. Mais voilà que dans la baie du Bon Désir, à six heures d'automobile de Montréal, le Dr Mitchell pouvait enfin observer à pied sec ces baleines qu'il avait pourchassées par tous les océans du globe. Les baleines de Tadoussac étaient d'autant plus intéressantes que les activités les plus importantes et les moins bien connues des baleines, accouplement, mise bas, repos, se déroulent dans ces refuges.

Les collaborateurs du spécialiste poursuivaient donc leur tour de garde par cette belle journée, lorsqu'ils aperçurent le panache blanc de condensation des baleines qui font surface. Lentement, l'île bleugris acier du dos d'un grand rorqual se rapprochait. De plus, à en juger par l'intervalle qui s'écoulait entre la formation du geyser blanc et l'apparition de la nageoire dorsale, temps pendant lequel défilait l'interminable corps, il n'y avait aucun doute, il s'agissait du plus gros des cétacés, le rorqual bleu (*Balaenoptera*

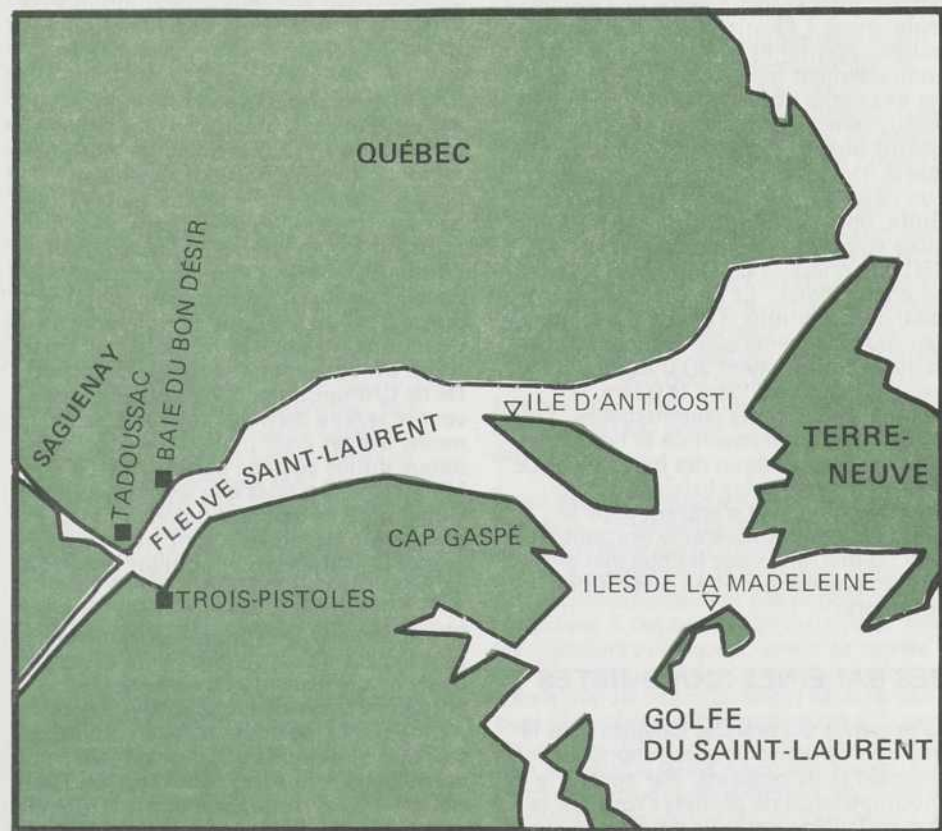
*musculus*). Celui-ci ne semblait pas devoir s'éloigner et se maintenait à la surface, son rythme respiratoire se ralentissant.

Quatre cent cinquante ans plus tôt, dans la baie et tout juste en face, près de l'autre rive, ce n'était pas une intense curiosité scientifique qui s'emparait des courageux pêcheurs venus du pays Basque à la vue des panaches blancs. Ils hurlaient «Là, là. Elle souffle!» En quelques secondes, ils s'élançaient à bord de leurs baleinières pour harponner ces immenses réservoirs d'huile d'éclairage, de savon et de viande. L'attrait de ce territoire de chasse était si considérable qu'ils venaient déjà dans la future Nouvelle-France bien avant que Jacques Cartier en prenne possession au nom du roi de France. Aujourd'hui, on peut encore voir les vestiges des fourneaux à graisse construits par les chasseurs basques dans le parc du Bon Désir et sur l'île aux Basques, en face de Trois-Pistoles. Leur proie était la baleine franche (*Eubalaena glacialis*), une grosse baleine de 15 mètres à la peau noire et lisse. Lente, elle se laissait rattraper par les petites embarcations à rames et poussait même la complaisance jusqu'à flotter après sa mort. D'abondants troupeaux du premier cétacé chassé par les inventeurs de la pêche à la baleine habitaient le Golfe. Par la suite, les Britanniques, les Américains et ensuite les Norvégiens mirent trop bien en pratique les leçons des Basques. La baleine fran-

che fut presque complètement exterminée du Golfe et de tout l'Atlantique nord. Même aujourd'hui, la population ne dépasse pas quelques centaines d'individus malgré que sa chasse soit interdite depuis 1920.

### UNE LANGUE DE QUATRE TONNES

Les rorquals bleus, comme celui qui venait d'entrer dans le champ de vision de nos deux observateurs, échappaient alors aux chasseurs. Ils croisent à la vitesse de 15 km/heure et sont capables de pointes de 32 km/heure. Seulement, l'avènement des vapeurs de chasse, au début du siècle, les inscrivit sur la liste des baleiniers. Quant au grand rorqual de la baie, il n'avait plus rien à craindre. La chasse à la baleine est totalement interdite depuis décembre 1972 sur la côte est canadienne. Il se comportait d'ailleurs comme s'il le savait. Arrivé à midi, il était toujours là à l'heure du souper. Ses respirations largement espacées et ses mouvements lents, tout juste suffisants pour l'empêcher de couler (sa densité est supérieure à celle de l'eau), indiquaient tout d'un animal au repos. Ce n'est qu'à minuit qu'on le vit s'éloigner sous l'éclairage discret de la lune. Maintenant, une idée s'imposait de plus en plus à l'esprit de nos observateurs. Aucun doute, la baleine s'était reposée. Peut-être même, avait-elle dormi? Qu'est-ce qu'on ne pourrait pas apprendre dans un site pareil!



▷ Dans l'univers des poissons, animaux à branchies qui pondent des œufs, les mammifères baleines, qui respirent avec des poumons, mettent au monde leurs petits vivants et les allaitent, dominent malgré tout par la taille, les rorquals, en particulier. En plus des bleus, la baie du Bon Désir était assidûment visitée par des rorquals communs (*B. physalus*), longs de 20 mètres, et des petits rorquals Minke (*B. acurostratus*), longs de sept mètres. Mais le rorqual bleu est de loin le plus imposant. Certains individus mesurent 30 mètres et pèsent 130 tonnes. Au milieu d'eau riche en plancton, ils peuvent avaler jusqu'à trois tonnes de minuscules crevettes par jour. À chaque bouchée, grâce à sa langue de quatre tonnes, le rorqual chasse l'eau de sa bouche en pressant le plancton contre les longues lames cornées accrochées à sa mâchoire supérieure. Ces fanons lui tiennent lieu de dents et entraient autrefois dans la confection des corsets sous le nom de «baleines».

Tous les rorquals ont le ventre blanc strié de sillons longitudinaux. Les plus modernes des cétacés depuis l'apparition de cet ordre de mammifères, ils possèdent aussi une nageoire dorsale. Plus l'espèce de rorqual est grosse, plus la nageoire est située loin vers l'arrière du corps. Ainsi, une fois que l'on connaît la forme, la couleur et la taille de la baleine, on peut l'identifier en notant l'intervalle qui s'écoule entre l'apparition de la tête et de la nageoire. De plus, le rorqual bleu ne dresse pas sa queue à la verticale lorsqu'il plonge, mais la sort à peine de l'eau en la maintenant à l'horizontale. Le rorqual à museau pointu, de son côté, peut sauter complètement hors de l'eau. Pour ce qui est de la nourriture, le bleu se nourrit exclusivement de plancton et le museau pointu surtout de petits poissons, tandis que le rorqual commun ne dédaigne ni l'un ni les autres. Dans l'estuaire et le Golfe, une compétition oppose les rorquals communs et à museau pointu à 450 000 phoques du Groenland (*Pagophilus groenlandis*). Le Dr David Sergeant, aussi de la Station de biologie arctique de Sainte-Anne-de-Bellevue, estime que ces derniers consomment 20 000 tonnes de harengs par année, dans le Golfe, le cinquième des prises commerciales. Par un heureux agencement de la nature, les phoques ayant besoin des bancs de glace pour se reposer et les baleines les craignant, les premiers n'entrent dans le Golfe qu'en décembre et le quittent en avril ou mai, alors que les baleines arrivent en mai ou juin et en sortent dès novembre.

## DES BALEINES BIOLOGISTES

La présence des grandes baleines dans le Golfe ne surprend pas, vu l'abondance de plancton et de poissons. Par contre, le séjour prolongé de plusieurs rorquals le long de la Côte nord n'a pas encore été

**SOUFFLE DE VIE** — La séquence respiratoire d'un rorqual commun ne change pas. Le souffle suit immédiatement l'apparition de sa tête, son long corps défile au-dessus de l'eau, il se courbe vers le bas et plonge. ▷

expliqué de façon satisfaisante. Le docteur Mitchell est catégorique, leur comportement est celui de baleines qui se nourrissent. Pourtant, la productivité biologique du système laurentien est très élevée, mais elle n'est pas uniforme, expliquent les biologistes. La chaîne alimentaire marine, qui commence par des eaux riches en sels minéraux, passe par la floraison du plancton végétal et se poursuit avec le développement du plancton animal, est étirée d'un bout à l'autre du Golfe. C'est bien en face de Tadoussac que remontent les eaux froides et profondes, riches en fertilisants inorganiques, mais le plancton végétal fleurit plus bas, dans des eaux moins froides qui longent la péninsule gaspésienne, et le plancton animal s'en nourrit encore plus bas, autour des Îles-de-la-Madeleine, avant de devenir lui-même la pâture logique des poissons et des baleines (Voir Domestiquer le Golfe, QUÉBEC SCIENCE, janvier 1974). Si ce n'est pour la nourriture, les grands cétacés viendraient-ils alors dans l'estuaire surtout parce qu'ils y trouvent des eaux analogues à celles de l'Arctique, côte à côte avec des eaux plus tempérées? Dans cette sorte de mer intérieure hybride, ils auraient alors les deux types d'environnement qui les font habituellement migrer de l'Équateur aux pôles. À moins que les baleines connaissent le Golfe mieux que les biologistes...

En effet, les rorquals sont essentiellement des espèces de haute mer. Dans l'hémisphère austral, par exemple, les baleines remontent vers le nord lorsque vient l'hiver, à la recherche d'eaux moins froides pour mettre bas leurs petits. Au printemps, elles redescendent vers l'Antarctique, les mères étant accompagnées de leur baleineau qu'elles allaitent jusqu'à sept mois. On explique ces migrations en disant que les baleines trouvent leur nourriture dans les immenses bancs de crevettes de l'Antarctique, tandis qu'elles doivent se rendre dans des baies aux eaux moins froides pour modérer le choc thermique infligé au bébé baleine. Le Dr Mitchell ne croit pas que les rorquals du Golfe mettent bas dans nos eaux, mais il estime que les femelles sont enceintes avancées lorsqu'elles remontent le détroit de Belle-Isle vers le Nord.

Chose certaine, les rorquals doivent fuir tout le centre et le sud du Golfe avant qu'ils ne s'englacent. Ces baleines ne possèdent pas le dos robuste des marsouins blancs, de vraies baleines arctiques, capables de briser la glace de surface nouvellement formée, pour respirer. Théoriquement, les rorquals pourraient quand même demeurer le long de la Côte Nord



Edward Mitchell

et dans la partie est du Golfe pendant tout l'hiver. Ces régions demeurent normalement libres de glace. Mais il arrive que les vents prédominants de l'Ouest poussent les glaçons contre la côte terre-neuvienne. Le piège se referme alors sur les rois des mers. En 1959, puis encore en 1968, on a dénombré plus d'une douzaine de cadavres de rorquals communs sur les bords du détroit de Belle-Isle. Selon le Dr Sergeant, ils ont été emprisonnés par les glaces qui ont alors complètement recouvert le Golfe aux mois de février et de mars.

## LA SOURDE OREILLE AUX SIRÈNES

De façon générale, à travers le monde, les migrations des baleines font l'objet d'importantes études. Depuis plusieurs années, on étiquette les baleines pour bien connaître leurs déplacements. L'étiquette consiste en une douille d'une vingtaine de centimètres de longueur, que l'on fait pénétrer dans l'animal à l'aide d'un fusil de calibre 12 modifié. (Les spécialistes comparent cet événement de la vie d'une baleine à un homme qui se rentre une écharde dans le bas du dos!) La récupération de la douille et des renseignements qui y sont inscrits, sur le cadavre d'une baleine capturée ou échouée, précise les déplacements des mammifères marins. Mais le Dr Mitchell a pensé faire plus.

Aussi étonnant que cela puisse paraître, on ne connaît pas encore la durée de vie des plus gros mammifères vivants. Il n'y a aucun moyen de connaître l'âge exact d'une baleine capturée. On doit se contenter d'approximations à partir de son allure générale. Les grandes baleines transportent pourtant avec elles une remarquable horloge biologique interne. Bien sûr, elles ne poussent pas l'obligeance jusqu'à grossir par addition de couches successives comme les arbres, mais la cire de leurs oreilles le fait. De plus, sans doute pour ne pas succomber aux appels des sirènes, elles conservent leur cire d'oreille toute leur vie. Seulement, les spécialistes ne s'entendent pas encore sur le rythme de croissance des couches. Certains disent une année, d'autres deux, ou encore, une et demie. Le Dr Mitchell propose de trancher la question en remplissant la douille métallique de quinacrine. Ce médicament, utilisé pour combattre la malaria, serait transporté continuellement à travers tout l'organisme en s'échappant par une quarantaine de trous percés dans la douille. À partir du moment de son introduction dans le cuir de la baleine, les nouvelles couches de cire d'oreille s'imprègneraient de quinacrine. Or, la présence du médicament est révélée par fluorescence sous éclairage ultraviolet. On connaîtrait donc enfin le taux de croissance annuel des couches de cire en capturant quelques cétacés étiquetés... et vaccinés contre les piqûres des insectes

vecteurs du paludisme. La douille du Dr Mitchell, et de son collaborateur Michael Kosicki, innove aussi parce qu'elle laisse dépasser un serpent de tissu coloré d'un centimètre de large et de 90 cm de long du dos de l'animal. Ce ruban visible à plus d'un kilomètre de distance permet de reconnaître une baleine étiquetée... sans autopsie.

La réussite d'une telle campagne de vaccination — pardon, d'étiquetage — apporterait un outil fondamental aux céatologues chargés d'estimer les populations de baleines. Tant qu'on ne pourra savoir l'âge exact des individus, il demeurera en effet très difficile de bien connaître leur cycle de vie, leurs migrations et les taux de renouvellement des espèces. Le Dr Sergeant a déjà trouvé une façon analogue de mesurer l'âge précis des marsouins blancs en comptant les couches de dentine de leurs dents...

## UN MAUVAIS PILOTE

Les petites baleines, marsouins et dauphins, que l'on rencontre dans le Golfe ont conservé les dents de leurs ancêtres mammifères qui pénétrèrent dans les océans. Dans le Golfe, l'espèce de baleines à dents la plus connue et la plus nombreuse est le marsouin blanc. Les scientifiques l'appellent bélougas ou *Balaenoptera leucas*, mais les gens de l'Estuaire en parlent tout simplement comme du marsouin ou cochon de mer. Dotés d'une épaisse couche de graisse et d'un dos robuste, ces petits cétacés de 5 mètres sont bien adaptés aux eaux arctiques et subarctiques. C'est ce qui les sauve de leur ennemi, l'épaulard (*Orcinus orca*). Ce frère, puisqu'il est lui aussi une baleine, est le plus féroce des prédateurs marins. En bande, il parvient même à dévorer les rorquals bleus dont il adore la langue. Heureusement qu'il ne peut tolérer les eaux très froides car c'en serait fait des cochons de mer. Leur présence suffit quand même à comprimer la majeure partie des troupeaux de marsouins dans les eaux froides de l'Estuaire, entre Tadoussac et Pointe-des-Monts. Malgré leur férocité, on ne connaît pas de cas où des épaulards aient attaqué l'homme. Son agilité, son impressionnante nageoire dorsale triangulaire et l'élégance de sa forme hydrodynamique sont en voie de rendre l'épaulard plus populaire que le dauphin. Le marché des aquariums a pris tellement d'importance (300 individus l'année dernière) que le Service des pêches et des sciences de la mer d'Environnement Canada a commencé à recenser les populations de la côte du Pacifique.

Les autres marsouins et dauphins que l'on trouve dans le Golfe comprennent le marsouin commun, le marsouin à nez blanc, le marsouin à flanc blanc, le dauphin commun et le dauphin pilote. Ce dernier doit son nom au fait que ses bancs sont

habituellement conduits par un chef. Curieusement, c'est le cétacé qui s'échoue le plus souvent sur les plages des provinces maritimes. Le Dr Sergeant a compilé 109 cas d'échouements de 1949 à 1968, dont quatre échouements collectifs. On croit qu'à mesure que le leader se rapproche de la rive, ses impulsions «sonar» se réfléchissent plusieurs fois entre le fond de la mer et l'interface mer-air, avant de parvenir à ses oreilles. Ces réflexions multiples allongent artificiellement l'intervalle entre l'émission et la réception de l'écho, de sorte que le grand mâle à l'avant du troupeau, se croit toujours en haute mer, juste avant de s'échouer. Ses cris de détresse attirent ensuite ses fidèles, et c'est l'échouement collectif. Selon d'autres céatologues, il faut ajouter à cela, la présence de vers parasites ou de sable dans les oreilles des baleines qui s'échouent.

À l'occasion, on rencontre aussi, dans le Golfe, le cachalot (*Physeter catodon*), la plus grande des baleines à dents avec ses 18 mètres. Il n'en reste plus que 22 000 dans l'Atlantique-Nord tandis que les populations se maintiennent dans le reste du globe. Enfin, il y a la jubarte (*Megaptera novaeangliae*), bouffon parmi les baleines malgré ses 15 mètres, puisqu'on la voit souvent sauter complètement hors de l'eau. On ne compte plus que quelque 1 300 de ces individus vulnérables qui se tiennent près des rives. Le Dr Mitchell estime à 10 ou 30, le nombre de prises maximum qu'une si petite population pourrait souffrir sans trop de dommages.

