

QUÉBEC SCIENCE

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE QUÉBEC
01977 A
BUREAU DÉPÔT LÉGAL
1700 ST DENIS
MONTREAL P.Q.
JUL 75
AOUT 82
H2X 3K6

AUTO-CRITIQUE

LES FRONTS DU CANCER
À QUOI PEUT BIEN SERVIR UN MENHIR ?
JEAN ROSTAND OU LA PASSION DU VIVANT

ENFIN
TRADUIT
EN FRANÇAIS

Le premier volume regroupe les **Métalogues** — dialogues sur la connaissance, dans la veine de Lewis Carroll et Wittgenstein; **Forme et modèle en anthropologie** (contact culturel, schismogénèse, art primitif) et la première partie de la section **Forme et pathologie des relations** (apprentissage, théorie du jeu, théorie de l'alcoolisme). Un deuxième volume paraîtra ultérieurement.

Seuil

A detailed illustration of a large, dark, lobed leaf with prominent veins, set against a background of a forest scene with trees and a sky. The leaf is the central focus, with its intricate vein structure clearly visible. The background shows a soft, hazy landscape with trees and a sky, suggesting a natural setting. The overall style is that of a fine art print or a detailed botanical illustration.

Seuil

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

Le magazine Québec Science, mensuel à but non lucratif, est publié par l'Université du Québec avec le soutien du ministère de l'Éducation du Québec et le Conseil national de recherches du Canada. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques sont dus à la rédaction. ISSN-0021-6127. Dépôt légal, Bibliothèque nationale du Québec, quatrième trimestre 1977. Répertoire dans PÉRIODEX et RADAR.

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



© Copyright 1977 — le magazine Québec Science - Université du Québec. Tous droits réservés pour tous pays. Sauf pour les citations dans une critique, il est interdit, sans la permission écrite de l'éditeur, le magazine Québec Science, de reproduire ou d'utiliser ce mensuel, ou une partie de ce mensuel, sous quelque forme que ce soit, par des moyens mécaniques, électroniques ou autres, connus présentement ou qui seraient inventés à l'avenir, y compris la xérogaphie, la photocopie et l'enregistrement, de même que les systèmes d'informatique.

COMITÉ DE SOUTIEN

Bell Canada

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

Banque de Montréal

Jean Savard
vice-président — Division du Québec

Imasco Limitée

Les produits
Imperial Tobacco Limitée

Institut de recherche de l'Hydro-Québec

M. Lionel Boulet
directeur

La

Brasserie Labatt Limitée

M. Maurice Legault
président

La Sauvegarde

Cie d'assurance sur la vie

M. Clément Gauthier
président



Université du Québec

Jean-Marc Gagnon

directeur
et rédacteur en chef

Diane Dontigny

adjointe à la rédaction

Jean-Pierre Langlois

conception
et réalisation graphiques

Patricia Larouche

secrétariat

Nicole Bédard

Claire D'Anjou
diffusion

Collaborateurs

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

Publicité et promotion

Marie Prince-Giasson
657-2426

Photogravure et impression

L'Éclaireur Limitée

Distribution en kiosques

Les Messageries Dynamiques inc.

Abonnements

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

Port de retour garanti

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

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

Sommaire

5

Courrier

6

Livre blanc sur l'énergie
Non au nucléaire

7

Urbanisme
Une liberté de façade
Environnement
Des bûchers glacés

8

Énergie géothermique
Les mines de chaleur

9

Virologie
Les vices cachés
d'un virus méconnu

10

Transport urbain
Trafic trafiqué

11

Armement
Le nouveau rayon de la mort

47

Transport
Les rues sur la bonne voie

48

Embryologie
Entre l'oeuf et la poule

49

Télécommunications
Des photons jaseurs

51

Électricité
Dissection d'une panne

53

Électricité
Un petit frère de plastique

Endorphine

De l'analgésie à l'épilepsie

54

Parutions récentes

57

En vrac

16



Auto-critique
Pauline Gagnon

Tout planifier en fonction de
l'automobile n'entraîne que
détérioration de la vie urbaine
et pollution

26

À quoi peut bien servir un
menhir?

Jean-René Roy

Nos ancêtres auraient inscrit
dans la pierre leurs observa-
tions des phénomènes
célestes

32

Les fronts du cancer
Pierre Sormany

Les armes anti-cancer
s'améliorant toujours
davantage, il est permis
d'espérer une issue
victorieuse dans cette guerre
à finir

42

Jean Rostand
ou la passion du vivant
Jacques Brunet
Une interview
de Jean Rostand

COURRIER...

POUR COMPLÉTER NOTRE LISTE

En tant qu'adepte ainsi que promoteur de voile, j'ai lu avec intérêt votre article traitant de la voile au Québec. J'en profite pour vous remercier, au nom de tous ceux qui s'occupent de voile, pour avoir expliqué à votre public la contribution que fait le Québec à ce sport.

Toutefois, j'aimerais attirer votre attention sur la liste des écoles de voile de la région sud-ouest telle que publiée en page 18. En effet, il est étonnant que vous n'en mentionnez que cinq dont l'École de voile de Pointe-Claire (c'est-à-dire Stephen Marshall) qui a eu l'honneur d'être mentionnée deux fois.

J'aimerais porter à votre attention le fait que la Fédération de voile du Québec compile une liste complète des écoles de voile au Québec. Je me permets de vous mentionner que vous avez oublié l'École de voile de Valleyfield, l'École de voile de la ville de Montréal, située dans le bassin olympique, ainsi que l'École de voile de Lachine, pour ne nommer que les plus importantes.

Quant à nous, l'École de voile de Lachine, nous avons trois moniteurs tous les ans. De plus, trois des représentants de la région du Lac Saint-Louis aux Jeux du Québec sont des élèves de notre école. Je crois donc qu'en tant qu'école affiliée à la Fédération canadienne de Yachting et à la Fédération de voile du Québec, nous sommes dignes de figurer sur votre liste, ne serait-ce qu'une seule fois.

Roger Bélanger
École de voile de Lachine

LA CONTRACEPTION «DOUCE»

J'ai particulièrement apprécié dans le numéro de juin de *Québec Science* l'article intitulé «Les nouvelles armes de la contraception». J'ai eu le plaisir de reconnaître là le talent d'informateur scientifique de Jean-Marc Fleury, que j'avais pu mesurer il y a deux ans dans un article intitulé: «L'électricité ne tient qu'à un fil» qui couvrait une partie de mon travail à l'Hydro-Québec.

Le bilan qu'il fait des connaissances présentes sur les mécanismes de la reproduction est complet et très clair. Il est malheureux qu'après avoir fait le point de la science sur le sujet, il se soit contenté de ne décrire qu'une seule approche contraceptive, à savoir la stratégie technologique. Si c'est le néomalthusianisme qui a provoqué l'effort de guerre contre la surpopulation et, par ricochet, l'avancement des connaissances sur la reproduction humaine, «les nouvelles armes de la contraception» sont loin d'être les seuls fruits d'un travail aussi fécond. Tous les couples

sub-fertiles désireux d'avoir des enfants en profitent aussi, de même que ceux qui, sachant reconnaître leur fécondité, veulent planifier l'arrivée d'un enfant en fonction des contraintes de la vie moderne: travail, études, voyages, etc.

Il est bon de constater que l'arsenal contraceptif répond d'abord à un objectif démographique. Partant de la nécessité de limiter les populations, on a défini que le moyen de contraception idéal est celui qui a la plus grande efficacité tout en requérant le minimum de motivation. La recherche actuelle vise donc la réduction du nombre d'interventions contraceptives et l'élimination de l'interférence du «receveur», d'où l'absence d'erreurs humaines, et de responsabilité. Quant à l'erreur thérapeutique, elle sera corrigée par une intervention de la seconde ligne de feu, par une interruption de grossesse.

À cause probablement d'un manque d'information, l'auteur a totalement ignoré la stratégie humaniste en régulation des naissances, stratégie qui est basée sur une intégration personnelle des connaissances des mécanismes de la reproduction et qui fait appel à l'effort humain avant de recourir à l'arme ou à la béquille contraceptive. L'effort n'étant pas un bien de consommation, c'est une stratégie évidemment très peu connue d'autant plus qu'elle effectue un transfert de connaissances en dehors des canaux de l'industrie médico-pharmaceutique. Cette stratégie dite «douce» répond à un objectif de développement de la femme et de l'homme. Évitant de violenter la nature et particulièrement le milieu de vie qu'est le ventre de la femme, elle participe au même courant écologique qui est apparu trop tard pour prévenir l'accumulation du DDT et du strontium 90 dans le lait maternel, et qui marque la fin de la lune de miel entre l'homme et la technologie.

Partant du fait que la femme n'est fertile qu'une journée par cycle, il est possible par l'observation de certains signes de fertilité (glairer ou mucus cervical, douleur au niveau des trompes de Fallope, hausse de température, etc.) de situer cette journée dans chacun de ses 350 à 400 cycles. Puisque l'ovulation est un événement ponctuel, pourquoi la femme devrait-elle s'armer tous les jours de sa vie féconde? Il va sans dire qu'une telle approche requiert une bonne motivation et que fécondité et sexualité ne peuvent alors être tout à fait séparées dans la tête (et le cerveau) de l'homme et de la femme. Une telle méthode exige un certain apprentissage et ne peut évidemment pas être «administrée» à un couple. Ce qui a cependant pour avantage d'éviter une trop grande dépendance vis-à-vis les fondés de pouvoir de la science médicale.

Un couple du Québec, Gilles et Rita Breault de Lachine, a largement contribué à établir la base scientifique et pédagogique d'une stratégie douce en régulation des naissances qui se répand à travers le monde. Seréna-Canada (6646 rue Saint-Denis, Montréal H2S

2R9 ou 55 Parkdale, Ottawa, Ontario K1Y 1E5) qui continue leur travail de recherche et d'assistance aux couples sera certainement heureux de vous ouvrir son centre de documentation ou encore mieux de vous mettre en contact avec un de ses spécialistes, au grand profit de vos lecteurs.

Jean Laflamme
Saint-Bruno

LES OVNI AU QUÉBEC

Dans votre mensuel de juillet, vous avez fait paraître un article sur les extra-terrestres. Dans votre article, vous avez fait mention d'une association québécoise, UFO Québec, qui traite de ce sujet. Étant très intéressé, j'aimerais contacter cette association pour recevoir leur mensuel.

Jacques Barabé
Verdun

La publication *UFO Québec* paraît quatre fois par année. On peut s'y abonner au coût de \$4.00 par année, à l'adresse suivante: *UFO Québec*, B.P. 53, Dollard des Ormeaux, Québec H9G 2H5.

UNE GÉOGRAPHIE MULTIDISCIPLINAIRE

J'ai décidé de me réabonner à *Québec Science* après trois années de lecture satisfaisante. J'ai hésité pendant quelque temps parce qu'il y a sept ou huit numéros que je n'ai pas encore lus, faute de temps. Cependant, après avoir bien réfléchi, j'ai décidé de prolonger mon abonnement. Pourquoi? Parce que j'aime le contenu de vos articles et je trouve qu'ils se lisent bien. J'apprécie particulièrement les sujets traitant de l'environnement, de l'écologie. Je sais que la géographie est une science qui est très vaste (c'est-à-dire qu'elle s'entrecroise avec plusieurs autres sciences), mais, en tant qu'étudiant en géographie, j'aimerais que vous traitiez un peu plus souvent de sujets

ERRATUM

Le Conseil des sciences du Canada vous prie de noter que l'encart qu'il a publié dans le numéro d'octobre 1977, portant sur la contamination par le mercure au Canada, n'a été rédigé que par M. Clarence T. Charlebois.

d'ordre géographique comme ce qui existe et ce qui se passe (au point de vue agriculture, exode vers les villes, par exemple) dans les régions périphériques du Québec telles l'Abitibi, le Bas Saint-Laurent, etc., enfin des articles excellents comme ceux traitant de la Nordicité (avec Louis-Edmond Hamelin), du zonage agricole (dont je vous félicite d'ailleurs). Je souhaite donc longue vie à votre magazine qui est aussi le nôtre.

Bruno Lachance
Sainte-Lucie de Beauregard

LES MINES DU QUÉBEC

Est-ce que vous pourriez faire suite au court reportage fait sur les découvertes minières de la baie James et publier un document sur les réserves et possibilités de cette industrie au Québec?

François Riberdy
Saint-Ambroise de Kildare

Dans le prochain numéro de Québec Science, vous pourrez lire un article traitant de l'amiante au Québec. Nous envisageons aussi de publier un article sur la richesse minière du Québec.

CHERCHER POUR MIEUX MANGER

Il me semble avoir déjà lu dans votre excellente revue un entrefilet concernant un service de recherche québécois (affilié à l'Université du Québec à Montréal) qui étudierait les possibilités de nouveaux produits finis à partir des ressources agricoles du Québec tels que vin de bleu, fromages, etc.

J'aimerais entrer en contact avec ce service, afin de connaître l'état actuel des recherches sur la transformation des produits de l'érable. Vous serait-il possible de me fournir le nom de cet organisme ainsi que son adresse.

Nicole Giroux
Coopérative de développement agro-forestier du Témiscouata

Il s'agit du Centre de recherche en sciences appliquées à l'alimentation, désigné aussi par CRESALA. Vous pouvez communiquer avec le directeur, M. Marcel Gagnon, ou l'un des responsables de ce centre à l'adresse suivante: 1200 rue Saint-Alexandre, Montréal.

UN REGARD AU SOUS-SOL

Je travaille présentement dans le domaine de l'aménagement urbain, c'est-à-dire, plus précisément, au niveau de la planification intégrée des futurs développements domiciliaires et des infrastruc-

...COURRIER

tures correspondantes. Une des difficultés majeures auxquelles nos services se trouvent quotidiennement confrontés lors de la préparation et de l'acceptation des projets de subdivision est sans doute le manque de précision de nos instruments de travail à petite échelle (carte géomorphologique, pédologique, etc (1:50 000 et 1:25 000)). Vous me direz, bien sûr, qu'il existe la photographie aérienne à 1:5 000, mais l'information obtenue par stéréoscopie à cette échelle est encore sujette à interprétation humaine, donc à erreur (détermination exacte des contours des affleurements rocheux en apparence et en surface, profondeur des dépôts meubles, etc).

Ma question est alors la suivante: premièrement, où en est présentement l'état des recherches dans le secteur de la géologie; deuxièmement, les différentes avenues possibles à court terme, par exemple la télédétection à l'infrarouge; troisièmement, les personnes ou spécialistes avec lesquels je pourrais entrer en contact?

Gilles Tremblay
Chicoutimi

La qualité de la cartographie géologique est très variable d'un endroit à l'autre. Toutes les régions où la prospection minière est prometteuse, il existe souvent de nombreuses cartes géologiques à diverses échelles, dont certaines sont très détaillées (1:5 000 ou plus). Il existe également plusieurs cartes pédologiques des régions habitées du Québec.

Le ministère des Richesses naturelles a publié de nombreux rapports géologiques et cartes pédologiques. Nous vous suggérons donc de communiquer avec la Direction générale des mines, 1620, boul. de l'Entente, Québec G1S 4N6.

Puisque Chicoutimi se trouve dans l'aire de l'ancienne mer Laflamme (un bras de la mer Champlain), il vous faut tenir compte tout particulièrement du problème des glissements dans les argiles Champlain (vous n'avez sans doute pas oublié la catastrophe de Saint-Jean-Vianney). Il vous faut donc des cartes et des documents où la présence de ces argiles figure clairement, en plus de divers renseignements concernant leur épaisseur, leur histoire récente, etc.

Vous pourriez aussi tirer profit de la présence de l'Université du Québec à Chicoutimi en y consultant les géologues qui ont sûrement fait des recherches sur la région avoisinante.

Quant à la télédétection, elle ne vous sera probablement pas très utile. Par exemple, elle n'indique que peu de choses sur le sous-sol. Cette technique fera d'ailleurs l'objet d'un article dans un de nos prochains numéros.



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

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

Le fonds des Éditions du CNRS comprend plus de 1800 titres presque tous disponibles.

CHOIX DE TITRES

LES INFRA-SONS

Léonid Pimonow

Le point sur le domaine infrasonore - les vibrations aériennes (explosions nucléaires, explosions naturelles: séismes). Conséquences physiologiques. Bibliographie importante. 1976. 296 pages. **\$30.70**

MÉTHODOLOGIE D'UNE PROGRAMMATION DE LA RECHERCHE DANS LE DOMAINE DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

"Collection des actions thématiques programmées sciences humaines" N° 19. 1977. 124 pages. **\$ 7.30**

REVUE D'HISTOIRE DES TEXTES

Tome V 1975

Articles: Histoire de deux manuscrits de Philostrate, l'homélie II d'Origène sur la Genèse, numérotation des lettres dans les traditions manuscrites, etc. 1977. 400 pages. **\$39.00**

LA MENACE, UN LANGAGE DE LA VIOLENCE

Catherine Ballé

Monographie interdisciplinaire: aspects juridiques, sociaux, criminologiques et judiciaires de la menace - processus de la violence - mécanismes de sanction sociale etc. 1976. 172 pages. **\$11.70**

ÉDITIONS DU CNRS

Centre National de la Recherche Scientifique (Paris)

NOM

ADRESSE

désire recevoir votre documentation

Éditions du CNRS

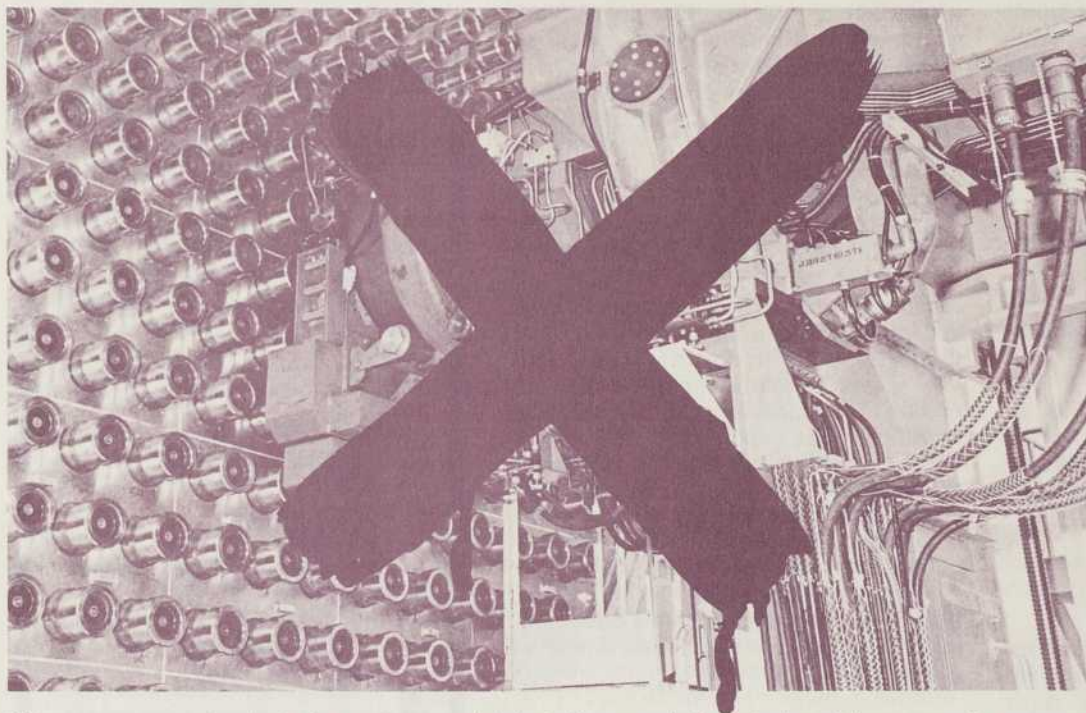
DIFFUSION AU CANADA



Les Presses de l'Université de Montréal

C.P. 6128, Succ. "A"
Montréal, Qué., Canada H3C 3J7
Tél.: 343-6929

LIVRE BLANC SUR L'ÉNERGIE NON AU NUCLÉAIRE



Si le gouvernement adopte les propositions du livre blanc sur l'énergie du ministre Joron, le Québec se dotera d'ici quelques semaines d'une politique de l'énergie particulièrement novatrice. Les informations obtenues de plusieurs sources fiables par *Québec Science* indiquent en effet que les grandes lignes du livre blanc, à l'étape finale de sa rédaction, seraient les suivantes:

— Rejet du programme de construction de centrales nucléaires proposé par l'Hydro-Québec. Un recours très limité à l'énergie nucléaire n'est cependant pas définitivement écarté: il ne serait toutefois décidé que dans deux ans et ne porterait que sur la construction d'une seule centrale nucléaire.