Aujourd'hui, la chasse aux grandes baleines fait l'objet d'une réglementation de plus en plus sévère. Chaque année, la Commission baleinière internationale fixe les quotas de prises. Même dans l'Antarctique lointain, les grands rorquals bleus et communs sont devenus trop peu nombreux pour faire l'objet d'une chasse rentable. On se rabat uniquement sur les plus petits rorquals à museau pointu et rorquals sei (*B. borealis*) que l'on rencontre aussi occasionnellement dans le Golfe. Selon la CBI, la population globale des rorquals à museau pointu, estimée à entre 150 000 et 300 000 individus, supporte très bien la chasse. Elle a maintenu son quota de 5 000 prises pour la prochaine saison.

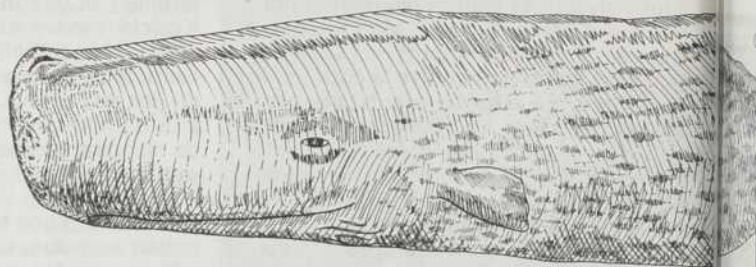
Pourtant, le Dr Mitchell, lui-même membre de la Commission, ne partage pas cet avis. Il s'alarme du fait que la CBI se refuse à reconnaître que chaque espèce se divise probablement en des populations rattachées à des territoires restreints. Ainsi, les chasseurs pourraient, sans s'en rendre compte s'attaquer presque toujours à une même population. Certaines caractéristiques secondaires différencient ces groupes les uns des autres, de sorte que leur élimination successive serait aussi irréparable que l'extermination qu'ont connue les baleines franches. L'étude de la dynamique de ▶

▷ population au sein d'une même espèce s'impose. Dans ce but, les petits troupeaux du Golfe s'offraient donc comme des sujets tout indiqués.

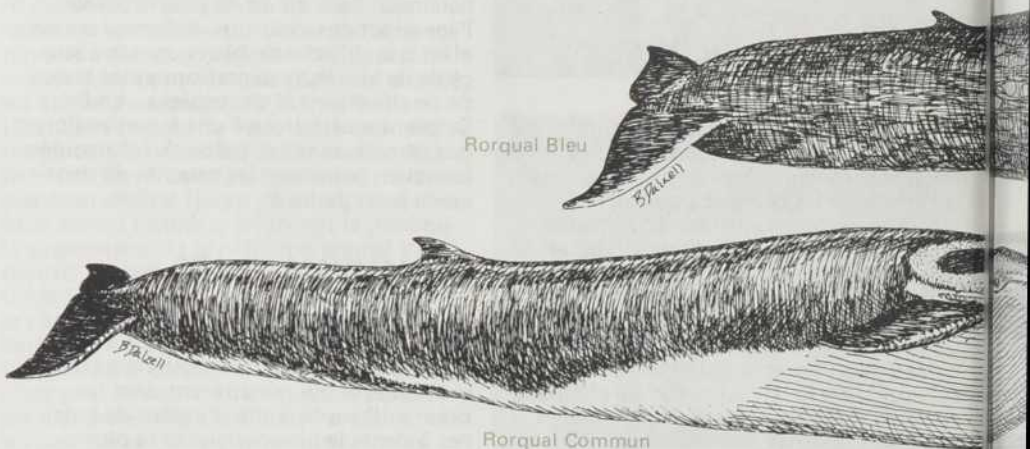
Le Projet d'observation des baleines du Golfe du Saint-Laurent fut donc lancé en mai de l'année dernière, avec tous ces objectifs en tête. Des volontaires devaient enregistrer sur pellicule et noter par écrit le comportement des baleines jusqu'en novembre prochain. Dès le début, les espérances mises dans le site furent récompensées. On réalisa plus d'une observation quotidienne. Dans une même journée, on photographia jusqu'à huit grands rorquals bleus. Par ordre d'abondance, les espèces observées étaient les rorquals minke, les rorquals communs, les rorquals bleus, les marsouins blancs, les dauphins pilotes et les jubartes. Les croisières antérieures dans le Golfe avaient permis d'estimer à 350 le nombre des rorquals communs, à un nombre inférieur celui des rorquals bleus, et à une quantité indéterminée le nombre de rorquals à museau pointu. À partir du poste d'observation du Bon Désir on croyait donc pouvoir déterminer avec exactitude l'abondance des populations, le taux de renouvellement des espèces et les relations entre les différents types de rorquals. Par exemple, l'association relativement constante des rorquals bleus, communs et à museau pointu, laisse soupçonner un partage sélectif des niches écologiques et des ressources alimentaires.

Il aurait aussi été possible d'éclaircir l'extraordinaire affection des grands rorquals pour le Golfe. Auparavant, on croyait que cette population ne faisait que passer, entrant par le détroit de Cabot au printemps, se nourrissant sur la Côte Nord, et quittant le Golfe vers l'Arctique par le détroit de Belle-Isle, vers le milieu de l'été. Mais après une année complète d'observation, jusqu'en mai dernier, le Projet d'observation révélait qu'une partie, sinon toute la population, demeurait dans le Golfe jusqu'à l'automne ou l'hiver. Les échouements de 1959 et 1968 ne sont donc pas des accidents isolés. Certains individus remontent même à l'intérieur de la rivière Saguenay pour nager dans l'eau douce! Si l'hypothèse du séjour prolongé des baleines pouvait être confirmée par d'autres observations, cela voudrait dire que des rorquals bleus demeurent dans les eaux marines québécoises pendant la majeure partie de l'année. Le Canada serait alors le seul pays du monde à posséder ses baleines nationales! Quel avantage, mais aussi, quelle responsabilité!

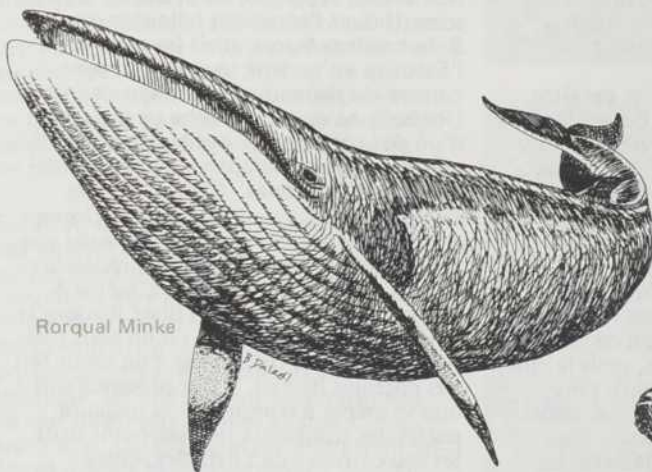
Cette responsabilité, on s'attendait à ce que le Canada l'accepte avec enthousiasme. Mais non. Au mois de juin, les autorités de la Station de Sainte-Anne-de-Bellevue ont coupé les fonds du projet. Puis, les fonds ont été rétablis, après quelques semaines de flottement. Désormais, le projet est endossé jusqu'en



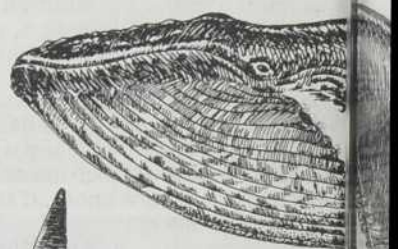
Rorqual Bleu



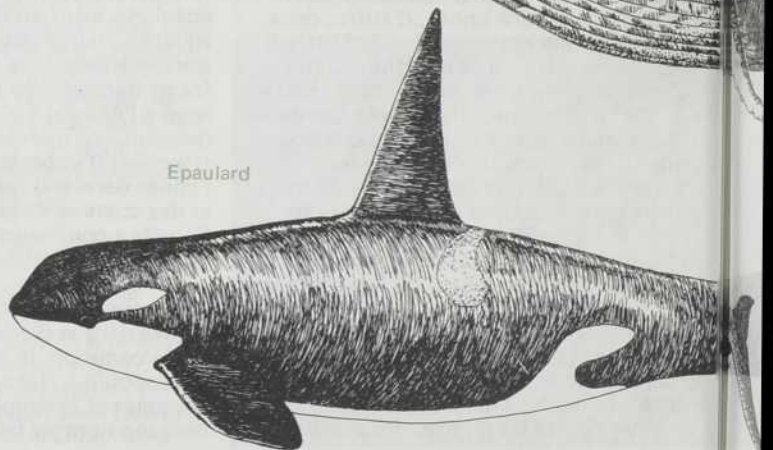
Rorqual Commun



Rorqual Minka

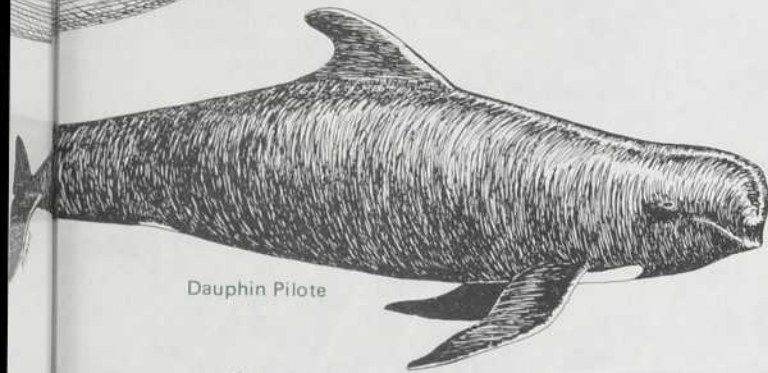
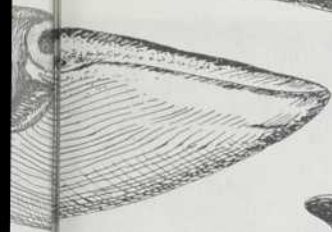
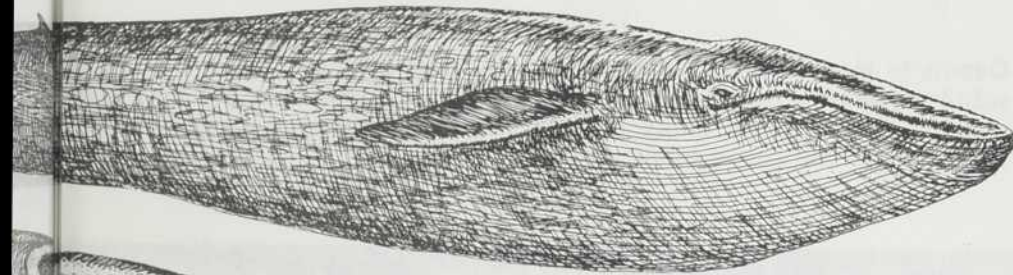
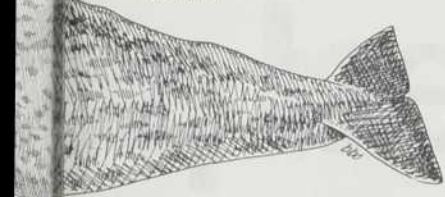


Epaulard

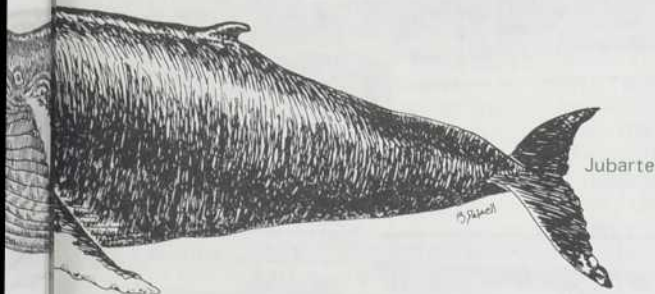


Dessins de Bonnie Dalzell et Betty Osborne sous la direction d'Edward Mitchell reproduits de *Nature Canada*, octobre/décembre 1974, publiée par la Canadian Nature Federation, 46, rue Elgin, Ottawa, K1P 5K6.

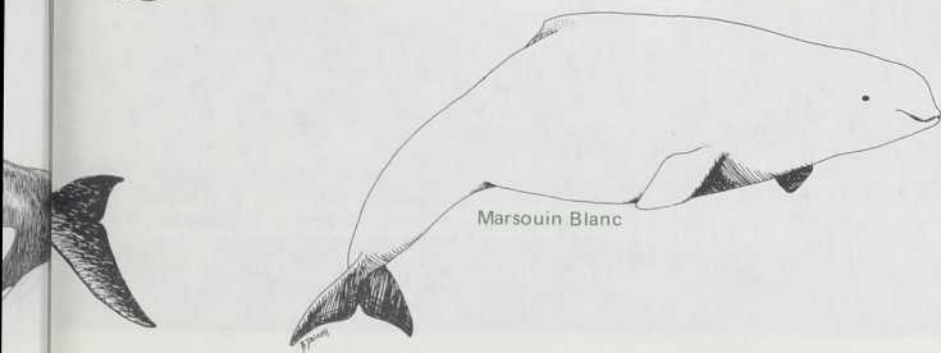
Cachalot



Dauphin Pilote



Jubarte



Marsouin Blanc

novembre prochain. Après, on verra. Le Dr Mitchell lui-même devra évaluer l'opération pour décider si le projet doit se poursuivre dans sa forme actuelle, ou utiliser des moyens différents, bateaux ou hélicoptères. Si les observateurs ne voient d'ici novembre aucun des trois rorquals bleus et des dix rorquals communs étiquetés avec le nouveau serpent in en octobre-novembre 1973, il faudra probablement changer de méthode d'observation. Une autre possibilité, de dernier recours, serait de tuer une baleine pour étudier le contenu de son estomac et son état général. Mais, le Dr Mitchell n'y songe qu'avec répugnance et, de toute façon, il ne le fera qu'avec l'accord de la Commission baleinière internationale.

Les difficultés rencontrées par ces céto-logues du gouvernement contrastent avec le grand intérêt que la population voue aux baleines. Pourtant, les baleines canadiennes représentent une occasion idéale de répondre aux grandes questions qu'on se pose au sujet des baleines internationales. Tout retard dans la réalisation de cette recherche la rend plus difficile. Déjà, les gens savent que les grandes baleines fréquentent de nouveau l'estuaire. Cette année, la Société zoologique de Montréal prévoit organiser cinq croisières d'observation. Le Dr Mitchell craint que ces visiteurs inopportuns n'éloignent les baleines. Il s'inquiète aussi du comportement du public. Les trous de balles tirées par les pêcheurs du Golfe dans le dos des femelles, souvent enceintes, qui traversent le détroit de Belle-Isle restent frais dans sa mémoire et, dans celle des baleines aussi.

#### OÙ OBSERVER LES BALEINES

À part les excursions de la Société zoologique de Montréal, C.P. 80, succursale Victoria, Montréal 217, qui durent une couple de journées et ne coûtent que quelques dizaines de dollars, on peut observer les baleines à pied sec de plusieurs endroits. Il y a, bien entendu, la Côte Nord, de Tadoussac jusqu'aussi loin que Pointe-des-Monts. L'autre endroit est l'extrémité de la péninsule gaspésienne, plus précisément au Cap Gaspé et au Cap de la Vieille, maintenant inclus dans le Parc Forillon. Puisque la chasse à la baleine est désormais interdite, on peut s'attendre à voir de plus en plus de baleines dans le Golfe. Tout de même, celui qui cherche les baleines de la grève doit s'armer de patience. Les sites où elles viennent très près de la rive, comme à Bon Désir, sont très rares.

# trop peu po

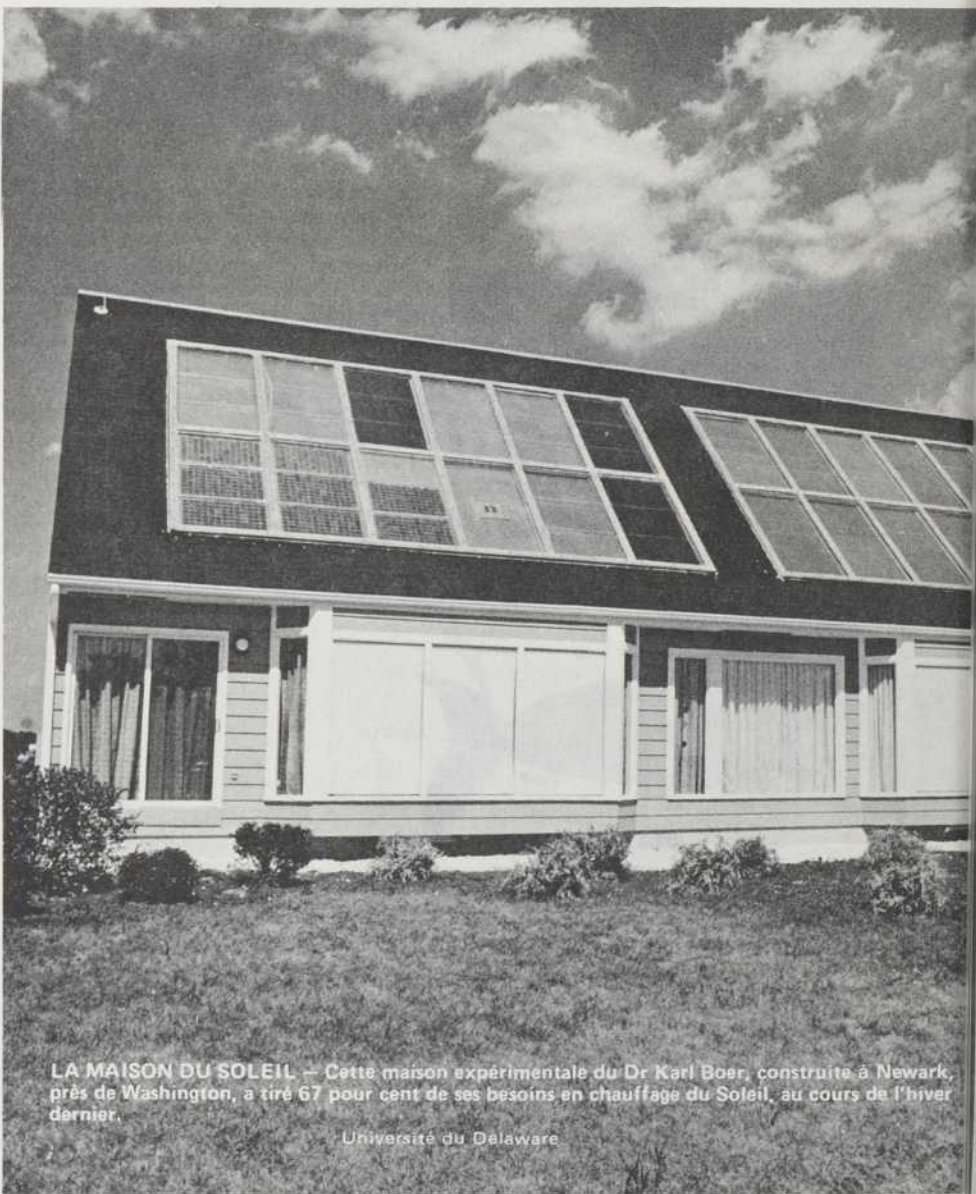
Depuis le lézard qui se réchauffe sur la pierre jusqu'au subtil mécanisme de la photosynthèse végétale, l'homme n'a que l'embarras du choix dans les modèles à imiter pour se brancher sur le soleil.

par Fabien Gruhier

Avec 1 kilowatt pour chaque mètre carré de sol, la terre reçoit annuellement, en direct du soleil, un milliard de milliards de kilowatts/heure. Même si sa soif d'énergie continue de croître au rythme affolant qu'on lui connaît, l'humanité aura peine à consommer, d'ici 50 ou 100 ans, l'équivalent de quelques cent-millièmes de cet « arrosage » aussi dru que gratuit. Pourquoi, dès lors, s'épuiser en furieuses recherches atomiques, ou en laborieux « reniflages » des tréfonds du sous-sol, à la recherche de la moindre odeur d'huile? Et quels esprits ignorants peuvent persister à craindre une quelconque pénurie?

Surabondantes, les calories solaires ne se laissent hélas! pas facilement cueillir. Sans doute chacun d'entre nous a-t-il eu l'occasion d'utiliser, pour déterminer un temps d'exposition, un photomètre qui, la convertissant directement en courant électrique, mesure la lumière ambiante et permet d'ajuster en conséquence l'obturateur d'un appareil photographique. Les minuscules courants obtenus illustrent la possibilité de transformer la lumière en électricité, mais ils seraient bien incapables d'actionner autre chose que l'aiguille de votre ampèremètre. Alors, dira-t-on, il n'y a qu'à multiplier de telles cellules, en les montant en série par milliers.

C'est précisément ainsi que l'on raisonnait, il n'y a pas si longtemps, à propos d'énergie solaire. Chaque photographe amateur sait pourtant d'expérience comme ces merveilleux convertisseurs photo-électriques coûtent cher. Bien sûr, l'argument « terre-à-terre » du prix de revient n'entraîne pas en ligne de compte lorsqu'il s'agissait de cosmos et, depuis les débuts de l'ère spatiale, les satellites et vaisseaux font presque toujours appel à des batteries de cellules au silicium, lesquelles donnent entière satisfaction à leurs riches commanditaires. De là à imaginer des maisons d'habitation ordinaires — pour vous et



LA MAISON DU SOLEIL — Cette maison expérimentale du Dr Karl Boer, construite à Newark, près de Washington, a tiré 67 pour cent de ses besoins en chauffage du Soleil, au cours de l'hiver dernier.

Université du Delaware

# our le soleil

moi— ou des automobiles banales recouvertes de cellules de ce type pour puiser directement leur énergie à même les photons solaires, il y avait un pas que beaucoup ont franchi. L'idée était séduisante, et l'on a même vu, dans les années soixante, des prototypes de véhicules automobiles rouler à 3 ou 5 kilomètres/heure. «Ça n'est pas très rapide—expliquait-on en guise d'excuse— mais les perfectionnements prévisibles (notamment la substitution, au silicium, de sulfure de cadmium ou d'autres matériaux) ainsi que l'abaissement du coût consécutif à une fabrication en grande série, auront raison de tous les inconvénients.»

## IL Y A LOIN DE LA TERRE AU CIEL

Il ne restait plus qu'à se croiser les bras en attendant l'inéluctable miracle, nouvelle retombée de la technologie spatiale. Malheureusement, on avait sous-estimé la distance du ciel à la terre! Les cellules photo-électriques demeurent de très onéreux gadgets et, sans préjuger de leur avenir à long terme, il serait bien imprudent de ne pas rechercher d'autres moyens—fussent-ils plus prosaïques— d'exploiter l'énergie de notre «astre du jour».

Ouvrons une parenthèse et mentionnons un projet que le profane jugerait farfelu, ou pour le moins ambitieux (voir QUÉBEC SCIENCE, avril 1974, p. 33), s'il n'émanait de spécialistes américains reconnus: placer, en orbite géostationnaire, un satellite muni de vastes panneaux capables de capter la lumière solaire 24 heures sur 24, de la convertir en électricité, et de la transmettre sous forme d'un faisceau de micro-ondes électromagnétiques que recevrait une antenne terrestre. On parle de 10 000 mégawatts pour 32 kilomètres carrés de panneaux; avec cet avantage considérable que le flux d'énergie, ignorant le rythme

de nos jours et de nos nuits, dispenserait de prévoir le moindre mode de stockage. La technologie aujourd'hui disponible ne semble pas très éloignée de celle exigée par une telle centrale orbitale, et les estimations généralement retenues établissent à un peu moins d'1/2% de leur consommation totale l'énergie que les Américains peuvent ainsi espérer «importer» directement du ciel aux environs de l'an 2 000. Rassurons tout de suite les environnementalistes: les micro-ondes qui véhiculeraient cette énergie ne représentent aucun danger, ni pour la flore, ni pour la faune... ni pour l'homme. Notons que, dans l'espace, le rayonnement solaire est non seulement permanent, mais aussi beaucoup plus intense qu'à la surface de notre planète où, après diffusion et absorption dans la couche atmosphérique, il n'en reste guère que 10 à 15%.

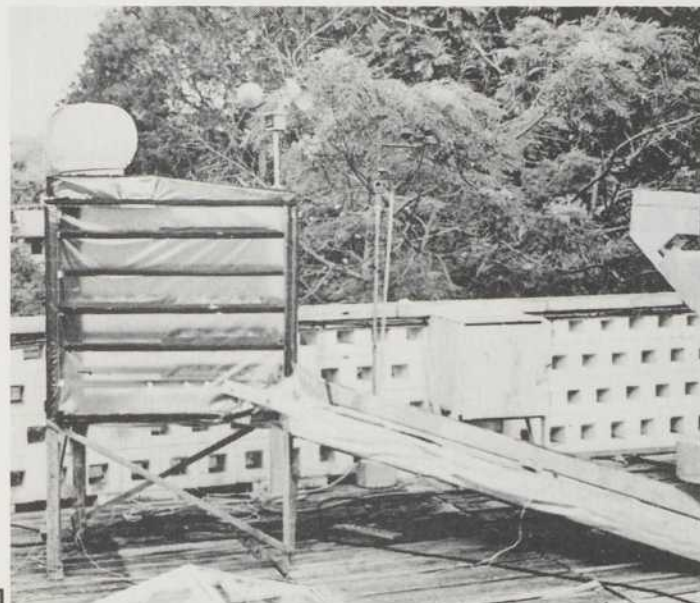
Les raisons ne manquent donc pas d'aller carrément chercher cette énergie là-haut. Mais revenons tout à la fois en 1974, et sur notre bonne vieille terre, pour ne plus la quitter cette fois... jusqu'à l'an 2 000: l'humanité n'a plus les moyens de laisser se gaspiller en totalité la chaleur que le soleil nous enverra d'ici là, et il existe d'ores et déjà plusieurs façons d'en récupérer quelques miettes. Finissons-en d'abord tout à fait avec les cellules photo-électriques: un très gros livre serait sans doute nécessaire pour énumérer toutes leurs applications expérimentales sur des échelles miniatures. La compagnie Bell fêtait d'ailleurs en mai dernier le 20<sup>ième</sup> anniversaire de ses premières batteries au sélénium ayant alimenté des radiotransistors ou de modestes réseaux téléphoniques. On n'a pas entendu dire que, depuis, le procédé ait fait l'objet de réalisations vraiment significatives. Rien ne prouve, évidemment, qu'il en sera toujours ainsi: la NASA signalait, en mai, la mise au point de cellules susceptibles de ramener

à 340 dollars—donc de rendre compétitif sur le plan domestique— le coût du kilowatt d'électricité solaire. Ceci constituerait un sérieux progrès si l'on songe que le tarif actuel, véritablement «astronomique», s'établit entre 20 000 et 100 000 dollars!

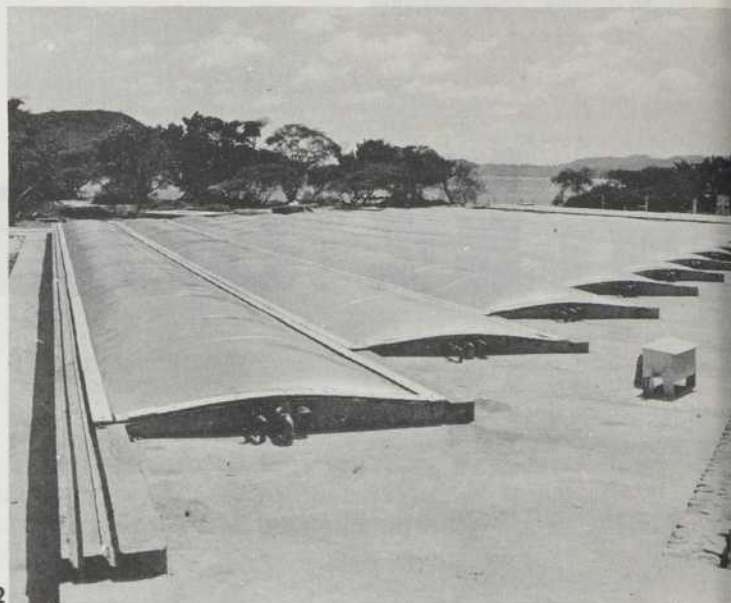
## LES BAINS DE SOLEIL D'ARCHIMEDE

Mais on a cessé de vouloir à tout prix raisonner en termes d'électricité: au lieu de convertir le rayonnement en courant, au moyen d'une électronique sophistiquée, pourquoi ne pas d'abord utiliser le soleil pour ce qu'il est, une source de chaleur? Chacun a appris à l'école qu'Archimède—démontrant sa maîtrise dans le bon usage des bains... de soleil— avait, à l'aide de réflecteurs paraboliques, réussi à mettre le feu à la flotte romaine assiégeant Syracuse. Beaucoup plus tard—mais c'est encore une histoire fort ancienne— au 17<sup>ième</sup> siècle, Cassini offrait à Louis XIV un miroir capable de fondre le fer. Buffon, Lavoisier «réactualisèrent» la question en poursuivant des expériences sur l'inflammation à distance, ou le chauffage et la fusion des corps au moyen de l'énergie solaire. Depuis, plus rien jusqu'à ce que des scientifiques français, en 1946, décident de reprendre de telles études, sous la direction du professeur Felix Trombe.

C'est ainsi que fonctionne depuis 1953, à Montlouis, non loin de la frontière espagnole, ce qui demeura longtemps le four solaire le plus puissant au monde (80 kilowatts). Depuis 1969, le record appartient, à quelques kilomètres de Montlouis, au nouveau four d'Odeillo, installé dans un site choisi pour son ensoleillement (250 jours par an). La construction de ce «monstre»—la surface du grand miroir concave représente environ la moitié de celle d'un terrain de football!— a demandé 10 années, et 4 millions de dollars. ▶



1



2

► L'immense miroir parabolique concentre en un four, situé en son foyer, les rayons reçus de 63 miroirs plans qui, disposés en terrasses, suivent à tout instant la course du soleil. Les températures atteintes sont de l'ordre de 3 300°C (l'équivalent de 1 000 kilowatts d'énergie électrique).

Pour quoi faire? Il s'agit de traiter des oxydes réfractaires, de fondre, purifier, tester de multiples métaux ou alliages. On traite ainsi, sur une échelle semi-industrielle, l'oxyde de zirconium, pour en faire le matériau constitutif de briques ou de creusets industriels susceptibles de résister à de très hautes températures. Les «fourneaux» sont d'environ 1 000 kg.

### MILLE FOIS MIEUX QUE LES COTONNIERS

Il faut dire que les applications, pratiques comme scientifiques, de tels engins restent assez limitées. Signalons cependant l'idée d'un scientifique de l'Université de Marseille, M. Guillemonat: recourir au soleil pour certaines réactions qui, dites photochimiques, consomment de la lumière. Ainsi, la synthèse du caprolactame — matière première d'un polyamide dont les applications sont nombreuses dans le textile (tricots, tapis, etc.) — exige un photon pour chaque molécule formée. Or, le chercheur marseillais a mis au point un appareil qui permet de mener à bien la synthèse, à la lumière naturelle, au lieu de faire appel à la lumière artificielle: un récipient cylindrique en verre contient les réactifs, et est placé dans l'axe d'un tronc de cône en aluminium poli. Le soleil fait le reste, et ceci signifie une appréciable économie d'électricité, sachant que chaque kilogramme de produit demande 5 à 6 kWh. Le calcul révèle qu'en une région où l'ensoleillement annuel atteint 2 000 heures par an, on pourrait ainsi fabriquer 500 kilogrammes de caprolactame par mètre carré de surface utile. Élément de

comparaison: c'est, à surface égale, mille fois le rendement d'un champ de coton, produit également destiné à l'industrie textile.

Des recherches, sur la base d'une expérimentation pilote, diront ce qu'on doit attendre de tels procédés. L'homme n'a, par contre, pas attendu — et heureusement! — les savantes conclusions d'universitaires qui n'existaient pas pour percer ses murs de baies vitrées ou pour faire sécher ses chemises au soleil. Ces «méthodes» ont certes fait leurs preuves. Même en hiver, sous notre rude climat, le rayonnement gratuit que la «technologie des fenêtres» y introduit participe pour une part appréciable (10 ou 20%) au chauffage de nos appartements. Or voici que, tout à coup, des milliers d'années après l'invention des fenêtres, les plus hautes autorités scientifiques de notre temps se demandent s'il n'y aurait pas moyen d'augmenter cette avantageuse contribution.

Depuis le printemps de cette année, par exemple, une maison solaire mobile est testée en divers points du territoire américain. Le projet conjoint de la firme Honeywell et de deux agences gouvernementales (National Science Foundation et National Bureau of Standards) vise à l'élaboration d'un système de climatisation «fonctionnant tellement bien que personne ne s'apercevra de sa présence».

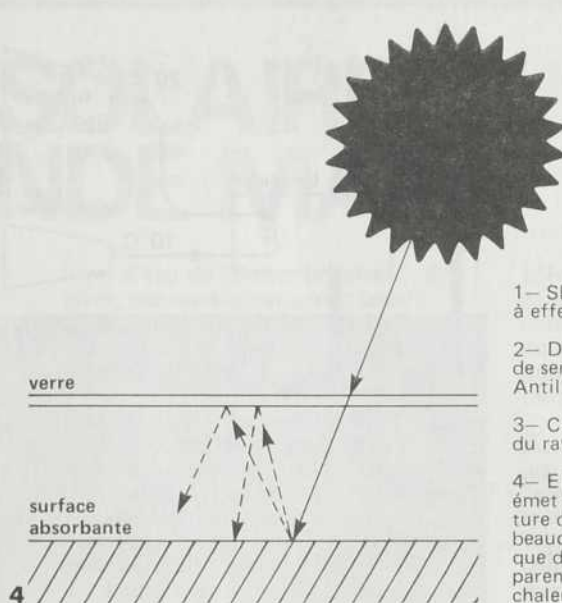
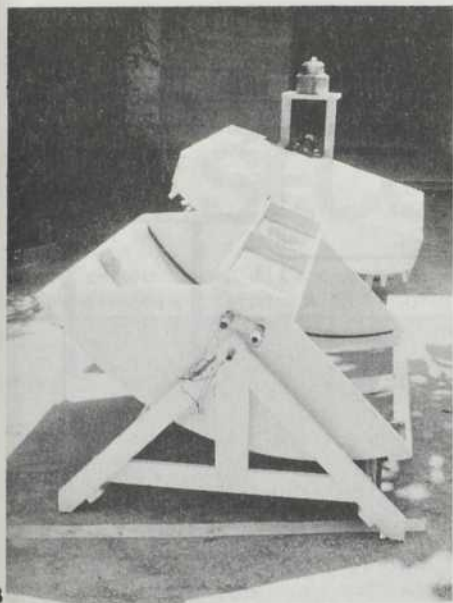
### FAIRE DU FROID AVEC DU CHAUD

Il s'agit de deux remorques. Sur la première, un collecteur de 60 mètres carrés (une couche de verre et deux de matière plastique) «piège» par effet de serre la chaleur solaire entre un sandwich métallique à travers lequel circule de l'eau. Celle-ci assure ensuite le chauffage et l'alimentation en eau chaude de la seconde remorque, qui sert de laboratoire et de

salle de réunion pour le personnel scientifique. Un dispositif supplémentaire permet le refroidissement de l'atmosphère en cas de besoin. Il y a en effet fort longtemps que l'on sait produire du froid à partir d'une source chaude. Grâce à la mobilité de l'ensemble l'expérience peut se dérouler sous toutes les latitudes: les conditions d'ensoleillement, dans la vaste gamme de climats que comptent les États-Unis, varient en effet beaucoup, et des résultats concluants en Floride ne se transposent pas nécessairement à l'État de New-York. Le projet américain élude ainsi le principal reproche que l'on peut adresser à la plupart des multiples tentatives du même genre faites un peu partout à travers le monde avec des succès inégaux selon leur localisation.

Nul ne doute pourtant que la voie soit prometteuse: elle n'implique qu'une technologie élémentaire. En France, plusieurs maisons font appel, depuis plus de cinq ans, à la chaleur du soleil selon un principe encore plus rudimentaire: une couche d'air emprisonnée entre un mur noir (donc absorbant) et un vitrage. Les calories accumulées par le mur durant le jour suffisent à «faire la soudure» énergétique pendant la nuit. Aucune pompe, aucune circulation de liquide, donc ni usure ni entretien. En contrepartie, ce système n'assure que le chauffage ambiant, non celui de l'eau consommée. Et encore un dispositif d'appoint s'avère-t-il le plus souvent nécessaire, pour faire face aux périodes prolongées de mauvais temps.

Mais d'immenses progrès risquent d'intervenir rapidement, tant dans le captage de l'énergie que dans son stockage et sa gestion; le domaine est à peu près vierge, et un effort de recherche un peu soutenu se traduit vite par des résultats spectaculaires: il y a déjà plus de dix ans qu'au Japon, les familles disposant d'un chauffe-eau solaire se comptent par centaines de milliers.



1— SÉCHOIR SOLAIRE pour fruits et légumes à effet de serre, aux Barbades.

2— DISTILLATEUR D'EAU DE MER à effet de serre construit à Petit Saint-Vincent, aux Antilles, par l'Institut Brace.

3— CUISINIÈRE solaire à concentration directe du rayonnement solaire.

4— EFFET DE SERRE— À 6 000°C, le Soleil émet surtout de la lumière visible. La température de la plaque absorbante, par contre, est beaucoup plus faible. Elle ne peut réémettre que de la lumière infrarouge. Or, le verre, transparent au visible, est opaque aux rayons IR. La chaleur s'accumule donc derrière la vitre.