— Programme concerté d'économie de l'énergie: rationalisation de l'utilisation de l'énergie dans le secteur industriel et domestique, amélioration du rendement des appareils, adoption de normes d'isolation dans le domaine de la construction et du transport, abaissement de la température du chauffage dans les édifices publics, lutte contre les gaspillages.

— Objectif général de réduction du taux annuel de croissance de la demande d'énergie de 1 pour cent pour les quinze prochaines années, par action notamment sur la demande d'électricité. Celle-ci sera désormais fixée, non par l'Hydro-Québec, mais par le gouvernement, et révisée à la baisse.

— Aménagement du total du potentiel hydro-électrique disponible après achèvement des

travaux de la baie James, soit de 15 000 à 20 000 mégawatts supplémentaires.

— Priorité à la recherche et surtout au développement des sources d'énergie renouvelables (solaire, éolienne et biomasse), qui devraient contribuer à 7 pour cent du bilan énergétique du Québec en 1990 et à 10 pour cent en l'an 2 000.

Au niveau du bilan général, la part du pétrole devrait passer de 70 à 30 pour cent du bilan énergétique du Québec d'ici l'an 2000. Le gaz passerait de 7 à 20 pour cent, l'électricité d'origine hydraulique de 22 à 40 pour cent, et les énergies nouvelles de 0 à 10 pour cent.

On doit souligner qu'il s'agit ici des grandes orientations de la politique énergétique à l'étape première de leur élaboration. Certains changements pourraient survenir lors de l'examen en comité gouvernemental des priorités ou en Conseil des ministres au cours du mois de novembre. Notamment, l'unanimité ne serait pas acquise sur les modalités du rejet du programme nucléaire de l'Hydro-Québec.

Très clairement, cependant, le ministre Joron indique que le Québec peut, à son avis, sauter l'étape du nucléaire pour effectuer la transition vers les sources d'énergie renouvelable: soleil, vent, biomasse. Bien que la part de ces dernières ne soit que de 10 pour cent du bilan énergétique en l'an 2000, le livre blanc indique que cette part devrait augmenter très vite par la suite. Le pari sur les énergies renouvelables est donc

bel et bien entamé avec cet énoncé de politique qui est des plus audacieux parmi ceux des pays industrialisés occidentaux. Bien que plusieurs pays voient actuellement leur programme nucléaire remis en cause, ce qui se traduit par des moratoires ou des ralentissements dans la construction des centrales nucléaires, aucun pays n'a encore exprimé aussi loin son refus de l'option nucléaire. Il faut dire cependant, comme le souligne le ministre Guy Joron, que le Québec est particulièrement bien placé pour le faire, puisque son potentiel hydro-électrique est un des plus élevés du monde. La mise en exploitation de 15 000 mégawatts supplémentaires après l'aménagement de la baie James représente d'ailleurs l'équivalent d'une nouvelle baie James à harnacher.

Quoi qu'il en soit, les propositions du livre blanc constituent une remise en question assez radicale du type de développement économique défendu jusqu'ici par les experts de l'Hydro-Québec. Le programme concerté d'économie de l'énergie, joint à la réduction du taux de croissance de la demande en énergie, auront certainement des répercussions importantes jusque dans la vie quotidienne des Québécois. Comme le ministre Guy Joron l'a déjà souligné, il s'agit d'opter pour un autre type de développement et de museler les énergivores que nous sommes. Le débat ne fait que commencer.

Jean-Pierre Rogel

MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE

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

**Nos services
sont très variés:**

DEUX MICROSCOPES
ÉLECTRONIQUES
À TRANSMISSION
À VOTRE DISPOSITION

UN MICROSCOPE
ÉLECTRONIQUE
À BALAYAGE

PRÉPARATION
DE SPÉCIMENS

COUPES SEMI-FINES
ET ULTRA-FINES

OBSERVATIONS
MICROSCOPIQUES

FINITION DE
PHOTOGRAPHIES
EN VUE DE PUBLICATION

FORMATION DE
TECHNICIENS SPÉCIALISÉS

PRÉPARATION DE MATÉRIEL
DIDACTIQUE

CHOIX DE TECHNIQUES
ET CHOIX DE MATÉRIEL

LABORATOIRE
DE MICROSCOPIE
ÉLECTRONIQUE
JIBÉ enr.

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

URBANISME

UNE LIBERTÉ DE FACADE

Blocs à appartements de deux ou trois étages, maisons en rangées, tours résidentielles, condominiums plus ou moins luxueux, maisons jumelées ou bungalows: depuis les dernières années, la construction domiciliaire a pris de multiples formes et les «développements» ont envahi, de façon souvent anarchique, nos villes et nos campagnes. Des micro-milieus sociaux ont ainsi été créés, formant en quelques années à peine de nouvelles collectivités à l'intérieur ou à proximité de collectivités parfois vieilles de plusieurs générations.

C'est à une étude en profondeur de ces «nouveaux espaces résidentiels», les NER, que veut se consacrer durant les quatre prochaines années une équipe de sociologues, d'urbanistes et d'économistes de la section urbanisation de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS-Urbanisation). Coordonnée par Gérard Divay, cette recherche sera subventionnée par le Conseil des arts pour un montant de plus de 950 000 dollars. Elle sera articulée en six volets distincts, mais suffisamment intégrés pour qu'on puisse se faire une idée globale et exacte de cette nouvelle réalité sociologique que sont les grands développements.

Car ce sont les développements de 500 logements et plus créés entre janvier 1971 et janvier 1976 qui seront étudiés par l'équipe de l'INRS-Urbanisation. Dans un premier temps, on en a répertorié 120 à 130 dans les deux régions visées par la recherche, celles de Montréal et de Québec. En les classant selon divers critères (distance au centre-ville, genre de construction, apparence extérieure, etc.), on obtient une très grande variété de types de développements. Et l'on constate très vite une chose au moins: les constructeurs des NER de la région de Québec sont plus volontiers novateurs que ceux de la région de Montréal.

Mais ce n'est bien sûr qu'une première constatation. L'évaluation d'ensemble de la qualité des NER n'est pas chose facile, et l'on y consacra le premier des six volets de la recherche. Pour y parvenir, on utilisera deux approches complémentaires: la mise au point d'indicateurs objectifs de qualité et la mesure de l'appréciation subjective des NER par leurs habitants.

Second volet du travail: l'analyse de la demande, de la clientèle des développements, des facteurs déterminant le choix d'un ménage de s'y installer.

Une enquête auprès de plus de 2 000 d'entre eux sera réalisée l'an prochain pour alimenter cette analyse.

L'étude de l'image des NER projetée par les promoteurs dans leur publicité (nature de cette image, degré de conformité avec la réalité, impact sur la réaction des ménages) constituera le troisième volet de la recherche et permettra de mieux comprendre la relation entre les promoteurs et les consommateurs.

Les chercheurs s'interrogeront aussi sur les répercussions des NER sur l'ensemble du marché du logement. Une hypothèse généralement admise, en Amérique du Nord en tout cas, veut qu'en faisant accéder les classes aisées à des logements neufs, on favorise l'amélioration des conditions de logement des classes défavorisées. Cette hypothèse, dite du *filtering down*, sera testée par les chercheurs, qui effectueront une étude rétrospective du marché du logement de la dernière guerre à nos jours.

Autre volet d'investigation: les mécanismes d'aménagement des NER. Quels sont les agents économiques qui interviennent dans la création d'un nouveau développement? quel rôle joue chacun d'entre eux? en quoi les caractéristiques de ces agents viennent influencer le développement en question?

Sixième et dernier aspect de la recherche: le coût de chaque type de nouvel espace résidentiel, pour les promoteurs et les consommateurs bien sûr, mais aussi pour l'ensemble de la collectivité. Une question, une bonne question, sous-tend cette partie du travail: qui paye, en réalité, pour les NER?

On veillera à ce que chacun des six volets de la recherche soit mis en relation avec les autres, de façon à enrichir la vision des NER qu'on se fera au fil des travaux. Aussi les huit chercheurs de l'INRS-Urbanisation engagés dans le projet (Francine Dansereau, sociologue, Gérard Divay, sociologue et politologue, Gérard Fortin, sociologue, Marcel Gaudreau, urbaniste, Jacques Godbout, sociologue, Marie Lavigne, sociologue, Georges Mathews, économiste, et Marcel Samson, urbaniste) ainsi que les deux professeurs invités (Dominique Achour, de l'Institut d'urbanisme de l'Université de Montréal, et Joseph Chung, directeur du Laboratoire de recherche en sciences immobilières de l'Université du Québec à Montréal), participeront chacun au moins à deux projets.

La tâche, en tout cas, n'est pas mince. Il devrait s'ensuivre de nombreuses publications et au moins un colloque sur les NER.

Et une connaissance approfondie de la réalité qu'ils constituent. Pour l'instant, une constatation semble se dégager du premier survol du sujet: ce sont la taille du promoteur et la façon dont il finance ses projets qui influencent le plus fortement le genre de développement qui sortira de terre. La localisation, le rythme de construction et le type d'aménagement global de l'espace relèvent d'abord du promoteur.

Quant au consommateur, son influence se limite à l'aspect extérieur du produit qu'il achète ou qu'il loue. Autrement dit à l'inessentiel. En matière de logement comme ailleurs, sa liberté n'est finalement qu'une liberté... de façade.

Yanick Villedieu

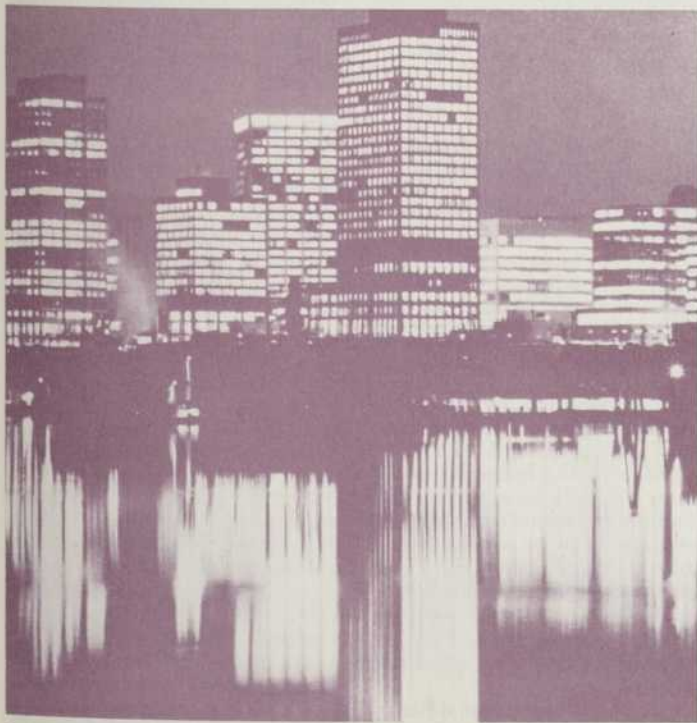
ENVIRONNEMENT
DES
BÛCHERS
GLACÉS

D'immenses bûchers enflammés flotteront à la surface des réservoirs LG 2 et Opinaca à la baie James. Il ne s'agit pas de sorcellerie mais plutôt de la meilleure façon, semble-t-il, de se débarrasser des millions d'arbres situés dans les zones inondées. Et plutôt que de les abattre avant la mise en eau, les responsables de l'environnement à la Société d'énergie de la baie James comptent sur les glaces pour faire le travail des bûcherons.

Selon Environnement Canada, il aurait fallu déboiser au complet les surfaces inondées par la création des réservoirs. C'était techniquement réalisable mais aurait coûté fort cher, compte tenu des superficies en cause: près de 12 000 kilomètres carrés pour le seul complexe La Grande.

En fin de compte, il a été convenu que certaines zones seulement devaient être déboisées, c'est-à-dire celles qui se situent entre la limite extérieure du réservoir et le niveau minimum des eaux, ce niveau se situant dans une bande de deux à cinq mètres de profondeur.

Ce déboisement est rendu nécessaire par un certain nombre de besoins pour les usagers du lac. Il s'agit de ne pas entraver la pêche au filet, d'aménager des corridors de navigation pour les embarcations, et les motoneiges durant l'hiver, de faciliter les migrations de poissons. Ces déboisements permettront également d'aménager des rampes d'accès pour la mise à l'eau des



La ville change de visage

La construction domiciliaire a pris des formes multiples depuis quelques années, amenant la création de micro-milieus sociaux. L'évolution du milieu urbain entraîne aussi des changements dans le comportement des collectivités nouvelles.

bateaux ainsi que des points d'accostage destinés aux pêcheurs, touristes... et autochtones.

Enfin, dans les zones situées près des routes ou des structures de contrôle, les arbres seront enlevés avant le remplissage afin de maintenir la qualité esthétique du paysage.

Devant l'ampleur des besoins et des coûts qui en découlaient, la SEBJ a fait appel aux services d'une firme d'ingénieurs-conseil pour évaluer les coûts et méthodes de déboisement mécaniques et manuels, pour étudier le comportement des agents naturels et leur influence sur le déboisement. Les études, ainsi que l'expérience acquise avec les réservoirs Manicouagan et de Churchill Falls, ont convaincu la firme d'ingénieurs que le déboisement naturel était supérieur à celui effectué par l'homme.

Le bûcheron, pour les circonstances, c'est la glace. En une période très courte, deux ans au plus, elle est capable de venir à bout des arbres immergés. Le mécanisme est assez simple. Le niveau du réservoir, qui est à son maximum à la fin de l'été afin d'avoir toute l'eau nécessaire au fonctionnement des turbines pendant l'hiver, baisse graduellement jusqu'à la

fond des neiges.

Au début de l'hiver, l'eau est à sa cote maximum et les arbres sont partiellement submergés. La glace se forme et enserrme les troncs. Lorsque le niveau baisse, au fil de l'hiver, les arbres supportent la couche de glace, de plus en plus épaisse, et s'ils n'ont pas un diamètre assez imposant, ils finissent par casser sous le poids et la pression exercés par la glace dont l'épaisseur peut atteindre un bon mètre à la fin de l'hiver.

Les études menées par les ingénieurs montrent que les arbres cassent lorsqu'ils ont le diamètre de leur tronc inférieur à 20 centimètres. De plus, moins il y a de «pilliers» pour soutenir la glace, meilleur sera le résultat. Or, à la baie James, les troncs sont inférieurs à 20 centimètres et la densité des arbres est assez faible.

La glace aura des alliés dans son travail de sappe. Les vagues, les glissements de terrains dus à des sols saturés d'eau, ainsi que le pourrissement des arbres faciliteront sa tâche.

Les débris flottants seront récupérés par une barge munie de grappins qui alimentera un bûcher flottant qui se déplacera pour rejoindre les zones de forte concentration de débris.

Michel Gauquelin

ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

LES MINES DE CHALEUR

L'énergie géothermique était déjà utilisée par les Romains. Ils se baignaient dans des bassins alimentés par des sources d'eau chaude, comme à Bath en Angleterre, où le site de King's Spring fournit encore quotidiennement plus d'un million de litres d'eau à 46°C.

De nos jours, l'énergie tirée de la chaleur de la Terre sert aux Indiens de Nouvelle-Zélande qui cuisent leurs aliments dans des nappes d'eau chaude à 96°C, aux Islandais qui chauffent la moitié de leurs maisons en utilisant les sources d'eau chaude, aux Français des villes de Melun, Creil, Tarbes et Toulouse qui chauffent plus de 10 000 logements avec cette énergie, aux Italiens de Larderello, aux Californiens, Mexicains, Japo-

nais. En cette époque de crise de l'énergie, l'énergie géothermique se présente donc comme une des solutions de rechange qui ont fait leurs preuves, même si son exploitation présente encore de nombreuses difficultés. Le fait que des centrales électriques géothermiques fonctionnent actuellement dans une bonne douzaine de pays

confirme l'intérêt qu'il y aurait à développer encore plus cette source d'énergie. De plus, ces centrales, qui étaient pour la plupart économiquement compétitives avec leurs concurrentes thermiques au charbon, au mazout et au gaz il y a déjà quelques années, vont devenir de plus en plus rentables, ne serait-ce qu'au seul plan économique.