## LE SOLEIL SE CHANGE EN EAU DOUCE

Et voici vingt ans qu'à Las Salinas (Chili) 236 mètres cubes d'eau douce sont quotidiennement, par distillation, extraits de l'océan grâce à ces mêmes calories célestes. D'autres usines de dessalement plus modestes, et parfois plus complexes, existent en URSS, en Israël, en Australie et aux États-Unis. Mais ce sont naturellement les pays en voie de développement qui ont le plus à attendre de cette technique apte à transmuter comme par miracle un soleil trop abondant en une eau précieuse et rare. La même remarque s'impose quant à la conversion de chaleur en froid, dont nous avons déjà signalé qu'elle ne pose guère de difficultés. D'ailleurs, des réfrigérateurs classiques (à cycle ammoniacal par exemple) mais actionnés, au lieu d'électricité, par la combustion d'un gaz, sont très répandus dans certaines régions d'Amérique et d'Europe. Rien d'étonnant donc à ce que diverses options de réfrigérateurs solaires, comme d'habitations climatisées, soient à l'étude un peu partout.

Mais climatiser n'est pas tout. Sans passer par sa transformation en électricité — trop coûteuse — n'y a-t-il pas moyen de tirer du soleil de l'énergie mécanique? La réponse est affirmative et mérite un bref historique. En effet, par une belle journée des années trente, un inventeur français, Georges Claude, après s'être illustré avec éclat dans de multiples domaines, voyait échouer lamentablement au large de Cuba l'un de ses rêves les plus audacieux: faire de l'électricité grâce à la différence de température (environ 20°C) entre les eaux de surface et celles du fond de l'océan. Idée géniale: avec une source chaude et une source froide, on peut toujours créer un cycle de Carnot pour extraire de l'énergie. Il suffit d'un moteur thermique, et notre homme avait tout simplement fait appel — il faut vivre avec

son temps — à une machine à vapeur, une turbine pour être exact. L'eau «chaude» n'était qu'à 25°C? Peu lui importait: il n'y avait qu'à faire fonctionner la turbine sous très basse pression. Chacun sait que le point d'ébullition de l'eau diminue avec la pression. Georges Claude remarquait même, en guise de boutade, qu'«en dessous de 0°C, l'eau bouillante gèle»... Il ne restait plus qu'à se munir d'un tuyau en bois de ... quelques kilomètres de longueur, pour aller chercher la source froide au fin fond du royaume de Neptune...

## HUMECTER LA MAURITANIE

Remarquons en passant que la source d'énergie ainsi visée, indirectement, était bien le soleil, fournisseur attitré des calories océaniques. Et, si la technologie alors disponible interdisait que cette idée de génie fût menée à bien, il n'en va plus de même aujourd'hui. C'est pourquoi elle a été reprise: on estime que le Gulf Stream pourrait par ce biais donner aux États-Unis 1% de leur électricité à la fin du siècle. Mais il faut surtout retenir de tout ceci la possibilité de machines thermiques fonctionnant à basse température. Le rendement en est ridicule? Qu'importe si l'on s'alimente à la profusion solaire! Dès lors, plus besoin de matériaux sophistiqués: en dessous de 100°C, on peut se montrer indulgent quant à la résistance des alliages, car ils ne risquent pas grand chose. D'où de nouveau un créneau tout indiqué: le Tiers Monde.

Ainsi, un organisme français, l'ANVAR (Agence nationale pour la valorisation de la recherche) a-t-il réalisé à Chinguetti (Mauritanie) une pompe solaire qui alimente depuis l'année dernière 2 000 villageois (10 m<sup>3</sup>/heure) en eau phréatique. La chaleur, recueillie par une circulation d'eau sur le toit d'un édifice, est transmise à un fluide (du butane liquide, qui se vaporise). Celui-ci actionne

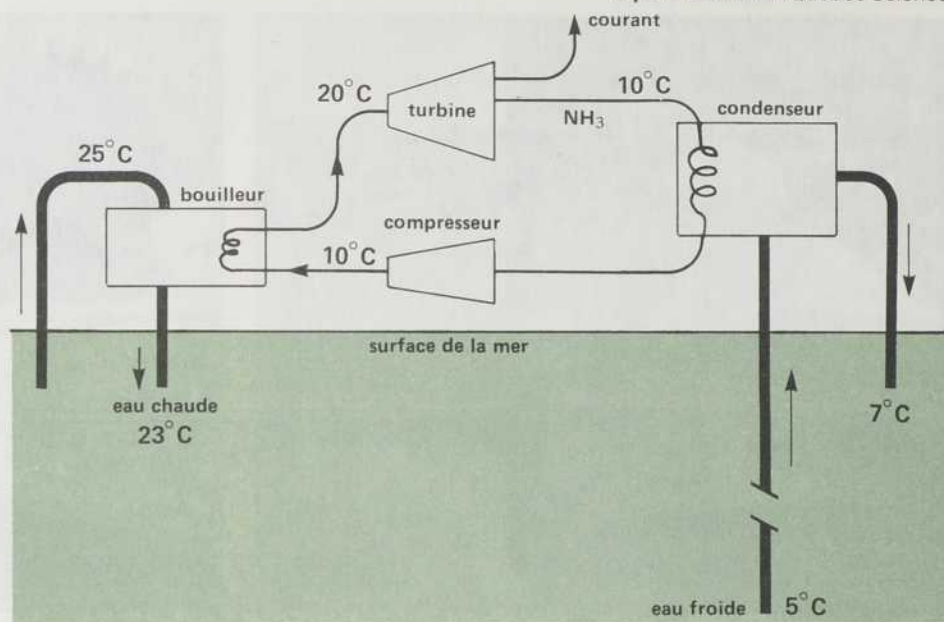
le piston d'un moteur à expansion. Le butane est refroidi (donc reliquéfié) au contact de l'eau fraîche remontée par la pompe qu'il commande. L'ensemble fonctionne à la satisfaction générale, sans aucun entretien... et gratuitement, si du moins l'on «oublie» l'investissement initial (40 000 dollars).

Avec un amortissement sur dix ans, cela met le mètre cube à environ 10 cents. L'ANVAR espère diviser ce coût par 10 dans l'avenir, avec des installations à la fois plus importantes et plus nombreuses. Son carnet de commande en comporte d'ailleurs une bonne dizaine pour le continent africain.

## PROMETTRE LA LUNE ET VENDRE LE SOLEIL

Mais quittons la sécheresse mauritanienne pour revenir au Québec où l'humidité ne pêche pas par défaut! Qu'est-ce que l'hydroélectricité, sinon la récupération de l'énergie que les molécules d'eau ont reçue du soleil lors de leur évaporation des océans? Et ces vieux moulins à vent dont on nous assure le prochain retour sous forme de groupes éoliennes-dynamos? C'est également le soleil qui anime les vents. Si, avec la Baie James, elle nous «promet la lune», il y a donc belle lurette que l'Hydro-Québec nous vend le soleil...

Même remarque à propos des compagnies pétrolières et des marchands de charbon: en brûlant des combustibles fossiles, nous dilapidons allégrement le capital-énergie mis de côté à l'aube des temps par des plantes ou des micro-organismes qui avaient le sens de l'épargne... Or cette énergie, par l'intermédiaire de la photosynthèse à laquelle ces êtres lointains se sont livrés sans relâche leur vie durant, elle vient du soleil.



▷ L'ÉNERGIE DE L'OCÉAN— La température de l'eau de surface des mers tropicales atteint facilement 25 degrés Celsius, tandis que celle de l'eau des profondeurs demeure à 5°C. Ces sources, chaude et froide, pourraient être utilisées pour actionner le bouilleur et le condenseur d'un cycle thermique.

Nous voici sur un terrain différent: la récupération non plus **physique** mais **biologique** des calories solaires. Or, la végétation contemporaine n'a rien perdu des vertus de ses ancêtres. Nous avons quant à nous quelques tendances à nous croire plus astucieux que les nôtres. Alors, pourquoi attendre de nouveau des millions d'années, au lieu de dépenser tout de suite un capital qui se reconstitue constamment sous nos yeux? Durant la seconde guerre mondiale, en Europe, la pénurie pétrolière (déjà!) avait incité certains chercheurs à se tourner vers le **gaz de fumier**.

Car les litières de bétail, la paille, et d'une façon générale tous les résidus végétaux, sont susceptibles, par fermentation spontanée en cuve close, de libérer un mélange constitué à peu près pour moitié de gaz carbonique et de méthane. Une facile purification élimine le premier constituant, et il ne reste plus qu'un excellent combustible propre à assurer les besoins domestiques de chauffage et de cuisson. Ajoutez un compresseur, et, moyennant une adaptation de votre automobile et de votre tracteur —voire de votre groupe électrogène— vous pourrez rouler tant qu'il vous plaira sans plus jamais visiter le pompiste. L'expérience prouve que toute exploitation agricole comptant une vingtaine de têtes de bétail dispose ainsi, au prix d'une technologie tout à fait élémentaire, de cet atout fort intéressant par les temps qui courent: l'indépendance énergétique. Et, par rapport à un fumier élaboré à l'air libre, celui obtenu après cette fructueuse fermentation se révèle meilleur engrais pour les cultures.

## PILE OU PLANTE

Fallait-il que le pétrole soit bon marché pour qu'on néglige un tel avantage! Mais nous ne sommes pas au bout de nos surprises. Nul n'ignore que la canne à sucre donne du sucre, et que ce sucre,

après fermentation, se convertit en alcool. Voilà encore un bon combustible. L'alcool peut d'ailleurs donner de l'éthylène, puis du polyéthylène. L'hévéa fournit du caoutchouc. Ça, on l'avait un peu oublié, car depuis bon nombre d'années, on trouvait plus profitable de fabriquer du caoutchouc synthétique avec du pétrole. Mais les chimistes font ce que la conjoncture leur demande, et rien ne les empêche de renverser les flèches de leurs réactions... et de fabriquer du pétrole synthétique à partir de caoutchouc naturel. Belle revanche de la nature! N'oublions pas cependant qu'il s'agit de toute façon d'énergie solaire, via la photosynthèse. Ce phénomène offre donc mille et un moyens d'économiser les hydrocarbures, voire d'en créer!

Il y a plus. Mais d'abord, qu'est-ce que la photosynthèse? En caricaturant très grossièrement, ceci: grâce aux photons solaires, la plante décompose l'eau en oxygène (qu'elle rejette dans l'atmosphère) et en hydrogène qu'elle utilise pour réduire le gaz carbonique de l'air et le transformer, par exemple, en sucre. Et alors? Selon un scientifique américain, M. Melvin Calvin, directeur du Laboratoire de biodynamique chimique et professeur à l'Université de Californie, une investigation poussée des mécanismes de ces réactions végétales permettrait de les imiter... en mieux. On devrait réussir la construction de systèmes artificiels aptes à décomposer eux aussi l'eau sous la seule action de la lumière solaire. Ces systèmes, privés du gaz carbonique qui vient, dans les plantes, consommer l'hydrogène pour s'y transformer en sucre, livreraient donc ce gaz —combustible idéal— en même temps que de l'oxygène.

M. Calvin va jusqu'à proposer des piles produisant directement de l'électricité par la recombinaison (comme dans une pile à combustible) de l'oxygène et de l'hydrogène. Il n'en coûterait qu'un peu

de soleil et un peu d'eau. L'ampleur des recherches nécessaires pour en arriver à un tel degré de perfection démontre bien que la véritable «technologie douce» signifie un immense bond en avant de la technologie actuelle, et non le retour à la charrue de bois que certains esprits bucoliques se plaisent à imaginer...

Conscients de ces multiples potentialités très mal exploitées, les modernes «prophètes du soleil» se plaignent de la modestie des fonds que les gouvernements allouent à leurs travaux. Il reste énormément à faire, et les efforts à consentir sont en effet à la mesure des promesses. Mais on ne commence qu'à peine à discerner, dans ce domaine vaste et confus, les lignes de force, les approches sur lesquelles l'offensive scientifique devra se concentrer: longtemps tenue pour marginale et farfelue, l'option solaire a donné naissance à d'innombrables réalisations ponctuelles et dispersées, dont quelques-unes particulièrement spectaculaires. On assiste désormais à une timide rationalisation des choses, et à une augmentation parallèle des crédits. Parmi les plus récents supervisés par l'Atomic Energy Commission des États-Unis, citons-en trois: un «nouveau concept de communauté solaire» (400 000 dollars); un dispositif pour concentrer les rayons (140 000 dollars) et un collecteur de chaleur sous forme de tuiles spéciales à assembler pour couvrir les édifices (60 000 dollars).

Donc, l'énergie solaire est au goût du jour. En attendant que les chercheurs réussissent à l'appriivoiser tout à fait, pour la plier directement à nos habitudes électriques et combustibles, songeons que, de toute façon et depuis toujours, nous l'employons comme Monsieur Jourdain faisait de la prose: sans le savoir... ●

# ENERGIE SOLAIRE DE SECONDE MAIN

À l'extrême limite de l'atmosphère, avec seulement l'espace entre le Soleil et lui, le Québec reçoit en moyenne 1 500 millions de mégawatts solaires. Pourtant, 1 000 kilomètres plus bas, ses 1 500 000 km<sup>2</sup> ne captent plus que le dixième de cette puissance. À cause d'une atmosphère souvent encombrée de nuages, chaque mètre carré de Place Desjardins, au cœur de Montréal, n'hérite donc que d'une puissance annuelle moyenne de 146 watts, tandis que le même mètre carré, situé au-dessus de l'atmosphère, se voit traversé par 1 300 watts. Bien pire, sur une carte des moyennes annuelles du rayonnement global reçu au sol, le territoire québécois est traversé de Sept-Îles à Saglouc (Nouveau-Québec) par une ligne de 106 watts/m<sup>2</sup> et de Québec à la baie James, par une ligne de 127 watts/m<sup>2</sup>. De son côté, le mètre carré moyen étatsunien (continental) se voit gratifié de 183 watts.

Pourtant, pendant une belle journée de juillet, Montréal reçoit près de six kilowatts-heures par mètre carré, mais en décembre, cette valeur descend à moins d'un kWh. Avec un chauffe-eau solaire fonctionnant à 10 pour cent d'efficacité, il suffirait en été de deux mètres carrés de capteurs solaires pour élever la température de cinquante

litres d'eau de 20 degrés Celsius. En hiver, par contre, on aurait besoin d'une superficie dix fois plus grande pour réussir le même exploit, et encore, faudrait-il la déneiger!

En fait, malgré les quelque cent à deux cents millions de mégawatts de puissance solaire qui chauffent sans arrêt le Québec, cette énergie est trop diffuse à l'heure actuelle pour se prêter à une utilisation directe par des fours, des chauffe-eau ou des photocellules. Mais il y a tout de même une exception, les serres.

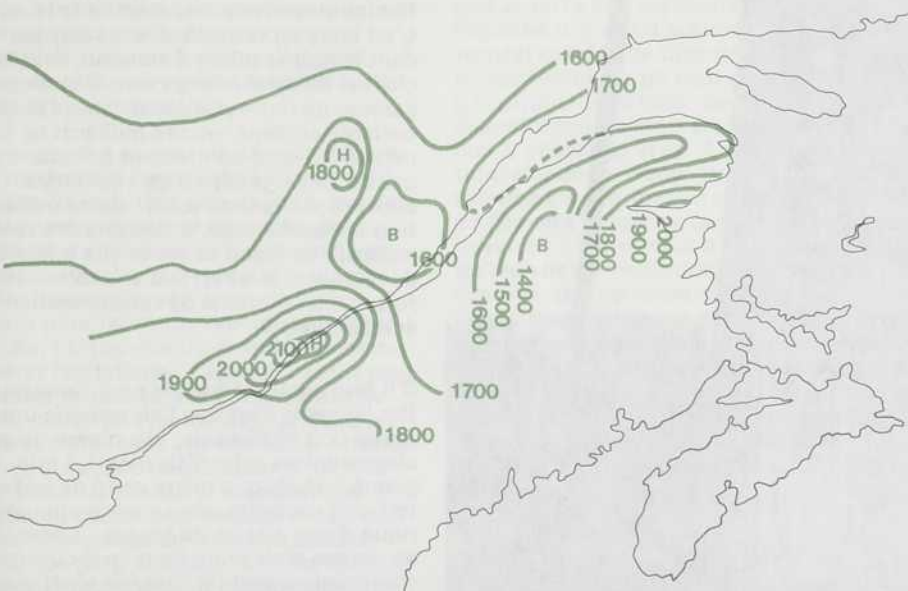
Présentement, le chauffage à l'huile ou à l'électricité représente jusqu'à 60 pour cent du coût annuel de fonctionnement d'une serre. Cette consommation a été abaissée de moitié dans une nouvelle serre conçue par le Pr Thomas Lawand, de l'Institut de recherches Brace, près de Montréal, le seul centre de recherches en énergie solaire au Canada. Elle possède un mur nord isolé et dont la surface intérieure est réfléchissante, ce qui abaisse considérablement les pertes par radiation. L'apport en chauffage pourrait être encore abaissé en stockant la chaleur de l'été dans un matériau à grande capacité calorifique comme le sel de Glauber (sulfate de sodium), par exemple.

L'énergie solaire se trouve en abondance au Québec, mais pas sous sa forme éblouissante. On l'exploite après qu'elle ait pompé le cycle de l'eau, fait pousser les végétaux et agité l'atmosphère.

Sur le Sud-Est du Bouclier canadien, par exemple, la moyenne annuelle de l'excédent d'eau varie entre 0,7 et 1 mètre par an. «Ainsi, écrit Mlle Cynthia Wilson, dans l'Atlas climatique du Québec, le manque d'énergie calorifique naturelle est en quelque sorte compensé par le potentiel hydro-électrique.» Grâce à cette «énergie solaire», l'Hydro-Québec dispose d'une puissance installée de 11 000 mégawatts et a vendu 68,7 milliards de kWh d'électricité en 1973.

Les plantes et les arbres, quant à eux, ont beaucoup plus de patience que l'homme pour recueillir l'énergie du soleil. Par la photosynthèse, les forêts et les champs ont emprisonné plusieurs dizaines de milliers de mégawatts. En tenant compte du rythme de repeuplement des boisés, on a calculé qu'une superficie de 2 600 kilomètres carrés (presque le parc du Mont Tremblant) pourrait alimenter une centrale électrique au bois de 1 000 mégawatts. Avec les résidus du bois, on peut aussi fabriquer du méthanol, le seul carburant renouvelable susceptible de remplacer rapidement le pétrole. Enfin, les vents de la baie James, de la Côte Nord et de la Gaspésie contiennent de grandes quantités d'énergie solaire. L'air qui traverse un anneau de 1,75 mètres de diamètre développe 1 kW en se déplaçant à 20 km/heure.

En fait, l'énergie solaire ne manque pas au Québec, elle est tout simplement déguisée et on peut s'attendre à l'exploiter de plus en plus intensivement. ●



◀ PARADIS DES NUAGES — Cette carte du ministère des Richesses naturelles du Québec indique le nombre moyen d'heures d'ensoleillement par année. Les périodes de longue durée sont toutes relatives puisque Trois-Rivières et le Lac Saint-Jean jouissent que de durées d'insolation proportionnelles à 45 ou 40 pour cent des durées possibles.

Bientôt, plusieurs centres isolés, aux Îles-de-la-Madeleine, puis sur la Côte Nord, à la baie James et dans les régions arctiques, tireront leur énergie du vent. Après l'énergie hydraulique, l'énergie éolienne deviendra la deuxième grande source d'énergie renouvelable au Québec.