Cet optimisme doit malgré tout être tempéré lorsqu'on sait que les sites sur lesquels sont installées ces centrales ne se rencontrent pas partout. Les entrailles de la Terre ont une chaleur élevée, mais la puissance calorifique d'origine géothermique se dissipe sur une surface considérable, de sorte que le flux résultant a une densité très faible.

Tandis que la température de la surface du sol varie d'une époque à l'autre, allant de 35°C à -35°C, celle que l'on trouve à une profondeur de dix kilomètres ne change pas avec les saisons et peut aller, suivant les points du globe, de 80°C à 1 000°C. La chaleur solaire ne pénètre guère à l'intérieur du sol, quelques mètres tout au plus, et n'a donc pas d'influence

en profondeur où la température dépend avant tout du flux permanent de chaleur qui origine des couches les plus profondes de la Terre.

Cette forte température qui règne à l'intérieur de la croûte terrestre est maintenue par la chaleur que produit la désintégration radioactive spontanée des isotopes instables, principalement de l'uranium, du thorium et du potassium. Une partie de la chaleur produite est perdue par rayonnement à la surface du sol, mais il y a équilibre entre le flux de chaleur engendré en profondeur et les pertes en surface.

Le rayonnement d'origine géothermique, pour l'ensemble du globe, correspondrait à une puissance calorifique qui ne représente que la dix millième partie de l'énergie reçue du Soleil, ce qui peut sembler faible. Mais en fait, ces 30×10^{12} watts sont dix fois plus que l'énergie provoquée par les marées, ce qui est loin d'être négligeable. Le problème, c'est que la densité du flux, réparti à la surface de la Terre, est bien faible: si on arrivait à l'exploiter à 100 pour cent, il faudrait le capter sur une surface de la taille d'un terrain de football pour arriver à alimenter une demi-douzaine d'ampoules ordinaires.

La solution consiste donc à trouver des sites où le flux de chaleur est particulièrement élevé, comme on le fait pour les centrales actuelles, ou à mettre au point des techniques capables d'aller chercher la chaleur en profondeur à une vitesse beaucoup plus grande qu'elle n'est renouvelée.

Les sites «riches», tout d'abord, ne se rencontrent pas partout. Ils sont localisés en des zones volcaniques où les grandes plaques tectoniques rigides, qui forment la croûte terrestre, sont en perpétuelle interaction, elles glissent les unes par rapport aux autres, se séparant lentement, ou entrent en collision. Là, les roches en fusion produisent des températures de 1 000°C et plus.

Encore faut-il arriver à domestiquer ces sources de chaleur. La solution la plus simple consiste à utiliser un fluide d'échange, de l'eau par exemple, qu'on fera circuler au contact des roches chaudes pour le remonter ensuite à la surface du sol à une température d'au moins 150°C sous forme de vapeur, avant de l'échanger finalement avec un autre fluide capable d'actionner une turbine.

Une des plus grosses difficultés rencontrées est de s'assurer qu'on a affaire à un «gisement» de roches suffisamment perméables pour permettre la circulation de l'eau. Avec de la chance, un réseau souterrain

naturel peut exister et même aller jusqu'à la surface, ce qui permet à l'eau de se chauffer au contact du magma et ensuite de remonter, par convection, au niveau du sol. C'est le principe des geysers.

Malheureusement, pour faire une véritable exploitation d'énergie géothermique sur ce principe, les réseaux naturels ne suffisent pas et il faut alors forer des puits pour drainer le flux d'eau chaude. Avec des températures de l'ordre de plusieurs centaines de degrés, la tuyauterie peut être mangée en une année par les éléments corrosifs que l'eau, grâce à sa forte chaleur, va dissoudre dans les matériaux constitutifs des roches en profondeur. Comme on le voit, les géologues et ingénieurs ne sont pas au bout de leurs peines et, pour le moment, on se contente surtout d'exploiter des nappes d'eau souterraines d'une température de 60 à 80°C.

Si l'énergie géothermique a un avenir, il ne lui faudra pas se limiter à la chaleur issue du magma, mais également mettre à profit les autres zones où la chaleur est due avant tout au flux permanent venant des couches les plus profondes de notre planète. Ces sites, dans lesquels le contenu en chaleur par unité de masse de matériau est petit et qu'on appelle les sites à faible enthalpie ne se signalent pas par des geysers ou autres phénomènes spectaculaires. Une des premières difficultés sera donc de les découvrir. À ce chapitre, les calculs et travaux peuvent se révéler longs et coûteux... pour un résultat nul.

Si la prospection est fructueuse et que les calculs prédisent, par exemple, une température de 100°C à trois kilomètres de profondeur, l'étape suivante consistera à s'assurer que la roche possède une bonne perméabilité, qu'il y ait des failles entre elles ou des fractures dues à la contraction des matériaux quand ils se refroidissent, ou que leur matériau soit constitué de grains agglomérés avec suffisamment d'espace entre eux pour laisser passer l'eau.

Les sites à faible enthalpie ont leurs avantages et leurs défauts. Parce qu'ils ne portent pas l'eau à des températures très élevées, la quantité de matière minérale dissoute ne sera pas trop grande et la tuyauterie ne s'en portera que mieux, et ce pour longtemps.

Par contre, comme la chaleur n'est pas forte, elle ne sera pas suffisante pour actionner les turbines habituellement utilisées dans les centrales électriques. Tant que des progrès n'auront pas été réalisés dans le domaine des pompes à chaleur et des systèmes capables d'en-

gendrer de l'électricité à partir des différences de température assez faibles, les applications devront se limiter au chauffage sans génération électrique intermédiaire comme c'est le cas pour les logements français. Cela veut dire également que la consommation de l'eau chaude produite devra se faire dans un rayon ne dépassant pas 10 à 30 kilomètres autour du site de production, puisqu'il serait trop coûteux de la déplacer sur de grandes distances.

L'avenir de l'énergie géothermique, une fois la technologie

bien rodée, est sans doute plus prometteur qu'il n'y paraît. Les recherches en cours, notamment sur la possibilité d'accroître artificiellement la perméabilité des couches rocheuses par des explosions, pourraient même lui ouvrir de plus larges horizons, limités pour le moment à certaines zones propices. En attendant, les Islandais redoublent d'effort et comptent bientôt assurer 70 pour cent de leurs besoins de chauffage avec des sources chaudes.

Michel Gauquelin

VIROLOGIE LES VICES CACHÉS D'UN VIRUS MÉCONNU

Il y a, dans les annales médicales, peu d'agents pathogènes aussi répandus et en même

temps aussi peu connus que le virus cytomégalique (vous connaissez?).

Virus de la famille herpès, ce virus ressemble donc à ses frères: l'agent responsable des feux sauvages (herpès simplex); un autre, responsable d'infections vaginales transmises sexuellement, et souvent associées à des cancers de l'utérus; ou un troisième, l'agent de la mononucléose infectieuse, le virus Epstein-Barr, aussi associé à des cancers de la région périnasale ainsi qu'au cancer de Burkitt en Afrique; etc.

On a longtemps cru toutefois que le virus cytomégalique (VCM) ne frappait l'homme que très rarement, et qu'il était alors toujours fatal. Ce n'est que depuis une quinzaine d'années que s'accumulent des évidences contraires: au moins 15 pour cent des adultes ont des anticorps contre ce virus, indiquant une infection ancienne passée inaperçue, et un nombre encore plus grand portent sans doute ce virus, de manière latente, dans leurs vaisseaux sanguins.

Le virus ne serait donc incommode que pour les enfants en bas âge. Mais comme pour la rubéole, c'est lorsqu'une femme enceinte subit une première attaque de cette maladie cyto-

mégale (qui est le plus souvent dépourvue du moindre symptôme) que le virus devient véritablement dangereux: transmis en grande quantité au fœtus, l'agent viral sera responsable de graves défauts de développements, allant d'une simple surdité ou de troubles visuels néo-nataux, à un profond retard mental ou diverses incapacités motrices.

Le Dr Lussier, directeur de la recherche scientifique de l'Institut Armand Frappier, une composante de l'Université du Québec à Ville de Laval, n'hésite pas à affirmer qu'une bonne majorité des cas de déficience mentale qui ne peuvent être associés à des causes connues (empoisonnements durant l'enfance, difficultés périnatales, troubles génétiques ou chromosomiques, hérédité) sont sans doute des effets cachés de cet agent... dont personne ne parle pourtant.

Au cours du Cinquième symposium international sur les troubles de naissance, tenu récemment à Montréal sous l'égide de la National Foundation-March of Dimes, un organisme américain voué aux pro-



éditeur officiel du québec

De la mère à l'enfant

On essaie présentement de trouver un vaccin contre le virus Herpès, mais on doit surmonter plusieurs obstacles. Par exemple, si une femme a été vaccinée en bas âge, on ne peut certifier que les anticorps qui se sont formés chez elle seront aussi efficaces pour protéger l'enfant qu'elle portera.

PAPETERIE JACQUES

PROBLÈME D'APPROVISIONNEMENT?

NOUS VOUS OFFRONS:

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



5301 avenue Gatineau (X Jean-Brillant)

MONTREAL

737-3659

blèmes reliés à la natalité, des chercheurs ont fait le point sur les divers troubles qui ont ici ou là pu être reliés à ce virus. La liste est vertigineuse: retard de la croissance, atrophie du cerveau, tête d'eau, nécrose de tissus cérébraux, paralysies spasmodiques, épilepsie de naissance ou du jeune âge, troubles irréversibles du foie, fièvres néonatales (passagères heureusement), troubles des oreilles, des yeux, du cœur, des poumons, des reins ou des os... Sans compter les troubles à long terme, moins apparents, comme des insuffisances immunitaires, des troubles de développement mental qui n'apparaîtront qu'à l'âge scolaire, etc.

Pour l'instant, et c'est sans doute pourquoi on parle si peu de cette maladie, on ne possède pas encore de vaccin contre cet agent infectieux. Des chercheurs font présentement en Angleterre des essais sur un premier vaccin. Dans de nombreux autres Instituts, comme l'IAF, des recherches intensives se poursuivent mais les difficultés subsistent. On ignore encore totalement s'il existe plusieurs souches différentes de ce virus, et si l'immunisation contre l'une d'elles sera efficace contre l'ensemble des autres. En outre, personne ne peut certifier que les anticorps formés par la mère, à la suite d'une vaccination en bas âge, seront efficaces pour protéger le bébé (selon le modèle efficace dans le cas analogue de la rubéole).

Mais le plus grand danger semble la résistance particulière de ce virus. Dans le cas d'enfants infectés à la fin d'une grossesse et qui ne montrent pas de symptômes, même s'ils portent déjà en eux les anticorps, on a pu voir des rejets de ce virus dans l'urine trois ou six mois plus tard. Bien plus, de nombreux adultes ont à la fois les anticorps et une certaine population «épargnée» de ce virus. Devant ces faits, on hésite à tenter toute vaccination avec des virus «actifs», qui pourraient finalement causer le mal qu'on veut éviter.

Enfin, on n'a guère trouvé le moindre animal de laboratoire pouvant assurer le développement de ce virus, ce qui gêne à la fois le développement de vaccins et leurs essais subséquents.

Aussi, à l'Institut Armand Frappier, les recherches de vaccins s'orientent de plus en plus dans ce cas vers des «imitations» synthétiques. On cherche à obtenir la cristallisation, autour de petites billettes de lipides (graisses), d'une enveloppe comportant les protéines de ce virus. On obtient donc ainsi un leurre qui stimule la production d'anticorps sans présenter le

moindre risque.

Ces techniques de fabrication de vaccins synthétiques sont nouvelles, mais encore peu éprouvées. Le virus cytomégallique pourrait bien être le premier pour lequel cette voie difficile soit en fait la seule qui s'offre à nous.

Pierre Sormany

TRANSPORT URBAIN TRAFIC TRAFIQUÉ

Pour les planificateurs urbains qui n'ont pu se résoudre à faire un choix entre le transport en commun et le transport en automobile personnelle, c'est-à-dire pour ceux qui préfèrent encore ménager la chèvre et le chou, MM. Michael Florian, Robert Chapleau et Sang Nguyen ont l'outil parfait: EMMÉ (équilibre multi-modal/multi-modal equilibrium), un modèle qui est capable d'effectuer la répartition du flux de voyageurs en milieu urbain en tenant compte des deux modes de transport.

Jusqu'à présent, les programmes de planification qu'utilisent presque toutes les grandes villes à travers le monde n'intégraient pas ces deux dimensions du transport urbain. On avait un programme pour le transport en commun et un autre pour la circulation automobile particulière. L'ordinateur était à la base de la confection de ces programmes, mais on n'avait pas encore trouvé le moyen de lui dire comment intégrer les deux éléments des déplacements urbains.

C'est donc une vue globale que propose EMMÉ, mis au point par une équipe du Centre de recherche sur les transports de l'Université de Montréal et dont Claire Larouche présente les principaux éléments dans le dernier numéro de la revue *Chercheurs*.

EMMÉ ne prétend pas résoudre les grandes questions de transport dans les villes selon une optique de développement urbain important, mais se présente plutôt comme un outil à court terme permettant de prévoir les interactions entre les deux types de transport lorsque se prend la décision d'élargir une artère, de construire un nouveau pont, de prolonger une ligne de métro par exemple.

L'influence des deux modes de déplacement l'un sur l'autre apparaîtra clairement dans le cas de la construction d'une nouvelle ligne de métro sous une avenue très encombrée aux heures de pointe. Dès la mise en service de la nouvelle ligne,



éditeur officiel du québec

Planifier la circulation

La circulation urbaine pose des problèmes aux urbanistes. Le modèle que leur proposent les chercheurs de l'Université de Montréal leur permettrait d'aménager le transport privé (voies de circulation, feux de circulation, ...) et public de façon à éviter tout engorgement et perte de temps pour les voyageurs.

l'artère se trouvera grandement décongestionnée, bon nombre d'automobilistes abandonnant leur voiture pour profiter d'un service plus rapide et efficace. La circulation sera donc moins dense, ce qui attirera en retour certains des automobilistes qui avaient abandonné leur voiture pour le métro. Un nouvel équilibre s'établira donc, différent du premier, et c'est cette répartition, qu'on appelle répartition modale, que le modèle EMMÉ permettra de prévoir.

EMMÉ fait le lien avec deux autres modèles, également mis au point par le Centre de recherche sur les transports. Le premier, TRANSCOM, analyse les systèmes de transport en commun et fait, depuis quatre ans, le bonheur du Service de la planification de la Commission de transport de la communauté urbaine de Montréal (CTCUM). Une de ses principales caractéristiques est de tenir compte d'un bien humain: l'attente à un arrêt d'autobus va paraître bien plus longue que ce qu'elle est en réalité. Plus précisément, elle semblera le double du temps d'attente réel, ce qui augmentera d'autant le temps de déplacement total apparent.

Quant à TRAFIC, c'est un modèle d'analyse du système de transport automobile qui part du principe que le trajet le plus court n'est pas forcément le plus court... selon qu'on parle de distance ou de temps. La ville de

Hull, qui est en plein développement avec l'arrivée massive d'édifices à bureaux fédéraux, se sert de TRAFIC pour mettre au point un réseau routier sans congestion dramatique.

Si c'est EMMÉ qui réalise l'intégration de ces deux modèles (répartition modale), c'est la ville de Winnipeg qui sera la première à en vérifier les avantages en situation concrète.

L'utilisation d'EMMÉ se fait en plusieurs étapes. Dans un premier temps, on évalue la demande de déplacements de la population dans un temps donné. On sait que les besoins de déplacements sont énormes le matin et en fin d'après-midi, parce qu'ils sont liés aux heures de travail. On divise ensuite la ville en zones. Une enquête d'origine-destination, comme celle que vient de réaliser la Commission des transports de la communauté urbaine de Québec, qui a interrogé plus de 50 000 personnes, permettra d'identifier les déplacements.

Une zone commerciale ou de bureaux, qui a peu de résidents, renferme surtout des points de destination, tandis qu'une banlieue-dortoir contient avant tout des points d'origine. La proportion de ces deux sortes de points fera en sorte que le flux de déplacements ira dans un sens ou dans l'autre.

Quel est le service offert par les transports en commun et quelle est l'efficacité du trans-

port automobile? Ces évaluations seront recueillies dans la deuxième étape afin de fournir à l'ordinateur une bonne vision de la situation présente. Un «modèle de répartition modale» servant à répartir les voyageurs entre les deux modes de déplacements s'ajoutera à ces données.

Le véritable travail d'EMME sera alors de réorganiser globalement le système, une fois qu'on aura fourni tous les renseignements pertinents à la modification envisagée, modification d'un trajet d'autobus, élargissement d'une voie rapide, d'un pont où il y avait engorgement, ou coordination de feux de circulation.

D'après les promoteurs du modèle, l'ordinateur «sortira» tous les mouvements dans le détail, pour chaque section de rue, pour chaque arrêt ou correspondance d'autobus, avec les taux d'affluence qui découleront des changements. L'urbaniste et l'ingénieur n'auront plus qu'à tirer les conclusions, mettre en chantier la modification envisagée... ou en élaborer une autre s'ils ne sont pas satisfaits des conséquences. De telles prédictions peuvent laisser sceptique. Que peut valoir ce genre de prévision, aussi détaillé, quand, en fin de compte, ce sont des choix d'individus plus ou moins rationnels qui vont déterminer la nouvelle répartition des déplacements et de leur mode? Les chercheurs de l'Université de Montréal ont, face à cette question, une argumentation et une méthode de travail

qui va dans le sens de ce qui se fait ailleurs dans le monde: chacun choisit son mode de transport et son itinéraire afin d'arriver à son point de destination le plus vite possible.

La difficulté commence réellement quand les deux modes de déplacements offrent un temps identique, ou presque. À ce moment-là une autre considération va entrer en jeu, qui tient compte du principe sacro-saint de notre civilisation du profit: le temps, c'est de l'argent.

EMME aura donc besoin de savoir l'âge, le sexe, le revenu annuel, la scolarité, le nombre de voitures des citoyens d'une zone donnée. Selon les chercheurs, c'est un principe économique qui décidera un individu à faire un trajet de 15 minutes en auto plutôt que de passer 25 minutes en autobus, même si cela doit lui occasionner plusieurs dizaines de dollars de frais chaque mois pour payer l'essence, le stationnement et l'entretien de sa voiture. EMME ne fournit pas automatiquement la solution idéale. Tout d'abord, on peut fort bien «proposer» plusieurs scénarios de modifications. Ensuite, c'est à l'urbaniste qu'il reviendra, selon ses idées sur ce que doit être le transport urbain, de faire un choix, quitte à se retrouver avec une solution de statu quo... solution parfois la meilleure! En fin de compte, EMME a surtout comme principale qualité de signaler au planificateur les options qui auraient un effet contraire à celui qui est recherché.