# la revanche des

par Jean-Marc Fleury



Tous le reconnaissent, l'énergie du Soleil est la seule source importante d'énergie inépuisable sur terre. Au Québec, par contre, les nuages bloquent le rayonnement de notre étoile pendant 30 à 45 pour cent des heures d'insolation possibles. L'utilisation directe des rayons solaires se trouve donc compromise.

D'un autre côté, les courants marins, les stratifications thermiques de la mer, les vagues, le bois des forêts, les chutes d'eau et les vents constituent autant de sources d'énergie solaire déguisée. Le Québec dispose déjà de 11 000 mégawatts de puissance hydraulique renouvelable et propre. Mais, à part le bois de chauffage, il semble que la seule autre source d'énergie renouvelable qui s'offre au Québec à court terme, soit l'énergie des turbines (ou moulins) à vent.

## LE POULS DE L'ATMOSPHÈRE

Chaque matin, à mesure qu'il se lève derrière l'horizon, le soleil pousse devant lui une immense vague atmosphérique qui fait continuellement le tour de la terre. L'air qui s'est refroidi et contracté pendant la nuit se dilate à nouveau, sous la chaleur du soleil. Sans cesse, l'enveloppe gazeuse de notre planète se trouve ainsi partagée en deux, quatre milliards de kilomètres cubes se contractant à l'ombre et quatre autres milliards de kilomètres cubes se dilatant au soleil. Cette pulsation atmosphérique, à l'origine des vents, accapare de façon continue dix milliards de kilowatts solaires, soit environ quatre fois le taux mondial de consommation énergétique.

S'il faut autant d'énergie pour faire souffler les vents c'est que l'air possède une masse non négligeable. Au niveau du sol, chaque mètre cube d'air pèse 1,3 kilogramme et chaque mètre carré de surface terrestre supporte une colonne atmosphérique d'une dizaine de tonnes. Lorsque les masses d'air se mettent en mouvement elles transportent de l'énergie cinétique proportionnelle à leur masse et au carré de leur vitesse.

# Les moulins à vent

En interposant un objet mobile devant le flot d'air, l'énergie cinétique du vent peut lui être transmise. C'est ainsi que pendant des millénaires, les bateaux à voiles ont parcouru les mers. En attachant la voile à la périphérie d'un cerceau, on peut faire en sorte qu'elle tourne en rond, transformant sur place une partie de l'énergie du vent en énergie mécanique. De plus, comme la masse d'air en contact avec le rotor de la turbine s'accroît avec la vitesse du vent, la puissance disponible dans le vent devient proportionnelle au cube de la vitesse; un vent deux fois plus rapide transporte donc huit fois plus d'énergie.

La théorie, de son côté, démontre qu'on ne peut extraire plus des 16/27 de l'énergie du vent, soit 59,3 pour cent. Dans cette situation optimale, on prive le vent des deux tiers de sa vitesse. En pratique, par contre, l'efficacité des meilleures turbines à vent ne dépasse pas 40 pour cent.

## POUR TOUS LES GOÛTS

Malgré la multitude des modèles d'éoliennes, on ne connaît que deux grandes classes de turbines à vent, celles dont l'axe du rotor est vertical et celles dont l'axe est horizontal.

Dans les pays en voie de développement, les panémons (nom des éoliennes à axe vertical) demeurent populaires à cause de leur grande simplicité de construction. Le système d'engrenage se trouve au niveau du sol, d'où une grande facilité d'accès et l'élimination des engrenages coniques requis pour les rotors horizontaux. Par contre, l'aérodynamique leur impose de sévères limitations. Leur rotor subit une poussée proportionnelle à la vitesse du vent, mais étant donné qu'il se déplace dans le même sens que le vent, la poussée s'en trouve diminuée d'autant. Ce vice fondamental abaisse la puissance maximum des panémons de 59,3 à 33 pour cent de la puissance contenue dans le vent. De plus, la vitesse du rotor ne peut dépasser celle du vent, inconvenient majeur, pour la production d'électricité, et les surfaces qui se déplacent avec le vent

pendant la première moitié de la révolution doivent lutter contre lui au cours de l'autre moitié.

À la fin de la première guerre, le Finlandais S.J. Savonius a inventé un panémon qui contourne un peu ces difficultés en contrôlant plus étroitement l'écoulement de l'air. Lors du premier colloque canadien sur l'énergie éolienne, tenu au mois de mai à l'Université de Sherbrooke, le rotor Savonius a fait l'objet de trois communications. Pourtant, il semble que toute amélioration ne pourrait que lui faire perdre le grand avantage de sa simplicité. L'Institut de recherches Brace à Montréal, a d'ailleurs bien compris l'idée de Savonius en construisant des rotors Savonius à l'aide de vieux barils d'huile. Ce rotor rend de grands services pour le pompage de l'eau dans les pays en voie de développement.

Par définition, les aérogénérateurs à axe vertical semblaient donc condamnés à de faibles efficacités, mais voilà que MM. Raj Rangi et Peter South, du Conseil national de recherches, viennent de changer cette situation. En utilisant les concepts les plus avancés de l'aérodynamique, ils ont recourbé une aile d'avion en un anneau vertical capable de tourner à 170 révolutions/minute par un vent de 25 km/heure. La périphérie du rotor de 4,5 mètres de diamètre tourne alors six fois plus vite que la vitesse du vent. L'éolienne révolutionnaire du Dr Rangi produit 0,9 kW, soit une transformation de 29 pour cent de l'énergie contenue dans le vent qui la traverse. L'ironie veut qu'en effectuant ses recherches préliminaires, le Bureau des brevets américains ait découvert que ce concept d'éolienne avait déjà été inventé par le Français Jean Darrieus, en 1921. Par chance, les brevets détenus par M. Darrieus sont maintenant expirés. Les matériaux de l'époque ne permettraient probablement pas de construire un tel rotor.

## DES HÉLICES AU SOL

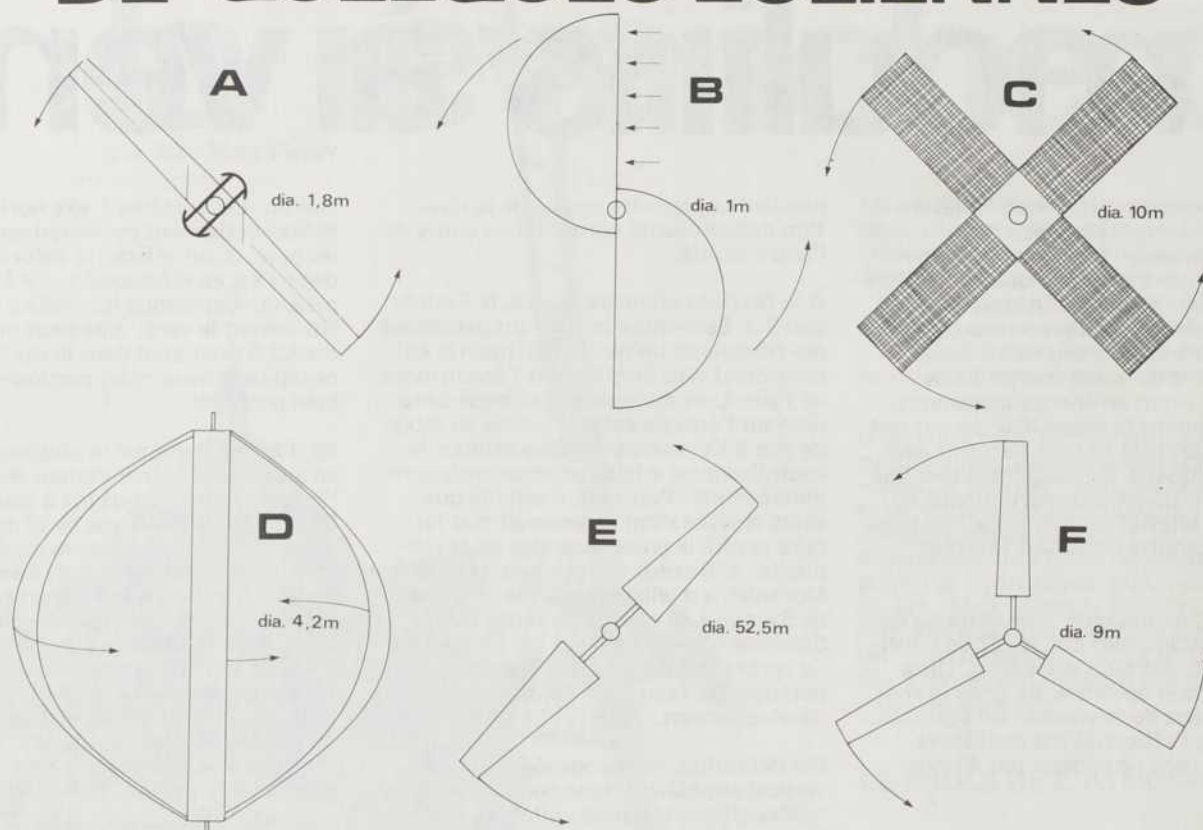
L'aérogénérateur Rangi constitue la seule innovation importante dans le domaine des moulins à vent depuis la dernière

guerre. Les turbines à axe horizontal, à hélice, détiennent présentement le haut du pavé. Leur efficacité théorique de départ est en effet supérieure à celle des panémons puisque leur hélice ne recule pas devant le vent. Elle peut même atteindre 53,5 pour cent dans le cas d'une hélice rapide à deux pales particulièrement bien profilées.

Ici, l'aérodynamique la plus avancée vient en aide au deuxième moteur inventé par l'homme, après la turbine à eau. Le profil des hélices se calcule de la même façon que celui des ailes d'avions modernes. Ce n'est pas par hasard si MM. Rangi et South travaillent à la division aéronautique du Conseil national de recherches. Dans le cas des hélices éoliennes, on cherche à obtenir un rapport poussée/traînée le plus élevé possible, habituellement entre 50 et 100. Pour cela, on fait en sorte que le calage (angle que fait la pale de l'hélice avec le plan de rotation) ne dépasse pas 15 degrés. Enfin, puisque la vitesse des éléments de la pale augmente à mesure que l'on s'éloigne de l'axe, il faut graduellement réduire l'angle et la largeur de la pale en se rapprochant du bout. Ceci permet de maintenir la même poussée maximum sur toute la longueur des pales.

Au colloque de l'Université de Sherbrooke, le Pr Ron Alward, de l'Institut de recherches Brace, a décrit une technique de fabrication maison d'hélices aérodynamiques en fibre de verre de 10 mètres mise au point à l'Institut. Il y a par ailleurs une multitude de façons de construire les pales des hélices, à partir de simples planches en bois jusqu'à l'utilisation de voiles. De façon générale, plus l'hélice est petite plus elle tourne rapidement. Une petite hélice de 2 mètres peut tourner à 1 200 tours/minute tandis que l'hélice de 52,5 mètres du moulin à vent de Grand-pa's Knob, au Vermont, ne tournait qu'à 29 tours/minute. Cette turbine fut la plus puissante jamais construite et produisait 1 250 kW d'électricité pour le réseau de l'État américain. Pour générer de l'électricité, il faut donc ajouter des engrenages multiplicateurs de vitesse. Ils sont installés tout près de l'hélice, au sommet de la tour, ce qui >

# PERFORMANCES DE QUELQUES EOLIENNES



Rotor	Nom	Efficacité (en pourcentage)	Exemple d'application	
			Vitesse du vent (en kilomètres/heure)	Puissance (en watts)
<b>A</b>	Wincharger (très répandu, 500 dollars)	12	37	200
<b>B</b>	Savonius	17	10	12
<b>C</b>	Hollandais	28	15	2 600
<b>D</b>	Rangi* *Commercialisée par HPL Engineering, Ottawa (Rotor de 2,4 m pour 1 500 dollars)	30	24	900
<b>E</b>	Smith-Putman (Grandpa's Knob)	36	50	1 250 000
<b>F</b>	Brace	40	16	1 500

donne à ces grosses turbines l'allure d'énormes moteurs d'avion.

### TAMPON RECHERCHÉ

Il y a de l'électricité dans le vent, personne n'en doute. La National Science Foundation des États-Unis construira bientôt un aérogénérateur de 100 kW avec une hélice à deux pales de 18,75 mètres de longueur sur le bord du lac Érié. Les compagnies aérospatiales, Grumman, Boeing Vertol et la NASA envisagent divers types d'éoliennes dont des modèles capables de générer jusqu'à 1 000 kW par des vents de 32 km/heure grâce à des pales en fibre de verre de 45 mètres de long.

Mais il ne faut pas s'emballer. La puissance annoncée n'est développée que pendant des conditions optimales de vitesse du vent. Or, le vent est tout ce qu'il y a de plus irrégulier. Non seulement sa vitesse peut-elle varier de 0 km/heure à 80 km/heure au gré des jours, mais d'une seconde à l'autre les rafales induisent des forces imprévisibles. Ceci complique beaucoup la génération d'un courant alternatif stable à 60 hertz. Lorsqu'on pense en fonction d'un système, il ne faut pas se laisser fasciner par la puissance développée. Il vaut mieux calculer l'énergie générée. En fait, le moulin à vent n'est pas une source de puissance, mais une source d'énergie (puissance multipliée par le temps).

Pour régulariser le débit d'énergie (la puissance) on peut varier l'angle d'attaque des pales, ajouter des ailerons et stopper complètement l'hélice par grosses tempêtes. Il reste tout de même beaucoup de pics de production et le rattachement direct de l'aérogénérateur au réseau électrique demeure difficile à résoudre. De plus en plus, on croit qu'il faudra se résoudre à placer un tampon entre la turbine à vent et la consommation.

Jusqu'ici on a résolu le problème du tampon en stockant l'énergie dans des piles, pour les petites éoliennes. Mais la capacité des piles est très limitée. On peut alors s'assurer une puissance constante en accumulant de l'air comprimé dans des cavernes, comme l'Hydro-Québec envisage de le faire dans le golfe du Saint-Laurent, aux Îles-de-la-Madeleine (Voir Engranger les tempêtes, QUÉBEC SCIENCE, mai 1974). Pourtant, et M. J. Van Sant, de l'Institut de recherche de l'Hydro-Québec l'admet lui-même, l'hydrogène constituerait probablement le meilleur

**EXPLORATION DANS LE VENT** — L'originalité des systèmes étudiés à l'Université de Sherbrooke est illustrée par les systèmes A et B, où l'on a éliminé l'hélice, et le montage C, qui convertit directement l'énergie mécanique en chaleur.

tampon. Il suffirait de brancher des génératrices de courant continu sur l'arbre des moulins à vent pour électrolyser l'eau en oxygène et hydrogène. L'hydrogène brûlerait ensuite dans des piles à combustible avec l'oxygène pour produire de l'électricité. Comme l'hydrogène se transporte par pipeline, à la façon du gaz naturel, plusieurs prévoient qu'il deviendra l'intermédiaire énergétique de l'avenir. Déjà les piles à combustible ont prouvé leur efficacité dans les capsules Apollo. En les associant aux moulins à vent on obtiendrait le mariage de deux technologies, provenant de chaque extrémité des temps.

### PÊCHER LE VENT DE L'ATLANTIQUE

À l'Université du Massachusetts, le Pr William Heronimus a conçu un projet grandiose pour associer l'énergie éolienne au concept de l'économie à l'hydrogène. L'élément de base du projet consiste en une tour flottante supportant trois aérogénérateurs de 2 000 kW chacun. Avec 165 de ces tours rassemblées en sept anneaux concentriques, chaque anneau étant éloigné de ses voisins de 400 mètres, on obtiendrait des modules de production éolienne de 990 mégawatts (un peu moins que deux réacteurs nucléaires canadiens CANDU). Leur électricité ne serait pas acheminée directement vers la côte, mais vers le centre du module où une usine d'électrolyse distillerait de l'eau de mer en hydrogène. Un pipeline sous-marin écroulerait ensuite le gaz vers les centres de consommation. Selon le professeur du Massachusetts, 170 modules, comprenant

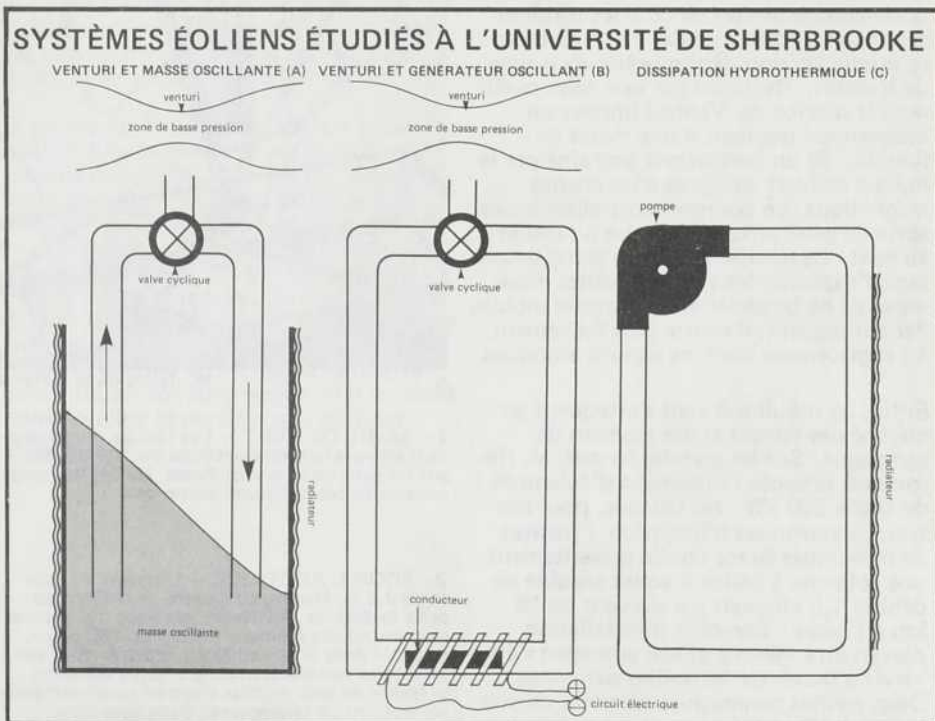
en tout 28 000 tours, flottant au large de la Nouvelle-Angleterre, débiteraient 160 milliards de kWh d'électricité par année, en accordant à l'ensemble une efficacité légèrement supérieure à 10 pour cent. (En 1973, l'Hydro-Québec a produit 57,5 milliards de kWh avec une puissance installée de 11 148 MW (mégawatts), soit une efficacité globale de près de 60 pour cent.)

En attendant des projets de cette envergure, le Pr Heronimus propose l'utilisation d'éoliennes de 20 à 30 kW, dotées d'hélices à trois pales de 9 à 12 mètres pour chauffer partiellement les écoles et les édifices publics. Il croit que la production en série de ces moulins à vent réduirait considérablement le coût du kilowatt éolien qui gravite présentement autour de 1 000 dollars.

Plus près de nous, l'Hydro-Québec envisage de construire une installation expérimentale aux Îles-de-la-Madeleine, cet été, pour produire de l'électricité éolienne en passant par un réservoir tampon d'air comprimé.

### CHAUFFER LE VENT POLAIRE

Au Canada, les moulins à vent attirent de plus en plus l'attention comme source d'énergie pour les centres isolés, en particulier dans le Grand Nord. Dans ces endroits, il faut ajouter au prix déjà élevé du pétrole des coûts prohibitifs de transport. À l'Université de Sherbrooke, le groupe du Pr Baruir Ashikian, directeur du département de Génie mécanique, cherche à convertir l'énergie éolienne en





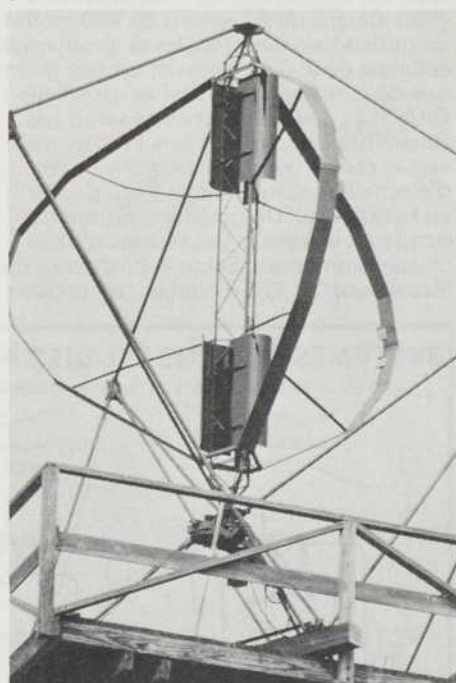
1 Institut Brace



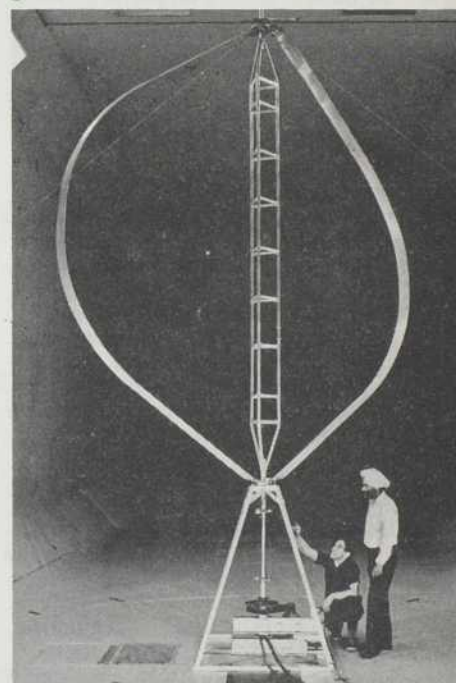
3 Institut Brace

► Énergie thermique, mécanique ou électrique. Un système a été construit où la rotation de l'hélice actionne une pompe faisant circuler un fluide visqueux. L'élément principal du circuit fluidique est un serpentin immergé dans un réservoir rempli d'eau. En passant dans un serpentin immergé dans un réservoir rempli d'eau, la friction du fluide engendre une élévation de 20 degrés de la température.

Une autre approche, étudiée par M. R. Camarero, à l'Université de Sherbrooke, laisse complètement de côté les turbines classiques à rotor mobile. Le Pr Camarero étudie l'action déprimogène d'un tube de Venturi. Rythmée par une valve cyclique, la succion du Venturi impose un mouvement oscillant à une masse de liquide. Si un conducteur entraîné par le liquide coupait les lignes d'un champ magnétique, on pourrait alors obtenir une sorte de génératrice électrique à l'eau et au vent. Le déprimogène a le grand avantage d'exploiter les vents de toutes vitesses et de ne posséder aucune partie mobile. Par conséquent, il résiste plus facilement à l'englacement dans les régions arctiques.



2 Ministère de la Défense



4 Science Dimension (CNRC)

Enfin, les moulins à vent s'attaquent au marché des fermes et des maisons de campagne. Sur les grandes fermes, M. Heronimus propose l'utilisation d'éoliennes de 100 à 200 kW. Au Québec, pour des travaux routiniers d'irrigation, l'Institut de recherches Brace étudie présentement une éolienne à hélice à voiles capable de débiter 1,5 kilowatt par un vent de 16 km à l'heure. Son coût d'installation devrait être minime et son entretien s'élèverait à moins de 10 dollars par année. Deux petites compagnies viennent de voir le jour à Montréal pour commercialiser

1- BARIL DE VENT — Les résidus d'une source d'énergie non renouvelable ont été utilisés par les gens de l'Institut Brace, au Ceylan, pour construire cette turbine Savonius.

2- POUR L'ARCTIQUE — L'équipe du capitaine J.E.G. Moore, au Centre de recherches pour la défense, à Ottawa, envisage d'alimenter en continu des émetteurs radio de 100 watts, installés dans le Grand Nord, grâce à cette version de la turbine Rangli. L'énergie éolienne présente de plus en plus d'attrait pour alimenter les stations de télémesures dispersées dans l'Arctique.

3- L'ÉOLIENNE MAISON — Cette éolienne développée par l'Institut de recherches Brace constitue le meilleur moulin à vent qui puisse être construit par des amateurs. Les hélices sont en fibre de verre et un différentiel d'auto usagée transmet la puissance mécanique au sol. Elle sert ici à pomper de l'eau aux Barbades.

4- NOUVEAUTÉ — MM. Rangli et South ont mené plusieurs essais dans les souffleries de la division aéronautique du Conseil national de recherches, à Ottawa, pour mettre au point la dernière nouveauté en matière d'énergie éolienne.

## ÉNERGIE ÉOLIENNE DANS QUELQUES ENDROITS HABITÉS DU QUÉBEC

	Poste-de-la-Baleine (baie d'Hudson)	Val d'Or	Montréal	Québec	Cap-aux-Meules (Iles-de-la-Madeleine)	Sept-Iles	Fort-Chimo (baie d'Ungava)
Vitesse annuelle moyenne des vents (en km/heure)	18	13	16	18,4	34,4	19,4	17,3
Vitesse de fonctionne- ment optimal d'une éolienne (en kilowatts-heures)	25	20	25	25	45	25	25
Puissance d'une éolienne de 27 mètres à la vitesse optimale (en kilowatts)	45	25	45	45	275	45	45
Nombre équivalent d'heures de rendement optimal/an	3 300	3 400	3 100	3 500	3 800	3 800	3 200
Énergie annuelle (en kilowatts-heures)	150 000	90 000	140 000	160 000	1 000 000	170 000	145 000

leurs propres formules et les concepts mis au point à l'Institut Brace. Budgen et Associés, à Pointe-Claire, existe déjà depuis quelques années tandis que The Wind and Water Turbine Co., à Montréal, a été fondée il y a seulement quelques mois. Timidement, le gouvernement commence à encourager les recherches sur l'énergie du vent puisque le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie vient d'accorder 5 000 dollars à l'Institut Brace pour une étude exhaustive des différents types de moulins à vent. Les chercheurs canadiens considèrent ce montant ridicule comparé aux sommes dépensées aux États-Unis. Le sénateur Hubert Humphrey a déjà proposé au Congrès américain un programme prévoyant des dépenses minimales de 90 millions de dollars au cours des cinq prochaines années pour des recherches sur les moulins à vent. Il se pourrait même que certains groupes de chercheurs canadiens, dont le groupe de Sherbrooke, voient leurs recherches financées par des fonds du gouvernement américain avant d'obtenir quoi que ce soit de sources canadiennes.

Pourtant, cette recherche est nécessaire. M. Van Sant, de l'Institut de recherche de l'Hydro-Québec, a expliqué à Sherbrooke que l'on comptait au Québec plus de 25 centres isolés (réseaux non reliés) où la demande maximum se situe entre 75 et 10 000 kW et la consommation varie entre 300 et 41 000 MWh par année. Présentement, le kilowatt-heure d'origine pétrolière produit dans ces endroits coûte entre 6 et 30 cents. Ces communautés sont tout indiquées pour l'installation de turbines éoliennes puisqu'elles se trouvent

généralement sur la côte, dans des régions venteuses.

Mais l'énergie éolienne pourrait aussi mettre le pied en plein centre-ville. M.P.E. Coulter, de la compagnie américaine Wind Electric, a annoncé lors du colloque de Sherbrooke que des relevés effectués aux étages d'édifices situés au cœur de New York pendant le mois d'avril dernier, indiquaient que le vent n'avait pas baissé en bas de 17 km/heure. De plus, des études ayant démontré que les grands édifices des villes créaient des zones de turbulence intenses, on s'est demandé s'il n'y aurait pas moyen d'exploiter ces vents à l'aide de tubes de Venturi.

Si cette idée fait son chemin, on assistera bientôt à la naissance d'une architecture urbaine conçue en fonction de l'énergie du vent et du soleil. M. Coulter a d'ailleurs annoncé que plusieurs centres américains s'étaient déjà associés pour entreprendre des études en ce sens. Ainsi, avec le temps et le vent, les citoyens pourront subvenir à une partie de leurs besoins énergétiques. Ce sera l'aube de l'architecture énergétique et, en même temps, la consécration contemporaine d'un procédé dont l'origine se perd dans la nuit des temps. ●

△UN SITE — L'Hydro-Québec envisage d'utiliser des éoliennes de 27 mètres de diamètre pour fournir une partie des 40 000 000 de kWh consommés annuellement aux Iles-de-la-Madeleine. Il faudrait au moins 40 de ces turbines pour satisfaire entièrement à la demande des Madelinots. A Val d'Or, il faudrait près de 450 moulins à vent pour produire la même quantité d'énergie. Ici, on a accordé une efficacité de 40 pour cent à l'éolienne. Par ailleurs, le nombre d'heures de vitesse optimale peut être augmenté considérablement en choisissant un site élevé et venteux. (Nombre équivalent d'heures de vitesse optimale déduit d'après les valeurs de sites possédant des vitesses moyennes semblables, en Grande Bretagne.)



## Lisez les derniers BEST-SELLERS des ÉDITIONS DE L'HOMME



### PROVENCHER, LE DERNIER DES COUREURS DE BOIS

Paul Provencher

Tout en faisant revivre un passé presque épique, Paul Provencher nous raconte comment il a appris à tirer parti de choses très simples qui rendent la vie en forêt tonifiante et agréable.

\$6.00



### VIVRE EN FORÊT

Paul Provencher

De vieux secrets enfin divulgués. Les cartes topographiques, les abris, les wigwams, les tentes, la pêche, la conservation et la préparation du poisson et de la viande, les plantes comestibles et médicinales.

\$4.00



### GUIDE DU TRAPPEUR

Paul Provencher

Écrit par le dernier des coureurs de bois, LE GUIDE DU TRAPPEUR nous donne des notions élémentaires sur l'orientation, le feu, les trappes, les collets, les pièges, le tannage des peaux.

\$4.00



### LES PLANTES D'INTÉRIEUR

Paul Pouliot

Un guide complet et très pratique à la portée de l'amateur: choix des plantes, cycles et facteurs de croissance, le sol, les arrosages, la fertilisation, la lumière, la multiplication. Par l'auteur de *Techniques du jardinage*.

\$6.00



### LA VOILE

Nik Kebedgy

Le choix du voilier, son anatomie, le vocabulaire marin, l'inspection d'un voilier ayant déjà servi, les voiles, les vents, les manoeuvres, la sécurité nautique, les cordages et les noeuds. Tout pour l'amateur présent ou futur. Par un spécialiste.

\$5.00



### LES POISSONS DU QUÉBEC

E. Juchereau-Duchesnay  
J. St-Denis-Duchesnay

Dessins et description de quarante poissons que l'on trouve au Québec.

\$2.00



### J'APPRENDS À NAGER

Régent La Coursière

Tous peuvent nager, même un bébé de 3 semaines. Régent La Coursière nous offre un livre de référence pour l'enseignement des bases de la natation et de la sécurité aquatique.

\$4.00



### POIDS ET MESURES, CALCUL RAPIDE

Louis Stanke

Cet ouvrage contient une série de tables de conversion des poids et mesures, des tables de calcul d'intérêt, de logarithmes, de fuseaux horaires, etc.

\$3.00

**VOUS POUVEZ LES RECEVOIR CHEZ VOUS!**  
REMPLISSEZ SEULEMENT CE COUPON ET RETOURNEZ-LE AUX

- |   |        |  |        |
|---|--------|--|--------|
| <input type="checkbox"/> Provencher, le dernier des coureurs de bois                                | \$6.00 | <input type="checkbox"/> La Météo, A. Ouellet                                | \$3.00 |
| <input type="checkbox"/> Vivre en forêt, Paul Provencher  | \$4.00 | <input type="checkbox"/> Les Mammifères de mon pays, collaboration           | \$2.00 |
| <input type="checkbox"/> Guide du trappeur, Paul Provencher   | \$4.00 | <input type="checkbox"/> Encyclopédie des oiseaux du Québec, Earl W. Godfrey | \$6.00 |
| <input type="checkbox"/> Les plantes d'intérieur, Paul Pouliot                                      | \$6.00 | <input type="checkbox"/> Le Tennis, W. Talbert                               | \$2.50 |
| <input type="checkbox"/> La voile, Nik Kebedgy  | \$5.00 | <input type="checkbox"/> Ouverture aux échecs, Camille Coudari               | \$4.00 |
| <input type="checkbox"/> Les Poissons du Québec, E. Juchereau-Duchesnay et J. Saint-Denis-Duchesnay | \$2.00 | <input type="checkbox"/> Le Parachutisme, Claude Bédard                      | \$4.00 |
| <input type="checkbox"/> J'apprends à nager, Régent La Coursière                                    | \$4.00 | <input type="checkbox"/> Initiation à la plongée sous-marine, René Goblot    | \$5.00 |
| <input type="checkbox"/> Poids et mesures, calcul rapide, Louis Stanke                              | \$3.00 | <input type="checkbox"/> La Taxidermie, Jean Labrie                          | \$4.00 |

CHÈQUE

MANDAT-POSTE

Ci-joint la somme de \$.....

ÉGALEMENT EN VENTE CHEZ VOTRE FOURNISSEUR PRÉFÉRÉ

O.S. 574

ÉDITIONS DE L'HOMME \*  
C.P. 250,  
Sillery, Québec

NOM .....

ADRESSE .....

VILLE .....

\* Filiale du groupe Sogides Ltée

## LA SCIENCE & LES HOMMES

# LA RESPONSABILITE MEDICALE

Le cœur artificiel, le contrôle des modifications génétiques ou le simulateur cérébral, ces merveilles de la science et de la technique n'appartiennent plus à quelque nébuleux avenir de science fiction. Déjà, elles commencent à s'inscrire dans les faits. Médecins et patients doivent maintenant faire face aux conséquences morales de ces modifications à l'essence même de la vie, et faire face à de nombreux problèmes. Le sociologue Amitai Etzioni, professeur à l'Université de Columbia déclarait, lors d'une réunion du conseil des Organisations Internationales des Sciences Médicales (CIOIMS): «Il faut libérer les crédits nécessaires au développement de la médecine préventive et des soins intensifs. Mais s'il faut choisir, il vaut mieux s'employer à prévenir la maladie plutôt que d'exploiter des techniques de pointe, excessivement coûteuses et, par surcroît, au service d'une petite minorité».

Le cas de la mise au point du cœur artificiel illustre bien le choix à faire. Selon le Dr Alfred Gellhorn, président du CIOIMS, rien qu'aux États-Unis, quelque 50 000 personnes seraient sujettes à recevoir un cœur artificiel. Les dépenses encourues seraient d'environ 1 milliard 250 millions de dollars pour maintenir en vie 2,5 centièmes pour cent de la population américaine. Faut-il accepter que de telles sommes soient consacrées au cœur artificiel, alors que dans plusieurs pays, les besoins élémentaires de la médecine ne sont pas encore satisfaits? C'est un fait établi, par exemple, que la rougeole constitue l'une des principales causes de mortalité infantile dans le Tiers Monde. Or, la rougeole est une maladie contre laquelle les Nord-Américains savent parfaitement se prémunir...

De plus, ce cœur artificiel dont la National Heart and Lung Institute, aux États-Unis, estime la mise au point d'ici une dizaine d'années pose des problèmes d'un autre ordre. Substituer au cœur une pompe mécanique actionnée par un moteur, n'est-ce pas faire plus qu'installer la technique au sein de l'homme? N'est-ce pas aussi enfoncer l'homme au cœur de la technique?

Autrefois, l'éthique médicale exigeait qu'on préserve coûte que coûte la vie du malade. À présent que l'on dispose de moyens plus perfectionnés pour maintenir les fonctions respiratoire et cardiaque, on en vient à considérer la qualité de la vie comme un élément nécessaire à sa conservation. Ainsi, si le cœur artificiel ne faisait qu'assurer la survie d'un malade et réduisait au minimum ses activités et, par suite, la qualité de sa vie, on serait en

droit de se demander si cette technique de pointe constitue véritablement un avantage.

Le bénéfique est certain pour la société, si le malade, une fois pourvu d'un cœur artificiel, peut vivre normalement et redevenir productif; en revanche, s'il devient infirme à vie, la charge qu'il représente pour la collectivité s'en trouve considérablement accrue.

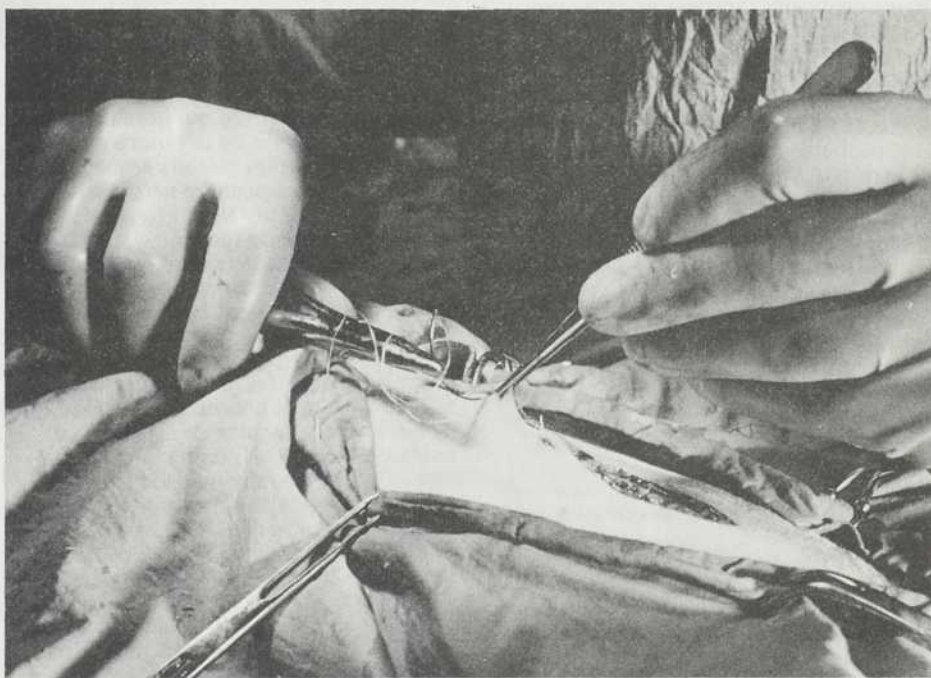
À supposer même que le cœur artificiel soit une complète réussite et permette de prolonger la vie active d'un homme pendant une dizaine d'années, quelles seront les conséquences de ce progrès pour les jeunes générations? Devront-elles repousser le moment d'assumer des responsabilités, ou bien la société devra-t-elle prévoir des débouchés de rechange pour ceux dont la vie a été prolongée?