Michel Gauquelin

ARMEMENT

LE NOUVEAU RAYON DE LA MORT

Selon l'hebdomadaire américain *Aviation Week and Space Technology*, (mai 1977) les Soviétiques seraient en train de développer une nouvelle génération d'armes redoutables. Il s'agit de dispositifs conçus pour produire des faisceaux de particules chargées se déplaçant presque à la vitesse de la lumière, et de lasers à très haute énergie. Ils constituent ce que les Américains appellent des «armes à énergie dirigée». Ils ont un rôle essentiellement défensif: les faisceaux de particules chargées, protons ou électrons, pourraient détruire satellites ou missiles en plein vol, et les lasers des satellites. Il semble de fait acquis que les Soviétiques soient à mettre au point à cette dernière fin un laser au fluorure d'hydrogène, qui serait lui-même mis en orbite sur satellite.

Ce sont les faisceaux de particules chargées qui ouvrent les perspectives militaires les plus bouleversantes. Car un réseau unifié d'émetteurs de tels faisceaux agirait en quelque sorte comme un écran empêchant le passage de tout missile ballistique intercontinental (ICBM) ennemi au-dessus du territoire

national. La mise sur pied d'un tel réseau serait d'autant plus remarquable qu'elle suppose la maîtrise théorique et expérimentale de plusieurs domaines de pointe de la physique dans lesquels de plus en plus d'experts occidentaux reconnaissent d'ores et déjà, non sans scepticisme initial, une nette avance aux Soviétiques. Le précaire équilibre de la terreur entre les deux super-grands risquerait d'être rompu, puisque seuls les Soviétiques seraient à l'abri (du moins en bonne partie) des attaques ou contre-attaques par ICBM. Plusieurs indices nous révèlent que les Soviétiques sont réellement en train de mettre au point ces armes futuristes. En voici les principaux: la détection à plusieurs occasions depuis novembre 1975, par satellite de reconnaissance militaire, de la présence en haute altitude de grandes quantités d'hydrogène gazeux contenant des traces de tritium, un isotope d'hydrogène lourd et radioactif. Le dégagement de ces gaz est une conséquence inévitable de l'expérimentation de faisceaux de particules chargées; on estime qu'ils proviennent d'un cen-

À tous les Québécois du domaine public et parapublic, nous disons merci pour l'appui accordé en confiant leur protection et leurs épargnes à des institutions qui leur appartiennent.



la mutuelle-vie des fonctionnaires du Québec

SIÈGE SOCIAL:

Édifice de La Mutuelle,
625 rue St-Amable,
QUÉBEC, Qué.

ADRESSE POSTALE:

C.P. 16040,
QUÉBEC, Qué.
G1K 7X8

TÉLÉPHONE:

643-3990 (QUÉBEC)
873-2410 (MONTREAL)

une responsabilité bien partagée

Le 1er janvier 1976, La Capitale, filiale de La Mutuelle-Vie des Fonctionnaires du Québec, se lançait sur le marché de l'assurance générale.

13,000 assurés plus tard et, à la lumière de cette première année d'expérience, La Capitale décide de réajuster ses primes en assurance-automobile et des biens: les nouveaux taux réduits sont déjà en vigueur.

Nous profitons de cette occasion pour remercier les fonctionnaires de leur accueil enthousiaste.

**LA
CAPITALE**

Compagnie d'assurance générale
Filiale de la Mutuelle-vie des Fonctionnaires du Québec

SIÈGE SOCIAL:

Édifice de La Mutuelle,
625 rue St-Amable,
QUÉBEC, Qué.

ADRESSE POSTALE:

C.P. 17100,
QUÉBEC, Qué.
G1R 7X2

TÉLÉPHONE:

643-2700

tre expérimental à Semipalatinsk, au Kazakhstan oriental.

— La détection par satellite de reconnaissance géo-stationnaire au-dessus de l'océan Indien d'un générateur magnéto-hydrodynamique pulsé par fusion nucléaire à Azgir au Kazakhstan occidental.

— La prise en charge par la PVO Strany, la force soviétique de défense antiaérienne, du centre expérimental d'Azgir.

— Les révélations du physicien soviétique Leonid Rudakov, lors d'une visite en 1976 des laboratoires de fusion nucléaire américains, sur les succès de son pays en fusion nucléaire à partir de faisceaux d'électrons. Or, une bonne partie de ces révélations ont été frappées du secret militaire par les autorités américaines, ce qui témoigne en soi de leur importance.

— L'installation en Russie septentrionale de puissants radars à longue portée conçus pour détecter et suivre tout missile balistique intercontinental américain se dirigeant vers l'Union soviétique.

L'indice le plus controversé concerne la nature exacte du centre de Semipalatinsk, que les experts des services d'espionnage de l'aviation américaine désignent sous le sigle de PNUT («lieu d'expérimentation nucléaire souterraine possible»). Les experts américains sont loin d'être unanimes à ce propos, même si l'on a pu observer depuis dix ans par satellite les étapes de sa construction et malgré que le centre soit toujours sous observation. On y a érigé tout d'abord un bâtiment principal de 210 par 60 mètres, avec des murs en béton précontraint de trois mètres d'épaisseur, qu'on a entouré d'une série de clôtures de sécurité. On a par la suite creusé non loin de là quatre trous dans le roc en granite, par lesquels on a excavé des tonnes de roche pour aménager deux vastes chambres souterraines reliées par un couloir central, le tout ayant la forme d'halètes. Pendant ce temps, on a construit dans un autre bâtiment maintenant disparu des pièces massives d'acier très épais, lesquelles ont servi à l'assemblage dans chacune des chambres souterraines d'une sphère de quelque 18 mètres de diamètre. On a également aménagé des tubes souterrains d'environ un kilomètre de longueur. Le bâtiment principal était autrefois entouré de cinq anneaux concentriques espacés d'environ cinq kilomètres, sur lesquels on avait installés des détecteurs verticaux à chaque 5 degrés d'intervalle.

Que déduire de tout cela? Voici la thèse de ceux qui y voient un émetteur de faisceaux de protons. Les deux sphères,

d'une résistance inégalée à ce jour, sont le lieu de détonation de charges nucléaires. L'énergie libérée est transformée par la technologie de la magnéto-hydrodynamique en pulsations d'énergie électrique d'une durée d'une fraction de seconde, dont l'énergie est équivalente à celle de plusieurs millions de kilogrammes de TNT. Ces pulsations passent par des lignes de transmission refroidies à l'hydrogène liquide à un immense condensateur à eau sous 100 atmosphères de pression situé à une extrémité de l'immeuble principal. L'énergie électrique du condensateur est ensuite libérée sous contrôle pour produire dans un «fusil» à électrons situé le long d'un des côtés du bâtiment un faisceau d'électrons à haute intensité. Celui-ci est dirigé vers un accélérateur le long du même mur, qui produit enfin un faisceau de protons presque mono-énergétiques dits «protons refroidis». Des miroirs magnétiques devient ce faisceau de façon à ce qu'il se dirige presque à la vitesse de la lumière dans les longs tubes souterrains, qui sont pompés à vide pour simuler le passage de protons dans l'espace. Quant aux anneaux concentriques, on a cru tout d'abord qu'ils auraient pu servir à suivre les déplacements des masses d'hydrogène libérées, mais la précision dans la disposition géométrique des détecteurs laisse croire que ceux-ci servaient plutôt à mesurer l'impact provoqué par des faisceaux de protons ou à analyser leur comportement.

On a avancé une vingtaine d'hypothèses de rechange pour élucider la nature du PNUT. Il pourrait s'agir, par exemple, d'un centre de mise au point de moteurs d'avions supersoniques ou de centrales nucléaires à usage civil. Ce qui cloche toutefois, dans ces diverses solutions alternatives, c'est qu'elles expliquent mal les dégagements d'hydrogène qu'on y observe. Car de tels dégagements, dont la détection par satellite a été prédite par certains, pourraient s'expliquer logiquement s'il y a effectivement émission de faisceaux de protons. On utiliserait l'hydrogène liquide à la fois pour absorber les secousses subies par les sphères d'acier et pour pomper par cryogénie les tubes souterrains, avec dégagement dans chaque cas de vastes quantités d'hydrogène gazeux.

Les sceptiques s'appuyaient sur le fait que les connaissances et les technologies requises pour faire fonctionner un dispositif aussi complexe n'existent pas aux États-Unis. On disait même avec présomption: «Si nous ne sommes pas capables de le faire, les Russes ne le sont

sûrement pas!» (Inutile de dire que la pire des erreurs est de sous-estimer son adversaire.) Or, une équipe de chercheurs sous la direction du général Keegan, récemment retraité, a entrepris de prouver aux sceptiques que les Soviétiques maîtrisent bel et bien au moins huit technologies indispensables considérées jusqu'alors irréalisables, si elles n'étaient pas carrément insoupçonnées: — le déclenchement des réactions de fusion nucléaire par transformation de faisceaux laser ou d'électrons en rayons X de faible énergie pour comprimer avec un minimum d'augmentation de la température la matière fusible, comme l'a révélé le physicien Rudakov lors de sa visite en sol américain, au grand étonnement de son auditoire.

— Une méthode de soudure par explosion assez efficace pour construire des sphères d'acier qui résistent à la violence des explosions nucléaires.

— Le développement de nouvelles méthodes en magnéto-hydrodynamique, discipline qui étudie la transformation d'énergie thermique, qu'elle soit d'origine nucléaire ou chimique, en électricité. Les deux principales sont le passage de gaz ionisés à des températures de milliers de degrés à travers un puissant champ électromagnétique, avec

production directe d'électricité, ou le passage d'un immense «piston» métallique, propulsé par les gaz chauffés par fusion nucléaire, à travers un très puissant champ électromagnétique, avec également production d'électricité. Le métro de Moscou est alimenté par une centrale de ce genre.

— La transmission des phénomènes quantités d'électricité ainsi produites par des fils refroidis à l'hydrogène liquide, substance que l'on croyait trop volatile et dangereuse pour être utilisée à cette fin. Pourtant les Soviétiques le font depuis des années déjà.

— L'emmagasinement temporaire de cette énergie dans des condensateurs à eau, technique non encore perfectionnée aux États-Unis. Grâce à celle-ci, les Soviétiques sont capables d'emmagasiner des densités d'énergie de 40 fois supérieures à ce qu'on réalise en Occident.

— Des commutateurs d'un genre nouveau capables de transmettre l'énergie électrique au condensateur et de la libérer par la suite.

— La création de faisceaux extrêmement intenses d'électrons rapides. Les faisceaux américains sont au plus à 50 pour cent aussi intenses que les faisceaux soviétiques.

— La création d'un faisceau

CARON

LIBRAIRE

CARTES TOPOGRAPHIQUES PAR LA POSTE

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

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

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

251 Ste-Catherine E
Montréal
H2X1L5

de protons à partir d'un plasma (gaz ionisé) soumis à l'influence d'un faisceau d'électrons. Il existe plusieurs techniques se former plus loin un autre jet, composé d'un liquide différent pour ce faire, mais les principales sont l'accélération collective d'un faisceau comprenant au début de son trajet protons et électrons, ceux-ci servant à stabiliser le faisceau, et l'injection directe d'un faisceau d'électrons dans un plasma de protons. Les phénomènes que l'on observe dans ce dernier cas semblent relever de la sorcellerie: c'est tout comme si l'on insérait un jet d'eau sortant d'un boyau dans une piscine pour voir

et dont les particules, plus lourdes, ont trente fois la vitesse des particules d'eau à la sortie du boyau. On peut produire par ces méthodes jusqu'à dix pulsations de protons à la seconde. L'académicien soviétique Gersh Budker avait dès 1967 proposé aux Américains le principe de l'accélération collective, mais on ne prit pas ses idées au sérieux.

Les sceptiques objectaient d'autre part que même si l'on arrivait à produire un puissant faisceau de particules chargées, il faudrait faire dévier celui-ci pour qu'il puisse intercepter un missile. Car une telle déviation est difficilement réalisable, même avec un miroir magnétique.

On s'est alors rendu compte qu'il n'est peut-être pas du tout nécessaire d'orienter le faisceau avec précision. Il suffirait, à l'aide de radars à grande portée (jusqu'à au-delà de 3 000 kilomètres) comme ceux dont il a été question plus haut, de déterminer quelles «fenêtres» doivent emprunter les missiles ballistiques intercontinentaux et d'y envoyer de nombreux faisceaux pulsés de protons. En étalant de la sorte des faisceaux sur une large étendue, les Soviétiques n'auraient pas besoin d'un grand nombre d'émetteurs de faisceaux pour se protéger des ICBM américains. D'ailleurs, les Soviétiques disposent déjà d'au

moins 150 silos servant actuellement de «centres de direction» mais qui pourraient loger à la verticale des accélérateurs collectifs.

Il ne s'agit évidemment pas de repartir à la chasse aux sorcières, ni de ranimer la guerre froide. Il ressort néanmoins de ce qui précède qu'à moyen terme les Américains risquent de se faire jouer de vilains tours s'ils n'intensifient pas leurs recherches en science fondamentale. Sauront-ils répondre cette fois au défi que leur pose le sputnik des années 70?

Louis de Bellefeuille

Guide pratique de correspondance et de rédaction

par Brigitte Van Coillie-Tremblay



Correspondance française
Rédaction de textes français
Difficultés d'orthographe
Correspondance anglaise
Typographie de l'anglais

L'Auteur a réuni en un seul ouvrage des réponses aux nombreuses questions qui se posent lors de la rédaction et la transcription des lettres, des rapports ou des formules.

Un index permet une consultation rapide du Guide.

De format pratique, ce livre sera un conseiller toujours précieux dans la préparation et la présentation de vos travaux.

201 pages, cartonné
EOQ 2899

\$ 4.50

Commandes postales



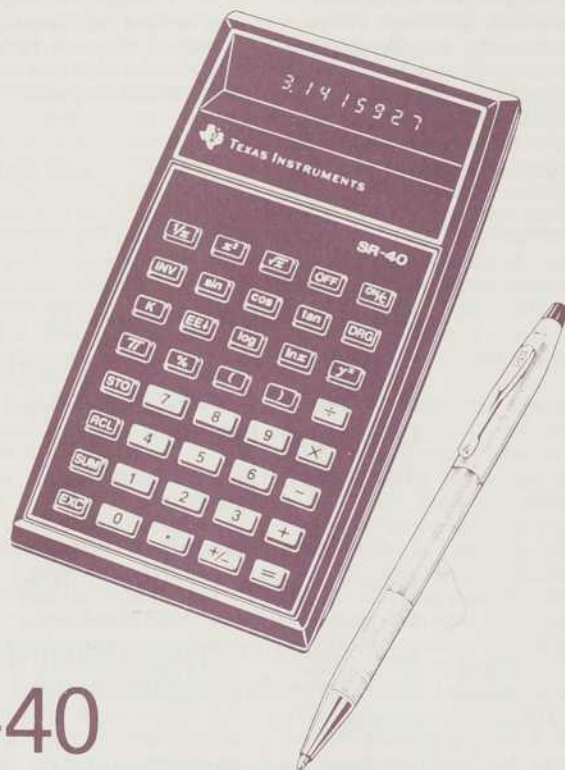
Éditeur officiel
du Québec

1283, boul. Charest ouest
 Québec
 G1N 2C9

Toute commande à l'Éditeur officiel du Québec est payable d'avance par cheque ou mandat-poste à l'ordre du ministre des Finances.

TEXAS INSTRUMENTS

Des calculateurs scientifiques de qualité, à bas prix



SR-40

UNE REGLE A CALCUL ELECTRONIQUE

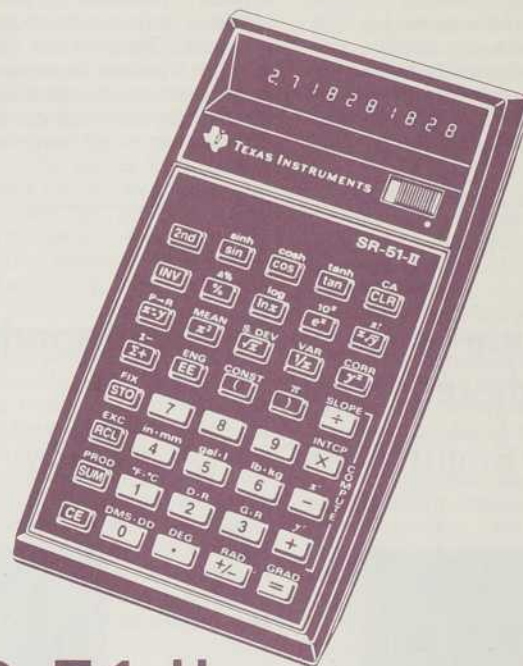
DE 48 FONCTIONS

Plus puissant et moins cher que son prédécesseur le SR-50, le SR-40 vous offre:

- fonctions mathématiques, logarithmiques, trigonométriques, conversions degré-radian et pourcentage.
- 15 niveaux de parenthèses.
- notation scientifique.
- mémoire et constante
- batteries rechargeables et transformateur inclus.

SR-40: \$32.75

SR-51 II: \$61.00

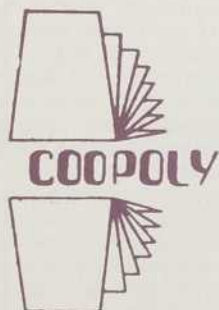


SR-51 II

UN CALCULATEUR SCIENTIFIQUE

ET STATISTIQUE COMPLET

- plus de fonctions mathématiques, logarithmiques et trigonométriques que le SR-40, dont factoriels et hyperboliques
- fonctions statistiques: moyenne, écart type, variance et coefficient de corrélation en une ou deux dimensions ainsi que régression linéaire et interpolation.
- 7 conversions directes d'unités de longueur, de poids, de volume, de température et d'angle ainsi que coordonnées polaires rectangulaires et leurs inverses.
- notation scientifique, ingénieur, décimale fixe ou flottante.
- 3 mémoires adressables.
- batteries rechargeables et transformateur inclus.



COOPERATIVE ETUDIANTE DE POLYTECHNIQUE

Ecole Polytechnique Local C - 106
Campus de l'Université de Montréal
C.P. 6079, Succ. "A"
Montréal H3C 3A7

TEL.: (514) 344-4841



10. L'énergie solaire

Le domaine de l'énergie solaire est un très vaste domaine. Seule son utilisation pour produire de l'électricité entre dans le cadre de la présente série. Il faut toutefois souligner que ses autres utilisations ont aussi quelque chose à voir avec le dossier de l'électricité en ce sens qu'elles pourront éventuellement satisfaire une partie des besoins d'énergie et soulager d'autant les réseaux électriques.

Le soleil n'est pas étranger aux méthodes classiques de produire l'électricité. Il est le moteur des cycles naturels auxquels nous devons l'énergie hydraulique et les combustibles fossiles. Mais nous nous limiterons ici aux technologies nouvelles.

La photosynthèse

Grâce à la photosynthèse, les végétaux captent et mettent en réserve des quantités renouvelables d'énergie qui excèdent plusieurs fois les besoins énergétiques mondiaux. Cette énergie, elle est stockée dans les arbres des forêts (dont les feuilles sont actuellement quasi inexploitées), dans les herbes des prairies, dans les algues des mers et des eaux douces, etc.

Les végétaux représentent un carburant cultivable. Ils peuvent être brûlés directement ou encore fournir des produits raffinés comme des hydrocarbures, des alcools ou même de l'hydrogène. L'énergie chimique de ces combustibles peut-être convertie en électricité par des versions modifiées de centrales couramment utilisées: centrales thermiques classiques, groupes électrogènes mus par des moteurs à explosion et turbo-alternateurs à gaz.

À plus long terme, la réalisation de la photosynthèse hors de la plante, en milieu contrôlé, pourrait bouleverser totalement l'échiquier de l'énergie.

Les petites centrales héliothermiques

Il est d'autre part possible de faire fonctionner une machine thermique à partir du rayonnement solaire sans passer par la photosynthèse.

La méthode des capteurs plans est la plus simple. Il s'agit d'exposer au soleil des panneaux noirs recouverts d'une vitre. Le noir est la couleur qui a la propriété d'absorber la plus grande variété de longueurs d'ondes lumineuses. La lumière solaire se transforme donc en chaleur

sur le panneau. Cette chaleur peut être extraite en faisant circuler un fluide caloporteur entre le panneau et la vitre afin de l'utiliser pour actionner un moteur thermique et faire tourner un alternateur.

L'énergie solaire nous parvient toutefois de façon très diffuse et les capteurs plans ne permettent pas de chauffer le caloporteur à plus de 100°C. Pour produire de l'électricité à une échelle importante, c'est insuffisant. Cette technique est cependant employée en des endroits isolés où les besoins sont relativement limités. On peut ainsi construire à bon marché des petites centrales de quelques dizaines de kilowatts.

Les centrales héliothermiques à miroirs

Pour développer de plus grandes centrales, il faut concentrer le rayonnement solaire. On réalise cette concentration de diverses façons au moyen de miroirs.

À Odeillo, dans les Pyrénées françaises, on a construit une centrale solaire permettant de concentrer l'énergie rayonnante en un cône au centre duquel on atteint des températures de l'ordre de 3600°C. L'énergie solaire y est d'abord captée au moyen de 63 miroirs plans capables de pivoter pour suivre la course du soleil. Les rayons sont réfléchis vers un immense miroir focalisant qui les concentre en son foyer. On a réalisé ainsi un four capable de fondre la majorité des matériaux connus. C'est en somme le principe de la loupe avec laquelle on brûle un papier. À titre expérimental, même si ce n'était pas là leur fin première, ces installations sont employées pour faire fonctionner un turbo-alternateur par l'intermédiaire d'un circuit caloporteur contenant un dérivé du pétrole et d'un second circuit contenant de l'eau et sa vapeur.

Une technologie quelque peu différente a été retenue pour les plus grandes centrales héliothermiques actuellement en gestation (800 à 10 000 kW). Le grand miroir concave est éliminé et le rayonnement solaire est concentré directement sur une chaudière perchée au sommet d'un mât par un champ plus ou moins étendu de miroirs focalisants. Le fluide caloporteur sera chauffé à une température de l'ordre de 300 à

600°C. Le caloporteur pourra, par exemple, être un mélange de sels fondus. En séparant les sels en deux réservoirs selon qu'ils ont été chauffés ou qu'ils sont refroidis, on pourra entreposer de l'énergie pour la nuit. Selon les besoins du moment, les sels chauds peuvent être amenés dans une bouilloire pour produire de la vapeur. La vapeur en se détendant actionne un turbo-alternateur et l'électricité est produite.

Dans une autre variante, lorsque le besoin de puissance est plus limité, la chaudière unique peut être remplacée par de plus petites chaudières placées au foyer de chaque miroir.

Une méthode différente, mais exploitant le même principe, utilise des miroirs ayant la forme de longs cylindres ouverts sur un côté. Ces miroirs sont disposés sous des panneaux jouant le rôle de lentilles convergentes. L'énergie rayonnante est dirigée à l'intérieur des miroirs cylindro-paraboliques par ces lentilles. Elle est réfléchi vers l'axe du cylindre d'où l'énergie ainsi concentrée est apportée par un caloporteur circulant dans un tuyau.

Les collecteurs photovoltaïques

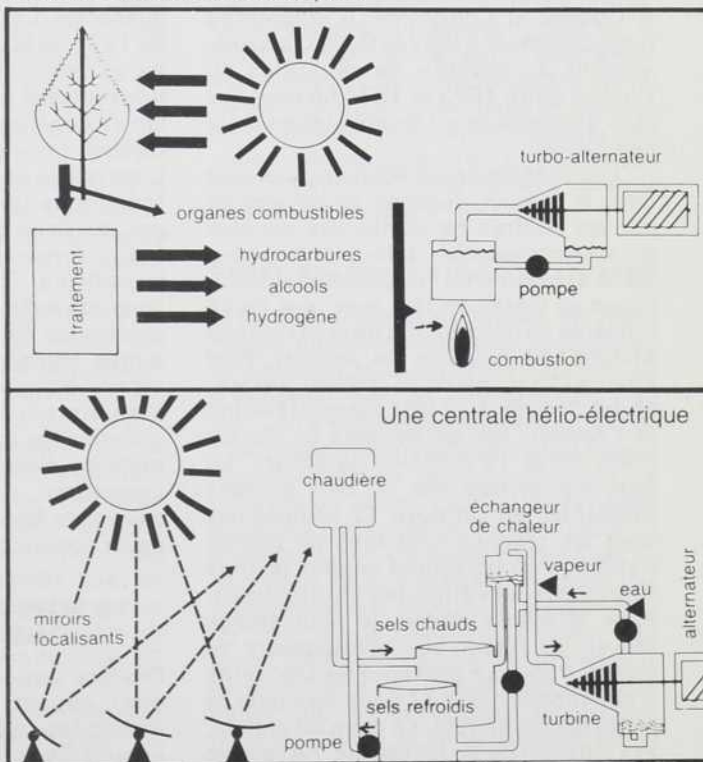
Tous les modes de production de l'électricité décrits plus

haut exploitent la conversion dite thermodynamique. Il existe une contrepartie importante: la conversion photovoltaïque.

On a ici une méthode coûteuse pour le moment, mais relativement simple de produire de l'électricité directement, sans turbine ni alternateur. Les photons qui pénètrent un matériau peuvent exciter des électrons. Dans les matériaux semi-conducteurs, les électrons excités peuvent être dirigés dans un circuit de façon à créer un courant. C'est le principe des cellules photovoltaïques si précieuses à la technologie spatiale.

Des centrales sur orbite

Ce tour d'horizon est forcément incomplet. Il y aurait encore beaucoup à écrire au sujet des problèmes techniques et économiques à résoudre, au sujet des ressources en ensoleillement, etc. Il est même sérieusement question de centrales en orbite, pouvant fonctionner 24 heures sur 24. Elles pourraient être conçues aussi bien en fonction de la conversion thermodynamique que de la conversion photovoltaïque. L'énergie captée serait ensuite transportée au sol par micro-ondes. On en est à se demander comment amortir les coûts!



AUTO-CRITIQUE

par Pauline Gagnon

Tout planifier en fonction de l'automobile n'entraîne que détérioration de la vie urbaine et pollution

À Montréal, c'est pénible! L'environnement urbain se détériore continuellement, en grande partie à cause de la place majeure, sans cesse croissante, qu'occupe et requiert l'automobile. Ce processus de détérioration du tissu urbain, s'il est une réalité frappante à Montréal, n'en demeure pas moins une menace pour les autres villes du Québec, appelées à subir le même sort. Le nombre d'automobiles au Canada a quintuplé depuis 1950 pour atteindre environ 9,03 «mégachars» en 1977. Selon Statistiques Canada, on dénombrait 2,2 millions de véhicules en 1974, pour une population de 6,134 millions d'habitants. L'indice de possession automobile s'élevait à 0,36 auto par personne; dans la région métropolitaine, il était de 0,26, avec une pointe record de 0,79 pour la ville d'Outremont! À Québec et Chicoutimi, il se chiffrait respectivement à 0,37 et 0,49. L'accroissement du nombre de véhicules au Québec entre 1973 et 1974 fut neuf fois plus prononcé que l'augmentation de la population.

Les conséquences économiques sont donc à prévoir. Jugeons-en seulement par les chiffres de ventes des dix plus grosses compagnies, tels qu'établis pour 1976 dans la revue *Fortune* de mai 1977; Exxon se classe en tête avec plus de 48 milliards de dollars! Suit de près General Motors (47 milliards de dollars), Ford Motors (29 milliards de dollars), Texaco, Mobil, Standard Oil, IBM, General Electric et Chrysler, les six derniers se situant entre 26 et 15 milliards de dollars. En tout, sur la liste des 50 plus grandes industries, on retrouve 17 compagnies dont les revenus sont tirés du pétrole (raffinage et extraction) en plus de trois fabricants de véhicules automobiles. Pour la même année, le pourcentage moyen de retour aux investisseurs se chiffre à 55 pour cent pour les fabricants d'automobiles et à 47 pour cent pour le raffinage du pétrole. La crise du pétrole, et l'inflation qu'on lui impute, ne semble guère affecter ces multinationales puis-

que leurs taux d'accroissement des ventes par rapport à 1975 sont respectivement de 16,7 et 15,4 pour cent. Mieux encore si on regarde l'accroissement des profits: 138 et 16,5 pour cent!

Rouler en voiture fait donc rouler beaucoup d'argent. Au Québec seulement, Claude Marcil, à l'aide d'une étude effectuée à l'Université du Québec à Trois-Rivières, évalue le coût économique des accidents automobiles aux environs du demi-milliard de dollars chaque année. Il s'agit là uniquement des frais d'hospitalisation, de services policiers, de réparations de la voie publique, etc, qui sont imputés aux Québécois, à la suite de nos prouesses légendaires au volant.

Si l'automobile nous coûte cher, elle représente cependant la source de revenu de près de dix pour cent des travailleurs québécois. Les données du recensement de 1971 de Statistiques Canada révèlent qu'un minimum de 535 000 Québécois y trouvent leur gagne-pain, soit une population supérieure à celle de la ville de Québec (moins de 500 000 habitants). C'est même comparable à l'ensemble des fonctionnaires canadiens embauchés par les deux paliers de gouvernement pour la même année, soit 640 000 travailleurs. Et encore, ce n'est qu'une sous-estimation, car il est pratiquement impossible de tenir compte de tous les autres travailleurs dont une partie du labeur est consacrée à la fabrication d'objets ou de matière destinés aux automobiles (cuir, verre, vinyle, radios, matériel électrique, etc). À remarquer, cependant, que la majeure partie du salaire du Nord-Américain moyen sert à payer son automobile!

12 FOIS PLUS D'ASPHALTE QUE DE VERDURE

Dès lors, une question inévitable se pose: quel impact tant d'activités «automobilisées» auront-elles sur le milieu urbain? Sans l'ombre d'un doute, l'environnement physique en subira les consé-





quences. À Montréal, par exemple, il suffit d'observer le paysage des hauteurs pour en réaliser l'importance. Mais pour ceux qui préfèrent les chiffres aux ascenseurs, voici le portrait du centre-ville tel que «dessiné» par le Service d'habitation et d'urbanisme de Montréal (SHUM) en 1972. La répartition du sol était la suivante: d'abord les voies publiques qui occupent 30,3 pour cent de la superficie totale du secteur borné par les rues des Pins, Amherst, Guy et Atwater, et le Saint-Laurent; viennent ensuite les commerces, bureaux et institutions avec 29,2 pour cent, puis les résidences, 14,8 pour cent, les stationnements, 10,1 pour cent, les industries et le transport, 8,5 pour cent. Les terrains vacants, avec 4,5 pour cent, devancent les espaces verts, bon derniers avec seulement 2,6 pour cent. Au total, 12 fois plus de surface asphaltée que de verdure! Comment en est-on arrivé là? Tout d'abord, soulignons que la population du centre-ville a diminué de 22 pour cent au cours de la décennie 1961-1971, soit 17 823 personnes qui ont quitté le secteur durant cette période, ou environ 5 000 familles. Les grands logements démolis entre 1961 et 1971 furent remplacés par d'autres plus petits, aggravant les problèmes des familles à faible revenu. Le nombre moyen de personnes par ménage est ainsi passé de 2,5 à 1,9. Pour mieux comprendre les motifs de ce dépeuplement, examinons les variations dans l'occupation du sol durant cette période. En 1972, la fonction logement accuse une baisse relative de superficie par rapport à 1962 de 29,2 pour cent, soit une perte de 3,3 pour cent de la superficie totale, tandis que les voies publiques y gagnent un pour cent et les stationnements 2,9 pour cent pour des augmentations relatives de 3,3 et 57 pour cent.

Comme le soulignait Jean-François Léonard, de l'INRS-Urbanisation: «La diminution de la surface nette disponible pour la production du cadre bâti et

l'augmentation de l'espace utilisé par les voies publiques s'expliquent par la construction de l'autoroute est-ouest et Bonaventure. Le déblaiement de terrains pour la construction de ces réseaux routiers a non seulement réduit la superficie nette de terrains mais a aussi rendu inutilisable un certain nombre d'autres espaces... L'augmentation des «commerces sans bâtiments» (les stationnements) est en partie liée à l'accessibilité accrue du centre-ville par la construction des voies rapides... au détriment des fonctions résidentielles et commerciales.» De plus, il ajoute: «... ce qui est le plus remarquable dans cette zone (centre-ville), c'est la croissance accélérée des fonctions reliées au transport individuel; cette croissance est continue depuis 1949 et ne semble pas vouloir s'arrêter. Le rongement non sélectif opéré par la fonction «commerce sans bâtiments», accompagné d'un envahissement agressif des voies publiques, force en quelque sorte les autres fonctions à trouver leur espace vital au-dessus ou au-dessous du sol, intensifiant énormément chaque parcelle de terrain.»

TOUT EN FONCTION DE L'AUTO

Mais Francine Dansereau et Peter Foggin, du même organisme, considèrent le problème sous un angle différent. «À n'examiner que les changements... au sol..., on a l'impression que le centre-ville s'est plus ou moins vidé pour faire place à l'automobile, les seules catégories en progression (entre 1964 et 1971) étant les voies publiques et... les terrains de stationnement. Ce genre de données ne peut donc servir d'indicateur valable des transformations physiques et, pour obtenir une image fidèle de la réalité des zones centrales, ce sont les superficies de plancher qu'il faudrait comptabiliser plutôt que les superficies de terrain.» Sous cet aspect, la perte observée par la catégorie résidence est moindre et signifie que le centre-ville a vu pousser



toute une série de tours d'appartements.

À partir des données du Service des parcs de Montréal et des renseignements fournis par le groupe «Les espaces verts», on constate qu'entre 1960 et 1970, le pourcentage de la superficie totale de la ville de Montréal occupée par les parcs passent de 11,82 à 6,96 pour cent, pour atteindre un maigre 2,83 pour cent en 1977. Si l'on compare avec la surface moyenne occupée par une automobile, soit 18,6 mètres carrés, multipliée par le nombre de véhicules enregistrés sur le même territoire, on observe ainsi que 4,14 pour cent de la surface totale de la ville est accaparée par les automobiles. Si on inclut tous les autres véhicules, sur la même base de calcul, on passe à 5,28 pour cent! C'est donc dire que les Montréalais ne trouveraient pas suffisamment d'espace dans les parcs de la ville pour garer leurs voitures.

À Sept-Îles, où la population a augmenté de 171 pour cent entre 1951 et 1971, le paysage n'est guère plus charmeur. La croissance désordonnée, caractéristique d'une expansion trop rapide et sans planification, se traduit aujourd'hui par l'accaparement de 50 pour cent du sol par l'automobile, contre seulement 38 pour cent réservé aux fins résidentielles. C'est ce qu'affirme Urbec Inc. dans un rapport sur l'aménagement de cette zone en 1973.

D'ailleurs, à Montréal, si en plus des terrains de stationnements commerciaux et publics, on recense tous les autres, on porte le total à 1,17 million de mètres carrés, soit 16,8 pour cent du terrain total, au lieu des 10,1 pour cent mentionnés auparavant.

Les besoins créés par l'usage abusif de l'automobile résultent en une appropriation vorace du sol, au détriment des habitants et de leurs logements. Chaque jour, au centre-ville de Montréal, le tiers de la main-d'œuvre de la métropole, soit 200 000 personnes, en plus des 170 000 autres attirées pour des fins diverses, prennent d'assaut cette forteresse de béton. Or, d'après l'enquête «Origine-Destination» de la Commission des transports de la communauté urbaine de Montréal (CTCUM), de ce nombre, 26,9 pour cent utiliseront leur automobile, avec un taux d'occupation moyen de 1,2 personne par véhicule. C'est donc dire que les besoins d'espace sont grands, juste pour stationner ces 83 000 véhicules! Il n'est pas nécessaire ici de s'étendre sur le principe de l'offre et de la demande... Francine Dansereau et Peter Foggin écrivent à ce sujet que «... le raisonnement économique classique (notion du *highest and best use*) veut en effet que dans un espace urbain, chaque emplacement soit assorti d'un loyer déterminé par sa localisation par rapport à l'ensemble des activités urbaines: ainsi, les activités qui tirent le plus grand profit d'un emplacement accessible sont à même de verser un loyer plus élevé pour l'obtenir. Le marché financier devient le grand régulateur de la réparti-



tion dans l'espace des activités urbaines; et comme on considère que la valeur ou le loyer d'un emplacement représente une économie de coûts de transport, on en déduit que le système de transport est à la base de la répartition spatiale des loyers et finalement, des usages du sol.»