Si le cœur artificiel avait pour résultat d'accroître sensiblement le nombre des

cational Fund, de New York, pour demander l'envoi d'exemplaires gratuits du «Testament Vivant». Ce «Testament», qui s'adresse à la famille d'un malade, à son médecin, à un prêtre ou à un avocat, déclare entre autres: «Si je suis atteint d'une maladie physique ou mentale, dont on ne peut raisonnablement attendre que je guérisse, je demande que l'on me permette de mourir et que l'on ne me maintienne pas en vie par des procédés artificiels ou des traitements extraordinaires.

«Je ne crains pas tant la mort», lit-on encore dans le Testament, «que la déchéance physique et les souffrances inutiles. Je demande qu'on m'administre des drogues pour soulager miséricordieusement mon agonie, même si, ce faisant, on devait hâter ma fin.» Le Testament Vivant n'a toutefois pas encore force de loi.

Peut-être est-ce là l'indication qu'il s'établira un équilibre entre les mordus de la vie et les mortels résignés. La société y



vieillards, il ne serait pas impossible que, pour éviter la surpopulation, les jeunes couples soient obligés de remettre à plus tard la naissance de leur premier enfant. Les démographes doutent qu'une telle situation se produise: mais si l'âge de la procréation devait effectivement être retardé, il y aurait là matière à sérieuse réflexion, un tel retard engendrant le vieillissement de toute société.

D'autre part, quelque 50 000 Américains ont écrit l'an dernier à l'Euthanasia Edu-

trouverait son compte de jeunesse et de vigueur. Dans ce sens, les propos du microbiologiste Francis Crick, prix Nobel de médecine, sont révélateurs. Le Dr Crick propose «le contrat des nouveaux bons Ariens». Il suggère, ni plus ni moins, de retarder de deux jours la déclaration de naissance: le temps d'examiner le nouveau-né et de le supprimer s'il est anormal. Il recommande aussi de fixer arbitrairement le date du décès à 80 ans, les vieillards n'ayant plus droit aux soins médicaux au-delà de cet âge. ▸

► Mais il faut se méfier des médico-économistes qui tentent de résoudre le problème du coût de plus en plus lourd de la santé publique. Certes, l'acharnement médical n'est pas rationnel, mais la suppression de toute protection, de tout soin onéreux à certains malades, sous prétexte que leur vie ne mérite pas d'être vécue et qu'ils sont socialement inutiles, l'est peut-être trop...

Les membres du CIOMS sont unanimes: «La diffusion des techniques médicales de pointe ne doit pas être laissée à la seule discrétion des industriels, qui sont parties prenantes, ni à celle des médecins-chercheurs et de leurs centres hospitaliers qui y trouvent matière à prestige et renommée».

Les questions sociales et morales que soulèvent les techniques de la vie justifient la création d'un tribunal compétent à la fois pour apprécier la pertinence scientifique et défendre les intérêts des citoyens, et pour donner de fermes directives sur la politique à suivre.

Le moment est proche où il faudra mettre en balance les dépenses affectées aux techniques médicales radicales et celles que requièrent des mesures moins élaborées mais susceptibles de contribuer plus efficacement à l'amélioration de la santé publique.

Il est probable que des efforts pour soulager la misère, menés de pair avec un programme d'éducation en matière d'hygiène, auraient plus de portée sur le plan de la santé que des dépenses de même importance consacrées à la médecine et aux techniques de pointe. Thèse que soutient d'ailleurs le ministre canadien de la Santé et du Bien-Être social, M. Marc Lalonde, dans un document de travail publié juste avant le déclenchement des dernières élections fédérales et intitulé: «*Nouvelles perspectives de la santé des Canadiens*».

Encore une fois, la sagesse populaire avait raison: mieux vaut prévenir que guérir! ●

# LES TOUT PREMIERS AMERICAINS

Quand l'homme a-t-il mis le pied en Amérique pour la première fois? Voilà probablement un débat qui ne cessera jamais.

Jusqu'ici, les plus vieux ossements humains découverts en Amérique datés de façon directe remontent à près de 24 000 ans. Ils ont été découverts aux alentours de Los Angeles en 1933. Mais la première prise de contact s'est certainement produite plus tôt à cause du jeu des glaciers et de la mer (voir *La préhistoire québécoise*, QUÉBEC SCIENCE, juin 1974).

Dans un premier temps, une période d'intensification glaciaire entraînait le stockage de l'eau des océans dans les glaciers continentaux, ce qui permettait aux hommes de Sibérie de se rendre en Alaska à pied sec. Mais les glaciers empêchaient les arrivants de descendre vers le sud des Amériques. Il leur fallait attendre un deuxième temps de recul glaciaire pendant lequel les glaciers desserraient leur étreinte et les océans retrouvaient leur niveau élevé, bloquant la venue de nouveaux immigrants.

D'après les données géologiques, l'Amérique du Nord a connu deux principaux cycles «avance-recul» des glaciers au cours de la dernière grande période glaciaire. L'avance maximale du premier cycle s'est produite vers l'an -55 000 et sa longue retraite de -50 000 à -20 000, tandis que l'avance du second cycle eut lieu vers -25 000 et sa retraite «définitive», à partir d'il y a 13 000 ans. De façon générale, les paléanthropologues croient que l'occupation de l'Amérique s'est réalisée au cours du premier cycle.

Pourtant, il y a eu un tout petit cycle, beaucoup plus tôt, avec une avance en -70 000 et un recul en -65 000. La période de poussée glaciaire porte le nom de Nicolet, et sa retraite s'appelle Saint-Pierre-les-Becquets, d'après l'étude des sédiments de ces deux localités riveraines du Saint-Laurent, entre Québec et Montréal. Le cycle Nicolet-Saint-Pierre revêt maintenant un grand intérêt puisque trois chercheurs américains, Jeffrey Bada et Roy Schroeder, du Scripps Institution of Oceanography, et George Carter, de

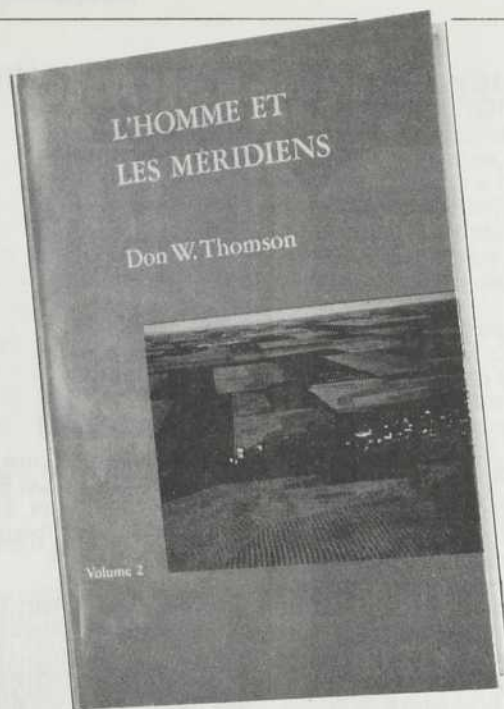
l'Université A & M du Texas affirment maintenant que c'est pendant ce temps que l'homme mis le pied en Amérique.

Pour prouver ce qu'ils avancent, ils ont eu recours à une nouvelle méthode de datation des restes humains, la racémisation des acides aminés. Cette méthode prend la relève de la datation au carbone 14 qui devient inadéquate pour des vestiges organiques vieux de plus de 32 000 ans.

Cette nouvelle méthode doit son origine à nul autre que Pasteur, lorsqu'il découvrit que les molécules des organismes vivants pouvaient se présenter sous deux formes, l'une étant l'image de l'autre dans un miroir. Il constata que les êtres vivants, sans exception, ne possédaient qu'un des inverses optiques, celui qui fait tourner le champ électrique de la lumière vers la gauche. Au cours des périodes géologiques, par ailleurs, les acides aminés «gauche» des restes organiques retournent vers un état d'équilibre comprenant autant de molécules «droite» que de molécules «gauche». Ce processus s'appelle la racémisation.

Il devient alors possible de mettre au point un nouveau chronomètre naturel en calculant le taux de racémisation de restes organiques déjà datés. De cette façon, la racémisation de l'acide aspartique des os fossiles indique l'âge des squelettes vieux de 5 000 à 100 000 ans. S'il y a eu création, la méthode s'applique quand même puisque l'on constate aussi un taux de racémisation caractéristique des os brûlés. Cette méthode a aussi le grand avantage de nécessiter des échantillons organiques beaucoup plus petits que la datation au carbone 14.

Les trois chercheurs ont donc récupéré des os fossiles découverts dans le sud de la Californie et entreposés au Musée de l'Homme de San Diego, sans qu'on ait pu déterminer leur âge. Grâce à leur nouvelle approche, ils ont pu déterminer qu'un ensemble d'os fossiles composés d'un crâne, avec mâchoire inférieure, et de fragments d'os des jambes et des épaules avait environ 48 000 ans. Il s'agit maintenant des plus vieux vestiges humains jamais découverts en Amérique. ●



# LE VOICI!

## ....LE VOLUME II DE L'HOMME ET LES MÉRIDIENS

**L'Histoire du Canada vécue par les arpenteurs, ces hommes formidables qui ont littéralement "mis le Canada sur la carte"!**

L'édition du deuxième volume de la trilogie écrite par Don W. Thomson, *L'Homme et les Méridiens* est maintenant en vente aux bureaux des cartes de Québec et d'Ottawa du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, ainsi qu'à tous les comptoirs d'Information Canada.

Le Volume 2 comprend 363 pages, 132 photographies et 18 cartes dont certaines sous la forme de dépliants. Préparé en collaboration avec l'Association canadienne des sciences géodésiques et le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, ce volume se vend au prix modique de \$8. Les chèques ou mandats-postaux doivent être libellés au nom du Receveur général du Canada.

Parmi les 19 chapitres qui forment cette deuxième partie de *L'Homme et les Méridiens*, on remarque: les origines et les débuts des associations d'arpenteurs, l'arpentage du premier chemin de fer transcontinental dans l'Ouest, le renouvellement des levés de la frontière internationale, les débuts de l'astronomie au Canada: observations et cartes du ciel, les premiers levés des réserves indiennes, et la revendication de la souveraineté du Canada sur l'archipel Arctique.

Dès que se concrétisa, en 1867, le concept de la nation canadienne, le pays modifia ses cadres tandis que, du même coup, la population témoignait d'une vision et d'une vitalité nouvelles. Les regards du monde entier se tournèrent vers l'intérieur du continent nord-américain, terre brillante de promesses et d'avenir. Bientôt le centre de gravité démographique du Canada commença à se déplacer vers l'Ouest quand plus d'un million de personnes essaimèrent vers les prairies et s'installèrent sur plus de 80 000 fermes.

Ce livre intéressera particulièrement les professeurs et étudiants des écoles de géodésie ainsi que toute personne s'occupant de cartographie.

**Bureau régional de distribution des cartes**  
1535, chemin Ste-Foy, Québec, Qué. G1S 2P1  
(418) 694-3325

**Bureau des cartes du Canada**  
615, rue Booth, Ottawa, Ontario K1A 0E9  
(613) 994-9663



Énergie, Mines et  
Ressources Canada

Energy, Mines and  
Resources Canada

## PARUTIONS RECENTES

### MONTREAL EN ÉVOLUTION



par Jean-Claude Marsan, Fides, 1974, 423 pages, \$12.95

En vente dans les librairies

« Nous avons hérité d'une des villes les plus remarquables de l'Amérique du Nord, mais ce qui a fait son unicité, sa qualité de vie et d'environnement, apparaît désormais menacé. (...) Pourquoi ce gouffre, subitement, après trois siècles d'évolution sans menaces? »

La ville doit être modelée pour répondre aux besoins des hommes qui y vivent et Montréal constitue l'une des rares métropoles du monde à posséder assez de richesses naturelles pour ce faire. « Il est antiéconomique et antisocial de sacrifier ces ressources sur l'autel de l'économie libérale individualiste, de laisser polluer les cours d'eau, dégrader les paysages, éroder les bassins de loisirs, en somme, de détruire pour des siècles l'immense potentiel de qualité de vie de notre région. (...) A un autre niveau, les citoyens doivent prendre conscience qu'ils peuvent remodeler leur environnement urbain de manière à satisfaire leurs besoins et leurs aspirations de chaque jour. »

C'est à Samuel de Champlain, excellent géographe et cartographe hors pair, que l'on doit le choix d'un site aussi heureux pour Montréal, à l'un des carrefours les plus importants de l'Amérique du Nord, sur une île étonnamment riche et fertile.

Percevoir et faire sentir toutes les facettes de la croissance et la vie d'une métropole à travers les siècles n'est pas une mince tâche, surtout si l'on se préoccupe de cerner l'essence même de la ville: la cohésion sociale.

Mais il faut dire que Jean-Claude Marsan n'est pas le premier venu et que *Montréal en évolution* constitue à peu de choses près sa thèse de doctorat en urbanisme présentée à l'Université d'Edimbourg. (Si toutes les thèses de doctorat étaient aussi accessibles et portaient sur des sujets aussi importants, personne ne s'en plaindrait et le public y gagnerait beaucoup...

Ouvrage on ne peut plus documenté, analyse serrée qui met en valeur les données essentielles, illustrations abondantes

et toujours dignes d'intérêt. Cependant, la partie contemporaine nous semble trop rapidement esquissée: le livre aurait mis davantage le lecteur « dans le coup » si l'auteur avait adopté comme point de départ les problèmes actuels de Montréal pour ensuite remonter dans le temps et décrire la cohérence antérieure. Peut-être qu'en procédant ainsi, l'auteur aurait pu mieux mettre en valeur et explorer toutes les implications de la solution qu'il préconise pour résoudre les problèmes de la métropole: la prise de conscience et l'action des citoyens.

L'approche adoptée, elle, incite davantage, étant donné le gigantisme de la ville actuelle, à abdiquer aux mains des autorités en place et assimiler trop les problèmes de Montréal à ceux de toutes les grandes villes du monde.

Ainsi, par exemple, tout en prouvant que l'architecture domestique constitue la seule architecture authentique de Montréal (par son adaptation aux caractéristiques de notre climat et à nos ressources en matériaux) s'avéra une réponse appropriée au besoin de loger rapidement des milliers d'immigrants ruraux particulièrement démunis, il aurait pu faire sentir davantage que la solution aux problèmes actuels de Montréal doit être trouvée par les Montréalais eux-mêmes.

Mais cela ne fait sans doute pas l'objet d'une thèse de doctorat et doit plutôt servir de motivation principale à une action concertée des citoyens. Jean-Claude Marsan en est d'ailleurs, puisqu'il participe activement à toutes les luttes que mènent les Montréalais pour la protection et l'amélioration de leur environnement.

Si les physiciens n'ont qu'à prouver qu'ils savent domestiquer des électrons pour décrocher un doctorat, les urbanistes, eux, ont affaire — comme les sociologues d'ailleurs — à descendre dans la rue et à mobiliser les personnes, s'ils veulent que leurs thèses servent à quelque chose.

*Montréal en évolution*, un livre qu'il faut lire pour découvrir, comprendre et agir. Il n'est pas encore trop tard.

### LES OBJETS FAMILIERS DE NOS ANCÊTRES



par Nicole Genêt, Luce Vermette et Louise Décarie-Audet, Les Éditions de l'Homme, 1974, 304 pages, \$6.00

En vente dans les librairies et kiosques à journaux

Comme l'écrit Robert-Lionel Séguin dans la préface de cet ouvrage aussi pratique que bien documenté: « Dans toute discipline historique, la recherche n'est scientifique qu'en autant qu'elle est d'intérêt universel. A ce titre, *les objets familiers de nos ancêtres* s'intercalent dans l'histoire de l'homme, du moins drôlement plus que les narrations à panache. »

Sans doute, puisque *Les objets familiers de nos ancêtres* mettent à la portée de tous les meubles, ustensiles, lingerie et autres objets qui ont composé l'univers domestique des pionniers du Régime français.

Présenté sous la forme d'un répertoire de plus de quatre cents mots dont la description est accompagnée d'environ trois cents photographies et dessins, l'ouvrage est le fruit de plusieurs années de recherches effectuées auprès des sources mêmes. De plus, les auteurs situent chacun des objets dans son contexte et donnent une idée, le plus souvent possible, de la fréquence de son emploi.

Chose curieuse: c'est au régime du mariage en communauté de biens que nous devons de retracer l'existence de tous ces objets. En effet, à la mort d'un des conjoints, un notaire dressait un inventaire systématique des biens meubles et immeubles du défunt afin d'en effectuer le partage entre les héritiers. Chacun n'ignore pas que l'un des rôles essentiels du notaire est de conserver bien et, surtout, longtemps, les papiers officiels.

Par ricochet, ce livre met en valeur la vie quotidienne des femmes de l'époque en décrivant l'étonnante variété des instruments dont elles devaient se servir tous les jours.

Enfin, ceux qui s'intéressent aux affaires d'or que réalisent depuis quelques années les antiquaires québécois, se serviront certainement de ce livre à titre de guide d'achat.

**LA PETITE FLORE FORESTIÈRE DU QUÉBEC**



Service de l'inventaire forestier, ministère des Terres et Forêts, 1974, 216 pages, \$3.75  
En vente chez l'Éditeur officiel du Québec

Les botanistes mis à part, bien peu de gens peuvent se vanter de savoir identifier la plus grande partie des arbres et des plantes qu'ils rencontrent lors de leurs promenades dans la grande nature ou dans un parc public quand ce n'est pas dans leur propre cour...

Bien des gens aussi aspiraient à le faire sans éprouver pour autant l'envie de consulter les ouvrages conçus pour les spécialistes. Le livre qu'il leur fallait est paru au début de l'été: *La petite flore forestière du Québec*.

Description simple, format de poche, reliure souple, plus de 300 photos couleurs, carte des zones de végétation, glossaire, index, mesures, tout y est conçu pour rendre passionnante la découverte de la plus importante de nos ressources: la forêt.

Et en plus, les concepteurs de l'ouvrage se sont permis (avoir bonheur) d'innover en optant carrément pour l'usage du système métrique international (S.I.). Que le lecteur non familier se rassure: toutes les mesures sont expliquées à la fin du volume.

Une toute petite ombre: les photographies ne montrent pas toujours la fleur ou le fruit de la plante illustrée. Sans doute pour des raisons d'espace et de coût.

Mais l'ouvrage n'en perd pas pour autant sa clarté et l'ensemble des illustrations s'avère plus que suffisant pour identifier les principales plantes du Québec.

Souhaitons que *La petite flore forestière du Québec* connaisse une large diffusion et atteigne son but ultime: la conservation de la forêt. Après tout, on n'aime bien que ce qu'on connaît!