Les techniques d'appropriation du sol sont très diversifiées: à Montréal, elles vont de «l'expropriation douce» à la pyrotechnie, en passant par la négligence volontaire qui entraîne la détérioration de l'édifice et, de là, l'obtention facile du permis de démolition. L'espace résidentiel ainsi libéré, il suffit d'un peu de nivellement et d'un écriteau, et vous voilà en possession d'un terrain de stationnement, très rentable semble-t-il.

DES QUARTIERS DISPARAISSENT

Pour la construction des nouveaux bureaux de Radio-Canada, par exemple, on fit démolir 1 100 habitations entre 1960 et 1970, ce qui représente le quart des permis de démolition émis par la ville pour cette période. Aujourd'hui, des 10,13 hectares pris sur le dos des habitants du Centre-Sud, 1,76 hectare sert à accommoder 944 autos, soit près de 20 pour cent de la superficie totale, ou encore 200 habitations qui auraient pu être épargnées si les Radio-Canadiens avaient accepté d'utiliser le métro (à moins de dix minutes de marche) ou l'autobus (trois lignes à proximité).

L'automobile appelle le pic des démolisseurs de maintes façons: l'agrandissement du réseau routier y trouve sa place. C'est l'histoire de la Petite-Bourgogne, quartier désormais disparu sous le béton de l'autoroute est-ouest. Ce projet aura nécessité l'anéantissement de 438 logements, selon les relevés effectués par Catherine Marchand, du S.H.U.M., à partir des permis de démolition de la ville de Montréal. À la suite de ces déménagements forcés, Marie Lavigne de l'INRS-Urbanisation rapporte que 82,5 pour cent des ménages déplacés paient plus cher pour se loger. L'augmentation moyenne par mois est de \$37.00 et la majorité de ces familles se situent au-dessous ou autour du seuil de la pauvreté.

À Québec, les autoroutes Dufferin et

Montmorency auront eux aussi fait leurs ravages. Selon les données du Conseil régional du Québec métropolitain, le réaménagement urbain (principalement la colline parlementaire) et la construction routière ont exigé depuis 1960 la démolition de 2 426 maisons dans les quartiers Saint-Roch, Limoilou et Saint-Jean-Baptiste. À ce sujet, Marcel Gaudreau et Marcel Samson, de l'INRS-Urbanisation, notent que cela aura entraîné une baisse de 11 478 habitants dans le secteur. En proportion, ces quartiers représentaient 11,8 pour cent de la population de la ville de Québec; aujourd'hui, seulement 6,8 pour cent. Dans Saint-Roch, où 428 maisons furent détruites, les auteurs indiquent que «... la multiplication des terrains de stationnements, entre autres, répondant à un besoin pour les commerces du secteur, constituent en même temps des réserves de terrain propices à la spéculation». Dans Limoilou et Saint-Roch, la majorité des bâtiments démolis font place aujourd'hui aux autoroutes et à des terrains de stationnements, les deux allant de pair. En ce qui concerne Saint-Jean-Baptiste, on y retrouve à la place des 1 116 maisons d'avant les démolitions, la raison de toutes ces constructions d'accommodation pour automobilistes, c'est-à-dire la colline parlementaire. Il s'agissait donc de faciliter l'accès du centre-ville aux banlieusards. À Montréal, la situation est identique: les neuf autoroutes qui pénètrent la ville, ont pour fonction première d'accommoder la partie de banlieusards qui ont à se rendre au centre-ville quotidiennement, soit 58 pour cent des 370 000 personnes mentionnées auparavant. Évidemment, ceux-ci retournent dans la quiétude de leur foyer sitôt leurs obligations remplies, laissant les habitants plus défavorisés dans un environnement de moins en moins viable.

À Chicoutimi, dans le quartier du Bassin, 52 maisons à logements habitées par des familles à faibles revenus furent détruites pour la construction d'une voie à circulation rapide. Sous le nivellement et l'asphalte, il ne reste rien du cachet de ce vieux quartier. On raconte même qu'un vieux couple aurait préféré se laisser mourir plutôt que d'être délogé hors de leur quartier d'origine.

La soif de profit, via l'automobile, a aussi ses conséquences sur le logement. Le cas de Clermont Motors, à Montréal, est un exemple type. Dans le but d'agrandir son garage, ce concessionnaire de GM s'était porté acquéreur de 47 logements dans le but de les démolir. Cependant, les 150 locataires refusèrent d'être mis à la porte et d'avoir ainsi à subir la crise du logement et les frais de déménagement. La plupart des habitants avaient de petits revenus (personnes âgées, assistés sociaux, etc) et résidaient dans le quartier depuis longtemps. Le cas fut soumis à la régie des loyers, qui laissa traîner la situation pendant près de huit mois. Les locataires, à force de pressions

Effets du CO sur l'homme en fonction de sa concentration dans l'air

Concentration de CO dans l'air (ppm)	Effets
15	troubles mineurs de la vue difficultés à juger du temps
50	Accentuation des effets précédents
100	Inaptitude à répondre aux tests psychologiques et arithmétiques
300 à 400	maux de tête, baisse de la vue, nausées et évanouissements
1 000	mortel

Pourcentages par fonction d'occupation du sol au centre-ville de Montréal et en périphérie*

	1964	1971
Surface totale	28,66 km ²	28,67 km ²
Voies publiques	17,33%	18,00%
Habitation	22,12%	21,59%
Habitation avec commerce	7,81%	7,27%
Parcs	9,58%	9,61%
Institutions et services publics	12,59%	12,96%
Commerces et bureaux	7,88%	7,51%
Transport et industrie	20,21%	19,88%
Commerce sans bâtiments	1,39%	1,88%
Terrains vacants	1,09%	1,30%

* Le secteur comprend le centre-ville et les quartiers Centre-Sud, Mile End, plateau Mont-Royal, Saint-Henri et Pointe Saint-Charles à l'exception de la Petite-Bourgogne.

Tiré de *Quelques aspects du développement spatial de l'agglomération de Montréal* de Francine Dansereau et Peter Foggin, INRS-Urbanisation.

Répartition de l'espace au centre-ville de Montréal

	superficie au sol		superficie de plancher	
	1962	1972	1962	1972
Superficie totale en 1 000 m ²	5 622,8	5 622,8	8 411,3	9 521,7
Voies publiques	29,3%	30,3%	—	—
Commerces, bureaux, institutions	32,8%	29,2%	21,0%	20,3%
Résidences	18,1%	14,8%	63,6%	64,5%
Transport et industries	9,1%	8,5%	14,4%	10,0%
Stationnements	7,2%	10,1%	1,0%	5,2%
Espaces verts	2,2%	2,6%	—	—
Terrains vacants	1,3%	4,5%	—	—

Calculé à partir des données du Bulletin Technique # 8 du Service de l'Habitation et d'Urbanisme de la Ville de Montréal, 1974.

diverses (coupures d'eau, d'électricité, du chauffage, du téléphone) quittèrent les lieux avant que la régie ne rende son jugement. Clermont Motors eut donc gain de cause, à l'usage.

MULTIPLIER LES OCCASIONS DE CONSOMMER

Il vaut la peine de mentionner ici un cas un peu plus subtil: il s'agit du projet Goredco, à Laprairie, en banlieue de Montréal, où l'on entend construire 8 700 unités de logements pour accueillir, d'ici 1990, 30 000 habitants. Les propriétaires: Gulf Oil. Étonnant? Pierre Foglia, dans un article publié dans *L'Actualité* de juin 1977, explique le phénomène: «La grande majorité des «développeurs» ont des intérêts soit dans le pétrole, l'automobile pour ne rien dire de la construction... Ils ont intérêt à faire consommer de l'essence et de l'huile à chauffage et à maximiser le profit aux dépens du transport en commun, des services, de l'espace, de la qualité de la construction, bref, à faire passer le rendement avant le bien-être des «aménagés»».

En résumé, si on reprend les conclusions de MM. Gaudreau et Samson, l'expansion des villes provoque par usage extensif du sol des difficultés à établir un système de transport public. Les distances sont généralement trop grandes entre les habitations et les équipements collectifs pour être parcourues à pied et l'éloignement justifie l'utilisation de l'automobile pour minimiser les temps de transports. Tout ce trafic converge vers le

centre des villes, d'où congestion et demande accrue en stationnement. Les limites de l'agriculture et de la nature sont sans cesse repoussées plus loin, de sorte qu'il devient impossible de se passer de l'automobile.

Une première solution pour contre-carrer les effets de l'automobile serait évidemment de s'attaquer à la base, soit réduire l'utilisation du transport privé. Encore faudrait-il une alternative valable, soutenue et encouragée par les différents gouvernements. Cette alternative existe: il ne manque qu'un support efficace. Actuellement, les tendances gouvernementales vont davantage vers la subvention des transports privés plutôt que du transport en commun.

LE PRIVÉ CONTRE LE PUBLIC

Suite à la hausse de tarif annoncée par la Commission des transports de la communauté urbaine de Montréal (CTCUM) en octobre 1975, qui devait provoquer des mouvements de protestations intenses, André Marcil, économiste à l'INRS-Urbanisation, a cherché à établir dans quelle mesure l'administration municipale subventionnait les transports publics et privés. Malgré la hausse de tarif, la CTCUM connaissait un déficit annuel de l'ordre de 50 millions de dollars. L'étude porta uniquement sur la part de responsabilité imputée à la ville de Montréal. Il ne fut considéré que le déficit d'opération courante pour les deux modes de transport, c'est-à-dire qu'on n'a tenu compte ni de l'amortissement, ni des intérêts. Le déficit d'opération courante passe ainsi à \$36 037 000, dont 59,6 pour cent est imputable à la ville de Montréal, soit \$21 478 052.

Dans le cas du transport privé, les revenus d'amendes, permis et taxes se chiffrent à \$20 001 844 et les dépenses à \$69 773 596, pour un déficit de \$49 771 752. Puisqu'il y a 303 314 usagers de la CTCUM et 332 553 automobilistes, le déficit par usager pour le transport public est de \$82.92 contre \$149.67 pour le transport privé. Il serait alors envisageable d'obtenir une réduction de 60 pour cent du prix du billet si l'administration municipale permettait à la CTCUM un déficit égal à celui du transport privé. André Marcil ajoute «qu'on pourrait argumenter en sens inverse et prétendre qu'il faudrait plutôt réduire celui du transport privé en imposant davantage les automobilistes. Cela pourrait se faire, par exemple, en imposant une taxe municipale sur chaque litre d'essence vendu, comme le suggère l'Union des municipalités de la province de Québec.

Sur le plan provincial et fédéral, une autre étude menée par F. Harritos pour la Commission canadienne des transports en 1970, révèle que les automobilistes canadiens ne défraient que 62 pour cent des coûts totaux du service routier. Au Québec, le pourcentage annuel de déficit en 1968 était de 30 pour cent des coûts



totaux. Et il est permis de croire que ce pourcentage tend à diminuer, en raison des frais accrus en entretien, construction et intérêts.

Michel Lizée, économiste du Comité régional intersyndical de Montréal (C.R.I.M.), dans son plaidoyer devant la en août 1976, au cours de l'enquête sur le bien-fondé de la hausse de tarif à la CTCUM, explique: «... on n'aurait qu'à comparer l'ampleur du service rendu par le transport en commun en terme de mobilité assurée à une population captive, de réduction de congestion dans les villes, d'augmentation de densité et d'activités dans les corridors desservis, avec ceux rendus par le transport routier compte tenu des effets du bruit et de la pollution sur le confort des citoyens et la qualité de l'environnement, de la destruction de logements, des déplacements d'usines et de population, pour s'apercevoir que les deux systèmes mériteraient au moins une considération égale de la part des gouvernements supérieurs». La CTCUM eut gain de cause, la preuve des requérants étant jugée insuffisante...

LES EFFETS SONT À DÉMONSTRER

Quant à la question de la pollution atmosphérique causée par l'utilisation massive de l'automobile, ceux qui s'attendent à des révélations de cas de mortalité ou de signes majeurs d'empoisonnements chez les citoyens, seront inévitablement déçus. La situation n'est pas critique ni même alarmante. Est-ce une raison pour négliger tout effort pour améliorer la qualité de l'air? C'est un fait que l'automobile pollue, mais on n'a pu démontrer clairement de conséquences sur la santé de la population. Cependant, comme le soulignaient en 1971 des chercheurs du Service de santé de la communauté urbaine de Montréal (SSCUM), nul ne peut statuer sur les effets à long terme de doses minimales de certains polluants. Et qui peut prétendre avoir analysé les bons paramètres? Tout au plus sait-on qu'un environnement malsain affecte les enfants, les vieillards, ceux qui souffrent de maladies pulmonaires et... les fumeurs! Ce même rapport affirme même ironiquement que le plomb





n'est pas indispensable à la vie et qu'il convient donc de tenter d'en baisser la teneur dans l'air que nous respirons. À titre d'information, voici quelques chiffres et détails susceptibles de parler d'eux-mêmes.

Au Canada, en 1970, 50 pour cent du kilométrage total, soit 75,8 milliards de véhicules-kilomètres (obtenu par l'addition des kilomètres parcourus par chaque voiture), est concentré dans les zones urbaines; les véhicules privés représentent à eux seuls 83,1 pour cent des voyages interurbains et 97,6 pour cent des déplacements intra-urbains. Pas étonnant dès lors que le ministère de l'Environnement attribuait, en 1970, 56,9 pour cent de la pollution atmosphérique globale au Canada aux véhicules moteurs! À la même époque, ce pourcentage atteignait 68 pour cent à Montréal.

Devant ces faits, il devenait urgent que les hautes instances gouvernementales interviennent. On a donc cherché à y remédier, sans toutefois remettre sérieusement en question la cause même des problèmes, c'est-à-dire l'utilisation massive et irrationnelle de l'automobile. Toutes les mesures adoptées ne sont donc que cataplasmes aux degrés variables d'efficacité. Mais, jugez-en vous-mêmes. D'abord, il importe de connaître les principaux agents polluants rejetés lors de l'utilisation du moteur à combustion interne ainsi que le degré de nocivité pour la population.

Le monoxyde de carbone (CO) se classe bon premier, suivi par le plomb, les hydrocarbures (HC), les oxydes d'azote (NO et NO₂, qui peuvent être transformés en ozone par action des rayons solaires) et les particules de carbone. Les hydrocarbures proviennent, outre de la distribution d'essence (5 pour cent de la totalité des HC au Canada), des pertes par évaporation et des gaz d'échappement (64 pour cent). La teneur actuelle n'est cependant pas nocive. Les oxydes d'azote, pour lesquels l'automobile est responsable à 46 pour cent, se maintiennent eux aussi à des niveaux inférieurs aux normes d'acceptabilité canadiennes, qui sont de 210, 100 et 50 parties par milliard pour des expositions respectives d'une heure, 24 heures et un an. À Montréal par exemple, en 1976, à l'intersection des

rues Amherst et Ontario, la moyenne annuelle fut de 35 parties par milliard. Depuis 1970, jamais ces normes ne furent dépassées! Cependant, c'est du plomb et du monoxyde de carbone qu'il faut davantage se méfier.

DU PLOMB POUR LA PUISSANCE

Dans leur rapport sur la pollution atmosphérique par le plomb, les spécialistes du SSCUM indiquent que c'est vers 1925 que l'on commença à utiliser le plomb comme agent anti-détonant dans les essences, nécessité causée par l'augmentation du taux de compression des moteurs (dans le but d'en accroître la puissance). Parallèlement, l'essence a tendance à détoner, d'où perte de puissance et risque de bris du moteur. Deux solutions s'offraient alors: modifier la structure chimique des hydrocarbures de l'essence ou ajouter des composés de plomb, ou les deux à la fois. Les raffineries optèrent pour le plomb, ce qui leur permettait de réaliser des profits substantiels, car on obtenait plus d'essence. Depuis 1925, on a multiplié par 30 la quantité de plomb contenue dans l'essence, pour obtenir des voitures toujours plus puissantes. Résultat: en 1972, sur le territoire de la Communauté urbaine de Montréal, les automobiles consommaient cinq tonnes de plomb par jour, dont près de la moitié était émise dans l'air ambiant sous forme de fines particules, le reste se déposant dans le moteur et le tuyau d'échappement.

La concentration maximum tolérée en milieu industriel est de 200 microgrammes par mètre cube pour une exposition de huit heures, cinq jours par semaine, et est reliée à l'observation d'empoisonnement chez les ouvriers. Le Service de protection de l'environnement estime la concentration de plomb à Montréal, Toronto et Vancouver respectivement à 4,0, 8,4 et 8,2 microgrammes. Les auteurs de ce rapport, A.N. Manson et H.W. Koning, résument ainsi leurs observations: «Ces niveaux élevés de plomb et la variation considérable des échantillons seraient dus à l'usage d'essence contenant du plomb. Les concentrations de plomb seraient suffisamment élevées pour produire des effets physiologiques adverses parmi cette partie de la population qui serait la plus exposée. Pour sa part, le SSCUM dans une publication de 1971 souligne que la concentration du plomb a augmenté depuis 1968, ce qui est reconfirmé par les récentes données de 1976.

Là, il serait bon de s'interroger sur l'état de santé d'ouvriers soumis à de telles concentrations, 50 fois plus élevées que celles observées dans les grandes villes et qui poussèrent les services de santé à entreprendre des études approfondies sur le sujet. En effet, le ministère de la Santé nationale et du Bien-Être social, le Service des affaires sociales et le SSCUM décidèrent d'entreprendre une étude conjointe visant à connaître le



degré d'intoxication de groupe de personnes fortement exposées à la pollution plombifère. 163 chauffeurs de taxi furent donc passés au microscope, révélant ainsi une teneur en plomb dans le sang variant entre 19 et 37 microgrammes par décilitre pour une moyenne arithmétique de 25,8. Or, chez un individu normal, le sang peut contenir entre 15 et 40 microgrammes par décilitre. Il appert donc que malgré des expositions intensives depuis plusieurs années, ce groupe ne semble pas intoxiqué comme les chercheurs le soupçonnaient. Remarquons cependant que le plomb s'accumule peu à peu dans la moelle des os et qu'on n'a pas cherché de ce côté-là, pour des raisons purement techniques et humanitaires. Il aurait fallu passer les 163 chauffeurs sur la table de dissection, pratique peu prisée. Donc, on ne sait toujours rien sur la qualité de leur ossature.