**LEXIQUE ANGLAIS-FRANÇAIS DE L'ÉLECTRONIQUE AU QUÉBEC**

(électricité, radio, télévision, appareils de mesure, composants électroniques), Cahiers de l'Office de la langue française no 22, 1974, 213 pages (plus schémas et illustrations). Disponible sur demande au Service général des communications, ministère de l'Éducation.

On ne peut manquer de signaler la parution d'un nouveau cahier de l'Office de la langue française: ils sont toujours bien faits et marquent un pas de plus dans notre « reprise en charge » de la langue française au Québec. Pour ne pas que tant d'efforts restent lettre morte, nous suggérons à nos lecteurs qui travaillent ou étudient dans ce domaine, de se procurer ce cahier et, surtout, d'en faire un usage quotidien.

**L'UNIVERSITÉ DANS UNE SOCIÉTÉ ÉDUCATIVE**

« de l'éducation des adultes à l'éducation permanente », Gaétan Daoust et Paul Bélanger, Les Presses de l'Université de Montréal, 1974, 244 pages (miméogr.)

Spécialistes de l'éducation des adultes, les auteurs révèlent des faits qui obligent les universités québécoises à réviser l'image d'une institution vouée traditionnellement à la formation des jeunes, et à se comporter comme des instruments de développement collectif.

**TÉLÉTRAITEMENT PAR TERMINAUX LOURDS**

Dossiers de la vice-présidence aux Communications de l'Université du Québec, 2875 boulevard Laurier, Ste-Foy, 1974, 161 pages (miméogr.), \$5.00

Cette collection à circulation restreinte vise à rendre accessibles certaines études ou réalisations de l'Université du Québec en matière de Communications. À noter cependant que le dernier né de la collection: « Télétraitement par terminaux lourds », s'avère tout à fait indigeste pour quiconque ne possède pas une formation en informatique.

**BIBLIOGRAPHIE**

**TADOUSSAC, REFUGE DES BALEINES**

- Edwards Mitchell, **THE STATUS OF THE WORLD'S WHALES**, *Nature Canada*, octobre-décembre 1973
- Daniel Robineau, **DES BALEINES À PROTÉGER**, *La Recherche*, mai 1974
- Jacques-Yves Cousteau, **NOS AMIES LES BALEINES**, *Flammarion*

**OÙ VA LE CLIMAT**

- Alcide Ouellet, **LA MÉTÉO, PRÉVISIONS, STATISTIQUES ET CARTES DES NUAGES**, *Les Éditions de l'Homme*
- Reid A. Bryson, **A PERSPECTIVE ON CLIMATIC CHANGE**, *Science*, 17 mai 1974
- Tom Alexander, **OMINOUS CHANGES IN THE WORLD'S WEATHER**, *Fortune*, février 1974

**LA REVANCHE DES MOULINS À VENT**

- E.W. Golding, **THE GENERATION OF ELECTRICITY BY WIND POWER**, *E. & F.N. Spon Limited*
- G. Lacroix, **L'ÉNERGIE DU VENT**, *La Technique moderne*, mars-avril 1949
- Anonyme, **CETTE ÉOLIENNE TRÈS SIMPLE DONNE DES KW PEU CÔUTEUX**, *Science Dimension*, octobre 1972

**TROP PEU POUR LE SOLEIL**

- Roger Peyturaux, **L'ÉNERGIE SOLAIRE**, *Que Sais-Je?* no 1294
- M. Calvin, **SOLAR ENERGY BY PHOTOSYNTHESIS**, et M. Wolf, **SOLAR ENERGY UTILIZATION BY PHYSICAL METHODS**, *Science*, 19 avril 1974
- François de Closets, **LA CRISE DE L'ÉNERGIE RÉHABILITE LE SOLEIL et UN MOTEUR POUR LE SOLEIL**, *Science et Avenir*, juin et octobre 1973

# A BONNES REVUES ...ABONNE-TOI !

## DE LA DÉTENTE À LA CONNAISSANCE

- Nouveau Pilote**.. 1 an/13 numéros: \$12.00
- Psychologie** ..... 1 an/12 numéros: \$18.75
- Science et Vie** , 1 an/12 numéros: \$15.00
- Vie des Bêtes** .. 1 an/12 numéros: \$12.00
- Historia** ..... 1 an/12 numéros: \$19.00
- Atlas** ..... 1 an/12 numéros: \$15.60
- Paris-Match** ..... 1 an/52 numéros: \$42.00  
 6 mois/26 numéros: \$21.50
- Maison de Marie-Claire** .....  
1 an/12 numéros: \$11.00
- La Recherche**.....  
1 an/11 numéros: \$19.75



à renvoyer à PÉRIODICA a/s le magazine QUÉBEC  
SCIENCE, C.P. 250, Sillery, Québec, G1T 2R1

408-81A

AGENCE INTERNATIONALE D'ABONNEMENTS  
**PERIODICA**  
INTERNATIONAL SUBSCRIPTION AGENCY

Veuillez m'abonner  ou abonner la personne ci-dessous désignée  aux revues que j'ai cochées   
et que je paie à PERIODICA Inc. par  chèque,  mandat-poste de \$ .....  
ou par  CHARGEEX,  MASTER CHARGE Carte No. ....

**Mon  
adresse**

nom ..... prénom ..... ma .....  
signature .....  
adresse ..... app. no ..... localité ..... code postal .....

**Je désire  
abonner**

nom ..... prénom .....  
adresse ..... app. no ..... localité ..... code postal .....

S'il s'agit d'un abonnement cadeau, PERIODICA adressera gratuitement une carte de souhaits de votre part.

écrivez vos souhaits ..... carte signée .....

Hâtez-vous de faire votre choix, car ces prix ne peuvent être garantis au-delà de 30 jours.  
Il peut s'écouler un délai de 10 à 12 semaines avant que l'abonné ne reçoive des éditeurs le 1er numéro

## EN VRAC

### STATISTIQUES STUPÉFIANTES

Le nombre de nouveaux usagers de la cannabis (marijuana et haschich) est passé de 12 695 en 1972 à 23 251 en 1973, selon les statistiques officielles du ministère de la Santé nationale et du Bien-être social. On a dénombré également 2 992 nouveaux cas de personnes faisant usage d'hallucinogènes, contre 2 411 en 1972. Les narcomanes ne laissent pas leur place non plus, puisqu'on en a enregistré 2 266 nouveaux. Ces statistiques sont basées sur les rapports de police ainsi que sur les renseignements fournis par des médecins, des pharmaciens et les centres de traitement spécialisés.

### LE COMBLE DU SADISME

Une centaine d'Américains se préparent à envahir et à prendre Québec au début d'octobre 1975... afin de faire revivre l'invasion américaine de novembre 1775 à mai 1776, marquée notamment par le siège de Québec. L'attaque est actuellement préparée sous l'égide de l'Arnold Historical Society qui se propose de renouveler le coup de main d'Arnold avec les mêmes accoutrements, armes et embarcations qu'il y a deux siècles. Les envahisseurs s'attendent à un excellent accueil de la part des autorités de la ville de Québec, puisqu'ils se feront accompagner de nombreux touristes, procurant ainsi au Québec historique des revenus supplémentaires...

### DES LECTEURS PASSIONNANTS

407 de 474 abonnés de notre magazine dont le nom avait été choisi au hasard simple sur notre liste d'envoi, ont répondu en mars dernier au questionnaire que nous leur avons fait parvenir, soit un taux de réponse de plus de 85%. Cette enquête effectuée par un groupe d'étudiants en journalisme et information sous la direction du professeur Jean-François Bertrand de l'université Laval, nous a permis de connaître le profil exact de nos abonnés, profil qui a beaucoup changé depuis deux ans. Mentionnons, entre autres, parmi les données particulièrement significatives, que 13% des abonnés ont 19 ans de scolarité et plus, 26%, de 16 à 20 ans de scolarité, 34%, de 13 à 15 ans et, 27% ont étudié moins de 13 ans. 60% sont des étudiants, 26%, des professionnels, 6%, des techniciens et 8% exercent divers métiers. 96% collectionnent QUÉBEC SCIENCE et 97% le trouvent intéressant. On pourrait décliner des chiffres encore longtemps. Contentons-nous de remercier tous ceux qui se sont prêtés de si bonne grâce à nos questions et de signaler que cette enquête sera suivie

d'une seconde (au printemps prochain) qui, cette fois, portera sur le contenu du magazine.

### UNE ADMINISTRATION ORIGINALE

Le nouveau recteur de l'Université du Québec à Montréal, M. Maurice Brossard, déclarait lors de sa nomination qu'il considérait la gestion d'une université «comme un projet de recherche emballant». Bien sûr, ajoute-t-il, il s'agit «d'un projet de recherche un peu spécial qui offre une dimension humaine considérable».

### UN MONSTRE PAS ORDINAIRE

Selon l'agence France-Presse, un bébé né avec quatre jambes, quatre mains et trois oreilles dans un hôpital du Kenya, est (heureusement) décédé aussitôt après. Le médecin qui a procédé à l'accouchement, l'enfant avait une tête oblongue avec deux oreilles rattachées aux yeux et une troisième située à la jointure de la tête et de la colonne vertébrale. Le moins que l'on puisse dire c'est qu'une telle anomalie relève de sérieux désordres chromosomiques.

### LA SURPOPULATION, C'EST SÉRIEUX

Le dernier numéro du «Courrier de l'Unesco» est entièrement consacré à la démographie, 1974 ayant été déclarée *année mondiale de la population* par l'ONU. Rappelons que notre planète (qui a toujours la même taille) comptait 1 650 millions de bouches à nourrir au début du siècle. Aujourd'hui, la population humaine atteint le 4 milliards et l'on prévoit qu'en l'an 2000, nous serons 6,5 milliards. Combien d'hommes notre planète peut-elle nourrir? Nul ne le sait, étant donné la quantité de variables impliquées. Jusqu'à 15 milliards, supputent certains experts.

### LA SAUCISSE À HOT DOG, POURQUOI PAS?

Une équipe du Centre de recherches en nutrition de l'université Laval conteste les conclusions de l'enquête menée par l'Institut de Promotion des Intérêts du Consommateur sur la médiocrité nutritive de la saucisse à hot dog. Non pas que ces chercheurs prétendent accorder à la saucisse à hot dog des vertus qu'elle ne possède pas. Ils contestent tout simplement la méthode utilisée et relèvent certaines erreurs, en rappelant qu'il faut toujours considérer un régime alimentaire dans son tout plutôt que dans ses parties (qui sont forcément incomplètes!).

### ILS VIENNENT D'Y PENSER

Un industriel américain déclarait lors d'une réunion conjointe du Chemical Institute of Canada et de l'American Chemical Society tenue en juin dernier, que 10 millions de gallons d'huile usagée étaient gaspillés chaque mois «purement» et simplement, alors qu'ils pourraient être recyclés et servir à l'industrie du caoutchouc, entre autres. Et le conférencier ne peut s'empêcher d'ajouter: «Imaginez, dit-il, que chacun de ces gallons mêlé aux déchets finit tôt ou tard par trouver son chemin jusqu'à nos rivières».

### UN RÉPERTOIRE RECHERCHÉ

Le ministère d'État vient de publier le «Répertoire des centres canadiens de recherche-développement industriels» (1973). Excellente initiative, certes. Mais ceux qui ont la corde québécoise et francophone sensible ne pourront s'empêcher de réaliser le nombre environ deux fois supérieur et la taille beaucoup plus imposante des centres installés en Ontario, par rapport à ceux du Québec. De plus —il fallait s'y attendre— les noms des responsables de ces centres ne sonnent pas très «de chez nous». Mais, après tout, les répertoires ne sont pas là pour changer la réalité.

### LES À-CÔTÉS DE LA SCIENCE

Le Dr D.W. Schindler, directeur du projet d'études sur la pollution dans les lacs, décrit à la page 13 de ce numéro, a connu un mois de juillet infernal. Des incendies de forêt ont gravement menacé l'environnement des lacs expérimentaux de son Institut, dans le nord-ouest ontarien. Pendant qu'il dirigeait les opérations de lutte contre le feu, son avion s'est écrasé. Chanceux malgré tout, il s'en est sorti avec seulement une fracture à un bras. Aucunement démonté par l'accident, il a continué à diriger les opérations. Cette complication imprévue sera d'ailleurs mise à contribution puisque, dit-il, «Nous allons pouvoir étudier l'impact des incendies de forêt sur les lacs!»

### NUMÉRO SPÉCIAL

QUÉBEC SCIENCE paraîtra désormais tous les mois. De plus, chaque année, le numéro de septembre sera entièrement consacré à un thème. Nous avons déjà quelques bonnes idées, faites-nous connaître les vôtres en nous écrivant.

## ECHEC & MATHS

par Claude Boucher

### SOLUTION DU PROBLÈME NUMÉRO 32

Il n'existe pas de solution unique à ce problème. La solution la plus économique que je connaisse exige 44 sauts de grenouille. On indique ici le numéro de la grenouille qui, à chaque étape, doit se déplacer.

12	1	3	2	12	11	1	3	2
5	7	9	10	8	6	4		
5	7	9	10	8	6	4		
5	7	9	10	8	6	4		
5	7	9	10	8	6	4		
3	2	12	11	2	1	2		

### SOLUTION DU PROBLÈME NUMÉRO 33

Il existe beaucoup de solutions à ce jeu de patience. Supposons, par exemple, que l'on recouvre toutes les intersections sauf F. Une solution possible serait:

IHF - EFH - BJI - CDF - GHJ - IJB - ABD - FDC, où IHF indique que le premier pion était situé en I, qu'il saute en F et que le pion éliminé est en H.

*N.D.L.R. La solution des problèmes nos 32 et 33 termine la série «Echec & Maths».*

## ça urgé!

Bien rares sont les entreprises qui avisent leur clientèle quatre mois à l'avance d'une prochaine augmentation de prix. Nous l'avons fait. Beaucoup ont sauté sur l'occasion de se réabonner pour plusieurs années. Faites comme eux. Il n'est pas trop tard, mais... ÇA URGE!

1 an/12 nos: RÉGULIER: \$6.00\*, ÉTUDIANT: \$4.20\*

ABONNEMENT       RÉABONNEMENT

Veillez trouver ci-joint mon paiement (chèque ou mandat) au montant de \$\_\_\_\_\_ pour \_\_\_\_\_ années d'abonnement au magazine QUÉBEC SCIENCE.

NOM \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_  
numéro      rue      appartement

ville      CODE POSTAL \_\_\_\_\_

Postez le tout accompagné de votre paiement à l'ordre de:

**LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE**  
Case postale 250  
Sillery, Québec  
G1T 2R1

\* Tarifs en vigueur jusqu'au premier octobre 1974.

## IL VOUS EN MANQUE ?

Veillez trouver ci-joint mon paiement (chèque ou mandat) au montant de \$\_\_\_\_\_ pour \_\_\_\_\_ exemplaires des numéros antérieurs suivants au prix de \$0.75 l'unité.

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Vol. 12, no 1 | <input type="checkbox"/> Vol. 12, no 6  |
| <input type="checkbox"/> Vol. 12, no 2 | <input type="checkbox"/> Vol. 12, no 7  |
| <input type="checkbox"/> Vol. 12, no 3 | <input type="checkbox"/> Vol. 12, no 8  |
| <input type="checkbox"/> Vol. 12, no 4 | <input type="checkbox"/> Vol. 12, no 9  |
| <input type="checkbox"/> Vol. 12, no 5 | <input type="checkbox"/> Vol. 12, no 10 |

NOM \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_  
numéro      rue      appartement

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

Postez le tout accompagné de votre paiement à l'ordre de:

**LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE**  
Case postale 250  
Sillery, Québec  
G1T 2R1

## LA CARTE MONDIALE DU FOND DES OCÉANS

Veillez me faire parvenir \_\_\_\_\_ exemplaire(s) de la CARTE MONDIALE DU FOND DES OCÉANS au prix de \$6.00 chacun\*.

Ci-joint la somme de \$\_\_\_\_\_ en chèque ou mandat postal à l'ordre des PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC.

\*Ajouter \$0.60 pour les frais de manutention et d'envoi. N.B. Pour les commandes de 2 exemplaires et plus, ces frais sont réduits à \$0.30 par exemplaire.

NOM \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_  
numéro      rue      appartement

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

TÉLÉPHONE \_\_\_\_\_

Découpez le coupon de commande et retournez-le accompagné de votre paiement à:

**LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC**  
Case postale 250, succursale N  
Montréal, Québec

# IL VOUS EN MANQUE?

Pour l'une ou l'autre raison vous avez peut-être raté un ou plusieurs numéros du volume 12 de QUÉBEC SCIENCE. Postez tout de suite votre commande: il n'en reste que très peu.

## Vol. 12, no 1 / septembre 1973

Se laisser polluer par le confort, l'argent et l'huile  
La tordeuse ne passera pas  
Faire taire le bruit  
Énergie nucléaire: le triomphe de CANDU  
Les équations du futur



## Vol. 12, no 6 / février 1974

La neige cette inconnue  
Neige des villes et neige des champs  
Un cratère lunaire en plein Québec  
Une vague odeur de pétrole  
Trouver des remèdes aux médicaments  
À la recherche de nos ancêtres

## Vol. 12, no 2 / octobre 1973

Mirabel: la naissance de l'écologie  
Formation = emploi: une équation pleine d'inconnues  
Pour sauver le français scientifique  
Les brouillards de la baie James  
Jupiter pour décembre



## Vol. 12, no 7 / mars 1974

Les planètes revues et corrigées  
Les glaciers urbains  
Du muscle en pilule  
Montrer les dents  
Attendrir la technologie

## Vol. 12, no 3 / novembre 1973

Une politique scientifique canadienne  
Le thermostat de la Terre  
Des forêts tout usage  
Roland-Michel Barrin, marquis de la Galissonnière  
Laser québécois: un succès éblouissant  
Reconcilier les alphabets arabes avec le vingtième siècle



## Vol. 12, no 8 / avril 1974

Quelque part entre l'homme et le message  
Sortir les villes des rivières  
Le suspense du printemps  
Charbon: une nouvelle jeunesse  
Sans salaire et sans syndicat

## Vol. 12, no 4 / décembre 1973

Manger: un risque calculé  
La comète Kohoutek est en vue  
Trois milliards de rats  
Le pillage de notre frigidaire à pétrole  
Le cancer est-il contagieux?  
Une poubelle atomique au pôle sud



## Vol. 12, no 9 / mai 1974

Des trous dans le ciel  
Le mariage du fleuve et de la mer  
Des électrons dans votre moteur  
L'ordinateur électro-ménager

## Vol. 12, no 5 / janvier 1974

Ces bactéries qui nous ressemblent  
Domestiquer le golfe St-Laurent  
Option Vasectomie  
Pour comprendre les tout-petits  
Des isolateurs sales sales sales



## Vol. 12, no 10 / juin 1974

La préhistoire québécoise  
Feu vert à la parapsychologie  
La logique de l'Apocalypse  
S'enrichir avec l'uranium

BON DE COMMANDE EN PAGE 50.