De plus, des études américaines auraient relevé des signes d'intoxication par le plomb chez des enfants et des mères de famille habitant à proximité de voies à trafic intense. Si les automobilistes possèdent les meilleures raisons du monde d'avoir beaucoup de plomb sur la conscience (et ça pèse lourd du plomb), on ose souhaiter un transfert prochain de la conscience à la cervelle et constater des agissements plus rationnels.

SAVOIR OÙ CHERCHER

Autre facteur important, le monoxyde de carbone, principal polluant atmosphérique pour lequel l'automobile est responsable à 95 pour cent. Avez-vous seulement une idée de la teneur en carboxyhémoglobine (CH) de votre sang? Fumeurs s'abstenir! L'hémoglobine du sang a un faible pour le monoxyde de carbone et s'y combine 210 fois plus facilement qu'avec l'oxygène. Il en résulte une diminution en efficacité d'oxygénation de tout l'organisme. Lorsque la quantité de CH augmente dans le sang, les troubles physiques apparaissent.

Une exposition de huit heures à des concentrations de 30 ppm ou d'une heure à 120 ppm produit un niveau constant de carboxyhémoglobine de 5 pour cent. Le plus ordinaire des fumeurs



maintient ce taux entre 5 et 10 pour cent et les effets sont cumulatifs. L'analyse d'échantillons recueillis en 1976 à Montréal par le SSCUM nous apprend que la concentration moyenne mensuelle varie entre 2 et 7 ppm à une intersection à trafic moyen. Or, ces échantillons furent prélevés à 13 mètres du sol et à une dizaine de mètres de la rue. Des études révèlent une perte de 3 à 4 pour cent de la concentration au sol pour chaque mètre de hauteur. Au sol, en s'éloignant de la rue, les concentrations diminuent inversement avec le carré de la distance. Ceci nous permet d'estimer la situation réelle sur le trottoir là où les piétons sont exposés. On obtient ainsi un facteur multiplicatif entre 4 et 8, ce qui porte les concentrations données entre 8 et 56 ppm, soit en moyenne la limite d'acceptabilité définie plus tôt. En 1968, à l'intersection des rues Sainte-Catherine et Université à Montréal, cette moyenne était, au sol, de 27 ppm, avec une valeur maximale de 40 ppm. En 1976, à 7 mètres de hauteur, on retrouve seulement 6 ppm. Une telle concentration signifie, chez un enfant, les effets identiques qu'il aurait connus s'il fumait un paquet de cigarettes par jour! À cette époque, ce rapport sur le CO à Montréal soulignait que ce polluant constituait une menace à la santé publique et on soupçonnait des situations comparables dans d'autres villes québécoises.

DES EFFORTS TIMIDES

C'est à partir de 1973 que les gouvernements canadiens et américains commencent à statuer sur les quantités de polluants dégagées par les véhicules automobiles. Pour pouvoir rencontrer les standards de 1973 et surtout ceux à venir ultérieurement, GM mit sur le marché des voitures équipées de filtres catalytiques pouvant diminuer les quantités de HC, CO et NO. Ces filtres ne peuvent être efficaces avec l'essence ordinaire, car le plomb s'y accumule et en empêche le bon fonctionnement. Les autres fabricants automobiles préférèrent un procédé différent qui consiste en une seconde combustion des gaz à très haute température, avant leur évacuation.

Les normes prévues en 1973 pour 1975 et 1976 auraient eu pour effet d'abaisser les émissions de 90 pour cent de leur teneur en CO, NO et CH. Cela exigeait le procédé à base d'essence sans plomb. Or, ces normes ne furent pas mises en vigueur, en raison des pressions énormes exercées par les fabricants d'automobiles, comme l'a démontré en août dernier le chantage mené par ces derniers en brandissant le spectre du chômage: des milliers d'ouvriers supposément sans emploi à cause de l'impossibilité technique de se conformer aux normes prévues pour 1977. Le gouvernement américain reporta l'application de ces standards à une date ultérieure; du côté canadien, on emboîte le pas, bon gré mal gré. Cette décision compromettait la

réduction de 82 pour cent par rapport aux années 1970-1975, espérée pour 1980. Au Canada, ces normes auront une efficacité relative de 72 pour cent. Aucune exigence à proprement parler concernant les rejets de plomb; seul un faible pourcentage des véhicules requérant l'essence sans plomb. Selon la compagnie Esso, moins de 20 pour cent des ventes totales d'essence sont dues à ce type de carburant. Si toutes les nouvelles voitures étaient équipées de la sorte, les émissions de plomb pourraient être réduites à zéro d'ici une quinzaine d'années. En effet, une étude réalisée par R.C. Polk Co. évalue à 4,7 années l'âge moyen des automobiles au Canada; leur longévité moyenne se situe aux environs de 9,7 années. La quantité de kilomètres parcourus chaque année par une voiture diminue avec l'âge de l'automobile. On peut donc calculer qu'il faudrait encore trois ans avant que 50 pour cent du kilométrage total se fasse sans rejet de plomb, six ans pour atteindre 75 pour cent, plus cinq autres années de patience pour obtenir 96 pour cent. En quinze ans, le plomb passerait à l'histoire ancienne et pourrait servir d'exemple dans les manuels scolaires pour illustrer à nos enfants le manque de civisme des années 1970. Cependant, le plomb étant d'une stabilité naturelle à toute épreuve, nous resteront les poussières de la belle époque, qui contiennent aujourd'hui plusieurs centaines de parties de plomb par million.

Malgré les efforts déjà entrepris, étant donné une population automobile sans cesse croissante, les prévisions rassurantes de 1973 ne tiennent plus. Après la nette baisse accusée depuis 1973, on peut s'attendre à une recrudescence prochaine de la pollution atmosphérique, devant toucher encore plus de Québécois.

Devant ces faits, on ne peut que critiquer les politiques gouvernementales et les solutions qu'elles apportent, car on ne s'attaque pas aux véritables problèmes. Trop souvent sous le couvert d'une technologie encore prématurée, on justifie des actes dictés uniquement par le pouvoir économique, le profit passant loin devant le bien-être d'une population.



UN BRUIT DE FOND DE PLUS EN PLUS ASSOUDIANT

Si on s'habitue aux odeurs dégagées par les automobiles, il suffit cependant de tendre l'oreille et c'est tout autre chose: la nuisance devient palpable. Si notre organisme peut s'accommoder d'un air vicié, il lui est plus difficile d'oublier un environnement acoustiquement envahi. Le bruit peut provoquer différents troubles, d'ordre physiologique et psychique, des simples maux de tête à la névrose et à la dépression. Suivant l'intensité et la durée, il occasionne une dilatation de la pupille suivie de troubles de la vision, dilatation des vaisseaux sanguins, élévation de la pression artérielle et accélération du rythme cardiaque. On évalue à 55 dbA le niveau sonore propre à ces manifestations. Les troubles psychiques, comme on a pu le démontrer en laboratoire varient selon les individus en fonction de leur caractère et de leurs antécédents émotifs.

L'unité utilisée pour quantifier le bruit est le décibel (db). Il s'agit d'une échelle logarithmique comparant l'intensité d'un signal sonore avec le seuil d'audibilité. Pour tenir compte des réactions particulières de l'oreille humaine (les bruits aigus dérangent plus que les sons graves), on préfère pondérer cette échelle, pour obtenir le dbA. Par exemple, il faudra 92 db à 20 hertz pour équivaloir à 25 db émis à 5 000 hertz, les deux correspondant à 40 dbA (soit 40 db à 1 000 hertz).

À Montréal, le service de salubrité et bruit de la ville s'occupe depuis une dizaine d'années à dresser une carte de bruit de fond, afin de mieux connaître la situation et possiblement repérer les principales causes de bruit pour en déduire une stratégie d'action. Les mesures sont faites sur le trottoir à un mètre du sol, en dehors des heures de pointe. La lecture retenue est celle indiquant le niveau de bruit minimal enregistré à un endroit. Cela ne tient donc pas compte des bruits occasionnels, tels que coup de klaxon, passage d'un véhicule lourd, motocyclette, etc. Le bruit de fond est donc le niveau sonore minimal; tout bruit d'intensité inférieure ne pourrait être perçu. Déjà, entre 1967 et 1969, on enregistrait des lectures supérieures à 66 dbA aux carrefours achalandés. Dans le secteur du plateau Mont-Royal et du Mile End, en périphérie du centre-ville, l'intensité moyenne était de 57 dbA. Or, certaines études américaines estiment que le gain annuel en intensité du bruit de fond est de l'ordre du décibel. Même si l'expérience a démontré qu'un bruit dépassant de 10 dbA le bruit de fond est inacceptable, les réglementations sont faibles et difficiles d'application, surtout en ce qui concerne les véhicules automobiles, car il est difficile d'isoler le groupe. Les principales sources de bruit d'une automobile sont le moteur, le système d'admission et de ventilation, les pneus et la tubulure d'échappement.



À grande vitesse, il faut ajouter une contribution supplémentaire provenant du châssis et des turbulences découlant de l'aérodynamique. La tubulure d'échappement fournit à elle seule 82 dbA, le moteur et la ventilation pour environ 75 dbA. L'apport des pneus devient significatif à haute vitesse: à 50 kilomètres à l'heure, le bruit atteint 60 dbA et peut atteindre 75 dbA à 115 kilomètres à l'heure. Il s'agit ici d'opération normale: les courses entre deux feux, les «starts» et autres manifestations sportives ne sont pas encore quantifiés. Avec l'âge de la voiture, le bruit augmente: environ 2 à 3 db après deux ans d'usage, suite à la détérioration du silencieux, de la carrosserie et des amortisseurs.

Comme l'indique Jean Gabriel Migneron, du Service du bruit, la principale cause du bruit en milieu urbain est certes l'automobile. Cependant, ce service ne peut s'y attaquer et on y recherche plutôt des solutions dans l'organisation de l'espace urbain pour un meilleur isolement des sources. Jusqu'à présent, la majeure partie des efforts consacrés à l'automobile visait l'habitacle, pour le confort des passagers. À peu près rien pour l'extérieur du véhicule. Comme le principe du moteur à explosion est à la base du bruit, couplé à la vitesse d'opération, les voitures électriques ou à base d'énergie renouvelable laissent poindre des éléments de réponse. Qui sait, ce mirage technologique n'est peut-être qu'un appât, en vue d'aiguiser le besoin. Toujours l'offre et la demande, qui nous conduira où, cette fois? Mais on peut faire faux bond.

Il serait utopique d'espérer que nous puissions un jour amener nos enfants au musée pour leur montrer à quoi ressemblait une automobile! À moins bien sûr d'une panne sèche à l'échelle mondiale. Malgré tout, l'automobile aura contribué au développement général de notre société et peut continuer à se rendre serviable. Cependant l'excès fut facile et nous en subissons les conséquences: l'automobile est bruyante, polluante, peu sécuritaire pour ses passagers (25 millions de personnes ont péri par l'automobile depuis le début du siècle, alors que les guerres ont fait 23,5 millions de victimes durant la même période). Les

causes sont diverses mais elles ont un dénominateur commun: la soif de profit. La construction de moteurs de plus en plus puissants, une carrosserie de plus en plus fragile, une grande consommation d'essence, la construction de plus en plus de voies rapides, l'aménagement de terrains de stationnement, une publicité moussant les ventes, tout concourt à augmenter le profit des monopoles. Parallèlement, la vie urbaine, et la santé des habitants de la ville, se détériore de même que notre milieu écologique.

On pourrait penser à des solutions douces, comme les véhicules électriques ou au méthane, mais elles n'ont pas encore reçu l'appui nécessaire pour la recherche et la mise en marché. On attend probablement que la prise de conscience écologique moussant la publicité de ces véhicules et, du coup, les rende rentables pour ceux qui les fabriqueront, comme on l'a vu avec la bicyclette: les compagnies automobiles rachètent les manufactures de bicyclettes, délaissant la qualité et augmentant les prix. Alors peut-on penser changer une telle situation si l'on conserve une société basée sur la recherche du profit?

POUR EN LIRE PLUS

M. Boulerice, W. Brabant, Y. Dupuis et R. Allard, *Pollution atmosphérique par le plomb de 1968 à 1971*, Service de santé de la CUM

M. Boulerice et W. Brabant, *Rapport de qualité d'air 1970-1975*, avec supplément de 1976, Service de l'assainissement de l'air, Communauté urbaine de Montréal

Francine Dansereau et Peter Foggin, *Quelques aspects du développement spatial de l'agglomération de Montréal*, INRS-Urbanisation, janvier 1976

Marcel Gaudreau et Marcel Samson, *Appropriation, transformation de l'espace urbain et leurs effets sur le logement*, INRS-Urbanisation, janvier 1975

Jean-François Léonard, *Évolution de l'occupation du sol dans le centre-ville de Montréal et les zones limitrophes*, INRS-Urbanisation, mars 1973

A.N. Manson et H.W. de Koning, *Exploratory Lead Studies in High Traffic Density Areas in Vancouver, Toronto and Montreal*, Environnement Canada, février 1973

Jean Gabriel Migneron, *L'analyse du bruit de fond et son application à la planification urbaine*, Groupe du bruit, service de salubrité et bruit de la Ville de Montréal, février 1971

J.C. Polak, *Effects of Cold Weather on Motor Vehicle Emission*, Service de protection de l'environnement, Environnement Canada (EPS-5-AP-73-2), juin 1974

L'INRS ET L'OCÉANOLOGIE

Le Québec a une vocation maritime que lui confèrent à la fois la longueur de son littoral, la voie unique de navigation que constitue le Saint-Laurent, l'importance relative de la population de son territoire qui dépend de la mer pour sa subsistance, ainsi que les ressources connues ou virtuelles qui lui sont accessibles.

Si la Baltique est essentiellement morte au point de vue biologique et la Méditerranée à un stade avancé de détérioration, il faut comprendre que l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent forment aussi une mer intérieure particulièrement vulnérable.

Conscient de l'importance de l'océanologie pour le Québec et vu le fait que l'océanographie représente un des axes de développement de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), l'INRS a établi en 1972 un centre de recherche, l'INRS-Océanologie, qui possède maintenant, à Rimouski, un laboratoire adéquat dont l'accessibilité est acquise à toute la communauté scientifique du secteur.



Objectifs généraux

Dans le cadre de la mission confiée à l'INRS, l'INRS-Océanologie a comme objectifs généraux:

- de développer la recherche fondamentale orientée, la recherche appliquée et la technologie dans le domaine de l'océanographie côtière;
- d'appliquer l'expérience acquise à la mise en valeur et à la protection des ressources maritimes québécoises;
- d'assurer certains services à l'ensemble des chercheurs québécois en océanographie.

Grâce à des activités de recherche, de formation et de participation communautaire, l'INRS-Océanologie entend poursuivre et atteindre ces objectifs.

La recherche

Les travaux de l'INRS-Océanologie ont jusqu'à maintenant porté sur des priorités québécoises et plus particulièrement sur des problèmes d'océanographie côtière partagés entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée.

En recherche, les activités de l'INRS-Océanologie ont un thème commun: l'aménagement côtier. Cela implique aussi bien l'exploration, l'exploitation que la conservation des ressources. Le tout est fait en collaboration avec les organismes concernés par le développement de l'océanographie.

Programme I: Exploration du milieu marin

Plusieurs secteurs de la recherche océanographique en sont encore au stade de l'accroissement des connaissances, et il existe présentement une disproportion marquée entre l'état des connaissances de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent et les décisions qu'il faudrait prendre concernant les projets de développement.

Ainsi, grâce à des croisières annuelles, entre autres, il est possible d'en savoir plus sur des sujets comme les particules en suspension, la biomasse et la composition biochimique du seston. En outre, des études diverses permettent de mieux connaître les mœurs, la nutrition et l'habitat du zooplancton.

L'INRS-Océanologie s'intéresse ainsi à établir la distribution et l'abondance de l'épifaune benthique dans l'estuaire et le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent. L'inventaire des ressources a également été effectué dans certains secteurs du littoral. Au cours de la dernière année, les chercheurs ont étudié l'influence des conditions physiques sur le développement des populations intertidales dans l'estuaire du Saint-Laurent. Enfin, des études, entre autres, ont porté sur la siltation dans le port de Gros-Cacouna, la dynamique des dépôts de sable littoraux et infra-littoraux dans la région de Trois-Pistoles et l'océanographie physique dans la région de Rimouski.

En plus des études mentionnées ci-haut, l'INRS-Océanologie a réalisé depuis sa création, dans le cadre

de l'exploration du milieu marin, plusieurs autres projets de recherche qui ont permis d'établir une foule de données océanologiques nécessaires pour le Québec.

Programme II: Exploitation des ressources marines

La recherche reliée à l'exploitation des ressources marines est essentiellement commanditée. La participation directe aux projets de développement du Québec, en plus de correspondre à un rôle primordial de l'INRS-Océanologie, permet d'identifier spécifiquement les secteurs de la recherche fondamentale dont le développement est le plus urgent pour assurer une exploitation rationnelle des ressources. La structuration des projets de recherche dans ce secteur «exploitation» reflète les grandes lignes du secteur exploration, mais l'expansion de cette recherche dépend des commandites reçues.

Jusqu'ici, la majorité des études demandées par les commanditaires ont eu trait à des installations portuaires. Ainsi, des projets de recherche ont porté, entre autres, sur l'implantation d'un super-port pétrolier sur la rive sud du Saint-Laurent de même que sur le développement portuaire de Gros-Cacouna (vrac solide) et de celui qui a été prévu par la Société québécoise d'exploration minière (SOQUEM) pour l'exploitation de ses mines de sel aux Iles-de-la-Madeleine.

Afin de mieux connaître l'effet de tels développements sur l'ensemble de l'environnement marin, il est nécessaire que des études se situent au niveau de l'océanographie physique, du potentiel biologique marin, de la faune benthique littorale et des pêcheries.

Il faut aussi mentionner que les chercheurs de l'INRS-Océanologie ont été appelés à effectuer diverses études relatives au développement de la baie de James.

Programme III: Conservation du milieu marin

Ce programme a pour but de développer la recherche dans les secteurs où la qualité de l'environnement naturel est menacée. Il est élaboré pour assurer l'infrastructure nécessaire aux projets reliés aux problèmes de pollution ou de surexploitation du milieu marin ou encore pour permettre de mettre sur pied rapidement des interventions spécifiques pour pallier à des situations d'urgence.

En 1976-1977, ce programme a pris beaucoup d'importance et plusieurs études ont porté sur le transfert des substances polluantes dans le milieu marin. Durant les années antérieures, l'effort de recherche était surtout axé sur des projets relatifs à la pollution causée par des déversements accidentels de mazout et à la diffusion d'eaux usées dans l'estuaire du Saint-Laurent.

Ainsi donc, en regard de la conservation, les chercheurs ont pu étudier dernièrement: la distribution des métaux trace dans le santon de l'estuaire du Saint-Laurent; l'utilisation de la moule bleue comme indicateur du niveau de pollution de l'estuaire maritime et de

la partie nord-ouest du golfe du Saint-Laurent; le rôle du zooplancton dans le transport des métaux trace (cadmium et plomb) en milieu estuarien; le transfert et les effets subléthaux des polluants dans la chaîne alimentaire en milieu estuarien et marin; les effets des émulsions de pétrole brut sur la nutrition et la croissance des copépodes marins; des modèles mathématiques de prévision du gradient de température comme suite à un rejet thermique.

Plusieurs de ces projets ont été réalisés en collaboration avec des chercheurs de l'UQAR.

Le Laboratoire Océanologique de Rimouski

Le Laboratoire Océanologique de Rimouski (LOR), construit sous la responsabilité de l'INRS, a été inauguré officiellement en juin 1977. Le Bureau de régie du LOR est composé des principaux organismes utilisateurs, nommément le Groupe interuniversitaire de la recherche océanographique du Québec (GIROQ), l'UQAR, les universités Laval et McGill, l'INRS et le ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec.

Les chercheurs en océanologie du Québec ont donc maintenant accès à un laboratoire moderne et bien équipé pour leurs travaux de biologie, de chimie, de physique, de géologie, de métrologie, etc. Cette implantation indique que la région de Rimouski est vouée à une mission scientifique particulière en océanologie.

Enseignement

Vu que l'UQAR offre un programme d'enseignement de 2e cycle en océanographie, l'INRS-Océanologie, grâce à une entente, y collabore. Les chercheurs du centre sont surtout impliqués dans la direction de thèses d'étudiants. De plus, l'INRS-Océanologie reçoit des stagiaires d'autres universités québécoises.

Renseignements

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

**Secrétariat général
INRS**

Case postale 7500

Sainte-Foy, Québec G1V 4C7 Tél.: (418) 657-2508



Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique

À QUOI PEUT BIEN SERVIR UN MENHIR?

par Jean-René Roy

Nos ancêtres auraient inscrit dans la pierre
leurs observations des phénomènes célestes



Archéoastronomie ou astroarchéologie, voilà une bizarre collusion entre l'astronomie et l'archéologie. En fait, nous avons affaire à une science plutôt jeune, moins que centenaire, qui cherche à établir et à retrouver quelles techniques nos ancêtres des grandes civilisations pré-colombiennes, égyptiennes, sumériques, hindoues ou néolithiques avaient élaborées pour observer les phénomènes astronomiques. En plus de déchiffrer les textes, les idéogrammes et les hiéroglyphes anciens, les chercheurs sont à l'affût de tout vestige de structures orientées (monolithes, tumulus ou cairns) vers des points significatifs du ciel —généralement près de l'horizon. Ce peut être le couloir d'un temple égyptien ou un cromlech de Bretagne pointant au lever du soleil le jour le plus long de l'année, c'est-à-dire au solstice d'été; le jour le plus court, au solstice d'hiver; ou les jours où le soleil paraît exactement le même nombre d'heures qu'il est absent, c'est-à-dire aux équinoxes du printemps et de l'automne. La littérature sur le sujet, allant d'élucubrations farfelues aux traités rigoureux, abonde dans plusieurs langues. En se limitant à certains types de monuments, tels les mégalithes qu'on retrouve par milliers en Europe, en Afrique et en Asie —habituellement près des régions côtières—, on peut se faire une idée des problèmes qu'essaie de résoudre l'archéoastronomie. Même les Amérindiens ont construit des structures à caractère fort intrigant.

Les monuments mégalithiques, tels ceux de l'Ancien Monde, se divisent en quatre catégories et sont généralement associés à des sépultures: (a) les menhirs, (b) les dolmens, (c) les cromlechs (nom donné aux enceintes plus ou moins circulaires de monolithes verticaux) et (d) les alignements dépendant de la façon dont les pierres sont disposées. Ce sont des régions de la Grande-Bretagne —où Stonehenge est l'exemple le plus connu— et de la France qui rassemblent les sites les plus abondants et les plus variés. Ce n'est pas par hasard qu'Astérix et Obélix sont originaires de la Bretagne.

DES PIERRES QUI VISENT LES ASTRES

Certains monuments mégalithiques semblent en effet orientés vers des points à l'horizon ayant une signification astronomique reliée au mouvement apparent des astres les plus éminents. Ce sont, pour le Soleil, les levers et couchers aux équinoxes et solstices; pour la Lune, les levers et couchers aux positions extrêmes du cycle de 18,6 années dû à l'évolution du plan orbital lunaire autour de la Terre; pour les étoiles, les levers héliques, c'est-à-dire apparitions pour quelques minutes avant le lever du Soleil d'étoiles brillantes dans le ciel de l'aurore. Enfin, pour les planètes, dont les mouvements ont dû apparaître fort complexes à nos ancêtres, peu d'alignements possibles ont été considérés.

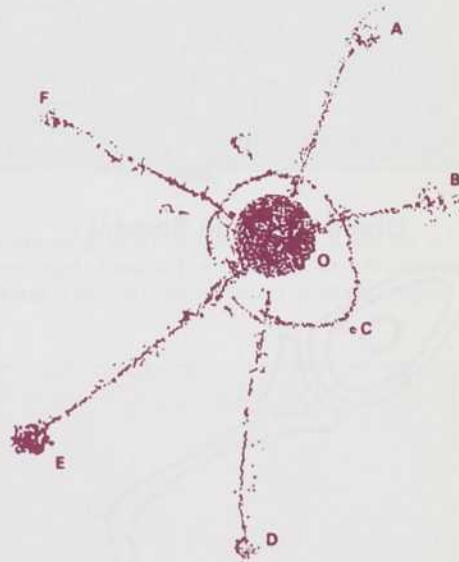
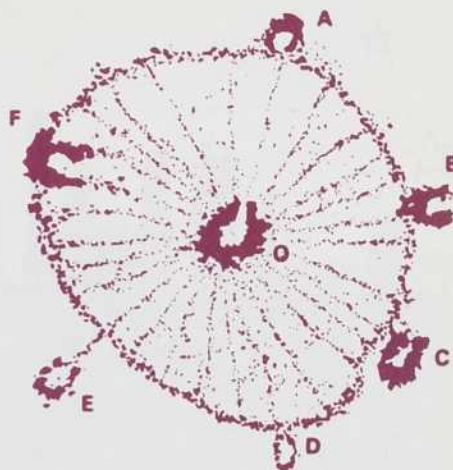
En principe, ces orientations n'ont rien d'inusité. On retrouve par le monde de telles évidences. Les cathédrales médiévales et plusieurs églises, ici même au Québec, sont orientées de sorte à faire face au Soleil à l'équinoxe ou le jour de la fête du patron de l'église. Cet exemple familier indique clairement qu'un édifice à but religieux et social n'est pas nécessairement incompatible avec quelques éléments d'astronomie.

Plusieurs édifices à structure intrigante existent dans l'Égypte des Pharaons et l'Amérique pré-colombienne; des hypothèses abracadabrantes ont fait fureur à leur sujet. On retrouve des alignements dans un endroit aussi isolé que l'île de Pâques, au cœur du Pacifique, où certains grands *ahu moai* —immenses plates-formes de pierres précisément taillées et montées par des rangées de statues à l'aspect sévère— sont orientés pour faire face aux levers ou couchers du Soleil à l'équinoxe (ou au solstice).

LES AMÉRINDIENS COSMOGRAPHES

Les deux Amériques ont vu se succéder des peuples qui manifestèrent un grand intérêt pour les phénomènes célestes. Quoique les travaux des Mayas aient été les plus avancés et demeurent les mieux connus, ceux des Indiens des régions plus au nord font aujourd'hui l'objet de maintes investigations. Par exemple, John Eddy, de l'Université du Colorado, a récemment montré comment les fameuses structures circulaires des plaines de l'Ouest, appelées «medicine wheels», ont leurs cairns ou tumulus de pierre orientés vers des points définis de l'horizon; ces derniers correspondent aux levers du Soleil à des instants donnés dans l'année et aussi aux positions de lever hélique d'étoiles brillantes telles Aldébaran, Rigel et Sirius. Près de 50 «medicine wheels» ont été identifiés tant dans l'Ouest canadien qu'américain; les plus anciens datent d'il y a environ 4 500 ans.

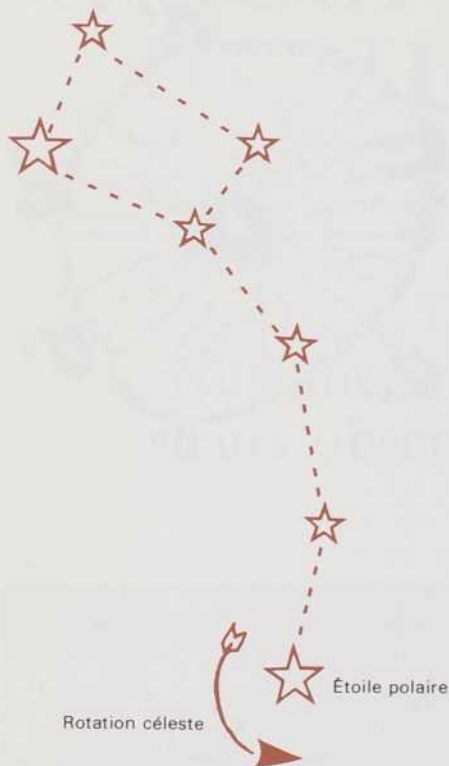
D'autres évidences corroborent cette conscience des phénomènes astronomiques. À l'aube du 4 juillet de l'an 1054, des astronomes chinois et japonais observèrent une nouvelle étoile, très brillante au sud-est de Thien-Kuan; cette constellation chinoise correspond approximativement à notre constellation du Taureau. L'objet était une supernova, une étoile ayant explosé à 6 000 années-lumières de la Terre; les gaz éparpillés de la nébuleuse du Crabe en forment aujourd'hui le vestige. Plusieurs pictogrammes incrustés dans le roc traduisent peut-être les positions respectives de la Lune et de la supernova, observées dans le sud-ouest américain à l'aube du 5 juillet il y a plus de neuf siècles. Si cette interprétation s'avérait correcte, l'acuité de la perception des phénomènes astronomiques des Amérindiens serait une fois de plus brillamment établie. Toutefois, des archéologues insistent avec



Connaissances astronomiques et amérindiennes

Les «medicine wheels» des Amérindiens des plaines de l'Ouest des Amériques sont de simples réseaux aménagés sur le sol à l'aide des pierres environnantes. Leurs dimensions varient de six à quelques centaines de mètres de diamètre. Les plus intéressants possèdent des monticules de roches ou cairns en leur centre et autour. Quoique distantes de plus de 1 000 kilomètres et de 1 000 ans dans le temps (à gauche Mont Big Horn, Wyoming, 1 400 à 1 700 ans avant Jésus-Christ; à droite Mont Moose, Saskatchewan, environ 100 à 300 ans avant Jésus-Christ), ces structures ont leurs cairns orientés de la même façon. Les centres des cairns EO pointent vers le lever du Soleil au solstice d'été; FA vers le lever hélique de l'étoile Aldébaran; FB vers le lever hélique de l'étoile Rigel et OC vers le lever hélique de l'étoile Sirius.

Petite Ourse



Grand Tertre du Serpent



Plus qu'une coïncidence?

Comme le suggérait T.M. Cowan, professeur à l'Université de l'État du Kansas, qui a fait beaucoup de recherche en archéoastronomie, on observe une grande similarité entre le Grand Tertre du Serpent, en Ohio aux États-Unis, et la constellation de la Petite Ourse.

raison qu'il est aussi probable que ces mêmes pictogrammes représentent la Lune et Vénus en conjonction.

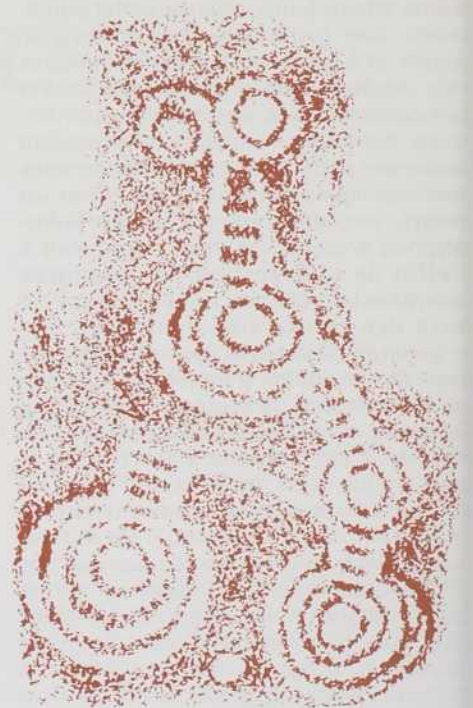
Un autre exemple souvent cité a trait à la constellation de la Petite Ourse associée au pôle nord céleste. Malgré la faible intensité de ses étoiles, l'association de cette constellation avec l'Étoile Polaire en fait un des groupes d'étoiles les mieux connus. Il serait étonnant que la Petite Ourse n'ait pas été enregistrée d'une façon ou d'une autre par tous les peuples primitifs de l'hémisphère nord. Ainsi, il est frappant de constater la similitude étonnante entre le Grand Tertre du Serpent en Ohio, aux États-Unis, et les étoiles de la Petite Ourse.

Malgré toutes les assertions plus ou moins fondées, il demeure difficile d'établir que certaines orientations de mégalithes, par exemple, furent incorporées intentionnellement par leurs constructeurs. Ces orientations sont-elles le résultat du hasard? Le nombre d'orientations possibles en combinant un nombre N de mégalithes est de $N(N-1)$; évidemment une trentaine de mégalithes aux contours grossiers permet de couvrir une large fraction de l'horizon. Et si les orientations furent délibérées, pourquoi les a-t-on faites? Au-delà des possibilités, il faut chercher le vraisemblable.

L'EUROPE DE L'ÂGE DE PIERRE

Avant de pousser plus à fond notre évaluation, étudions un cas type de monument mégalithique. Les plus grandes concentrations de mégalithes se retrouvent en France (Bretagne) et en Grande-Bretagne. Parmi les monuments les plus impressionnants, on remarque les «hengés», les cromlechs et les alignements. Les «hengés» (du vieil anglais «hengen» — *to hang* qui signifie accrocher) sont ainsi nommés d'après les pierres horizontales servant de linteaux qui, à Stonehenge, relient les monolithes verticaux. Un caractère distinctif des «hengés» est qu'ils sont ceinturés d'un talus d'environ cent mètres de diamètre; le côté face à la paroi intérieure du talus est creusé, ce qui en élimine tout caractère défensif. Stonehenge dans le sud de l'Angleterre, représente sûrement le plus spectaculaire des «hengés».

Pour trouver l'archétype des cromlechs et alignements, il faut s'aventurer sur ce merveilleux archipel des Hébrides, proche des côtes du nord-ouest de l'Écosse. C'est là, à Callanish, Lewis, 300 kilomètres au nord-ouest de Glasgow, qu'on trouve l'exemple idéal. Sur le sommet plat légèrement incliné vers le nord d'une colline proche de la mer (Loch Roag), l'homme du Néolithique éleva le principal des cinq monuments de la région de Callanish. Cinquante-deux menhirs formant le cromlech central, les bras et l'avenue se dressent vers le ciel comme les ossements pétrifiés d'un gigantesque dinosaure. À l'origine, il y avait probablement plus de 75 monolithes; une trentaine furent emportés ou



D'autres énigmes à résoudre

En plusieurs sites mégalithiques, on retrouve des pétroglyphes aux formes intrigantes ornant certains monolithes. On observe ainsi à Knock, Wigtownshire (Grande-Bretagne) une belle spirale et sur la pierre Panorama d'Ilkley (Grande-Bretagne) cet étrange dessin propre à nous faire rêver.

enfouis dans la tourbe environnante.

Aujourd'hui, plus de 3 500 ans après leur érection, 19 pierres se détachent du cromlech central pour former les deux bras parallèles de la grande avenue; d'une longueur d'environ 90 mètres, elle est orientée 10° à l'est du nord géographique, vers le point où se levait l'étoile Capella vers 1500 avant Jésus-Christ. Treize monolithes forment le cromlech central de plus de 11 mètres de diamètre autour d'un grand monolithe central de 4,75 mètres de haut; ce dernier flanque le tombeau d'une ancienne sépulture. Cinq autres monolithes, orientés presque exactement nord-sud, s'alignent sur une longueur de 30 mètres au sud du cromlech central. Enfin un bras ouest de quatre menhirs pointe vers la position du lever du Soleil à l'équinoxe, tandis que le bras est semble référer à des positions de levers et couchers de la Lune.

LES DRUIDES EN AVANCE SUR COPERNIC

Il est naturel à l'homme d'être émerveillé par le ciel étoilé et d'allier des observations des astres à la divination pour dégager l'influence possible de ces derniers sur sa destinée. Ce double rôle fut plus tard, sinon à l'époque des constructeurs de mégalithes, celui des Druides —ces anciens prêtres celtes qui cueillaient annuellement le gui sacré, comme le savent tous les lecteurs d'Astérix. On retrouve dans l'ouvrage *De Facie et Orbe Lunae* de Plutarque (46-120 après Jésus-Christ) ce passage frappant: «Les Druides célèbrent la fête de Saturne tous les 30 ans, parce qu'ils prétendent que Saturne met 30 années pour parcourir son orbite autour du Soleil». Pour avoir postulé une orbite *autour* du Soleil, sans mentionner le calcul presque exact de sa durée —qui est de 29,46 années—, les Druides étaient plus de 1 500 ans en avance sur Copernic. Mais d'où les Druides tenaient-ils cette connaissance sinon de leurs ancêtres mégalithiques?

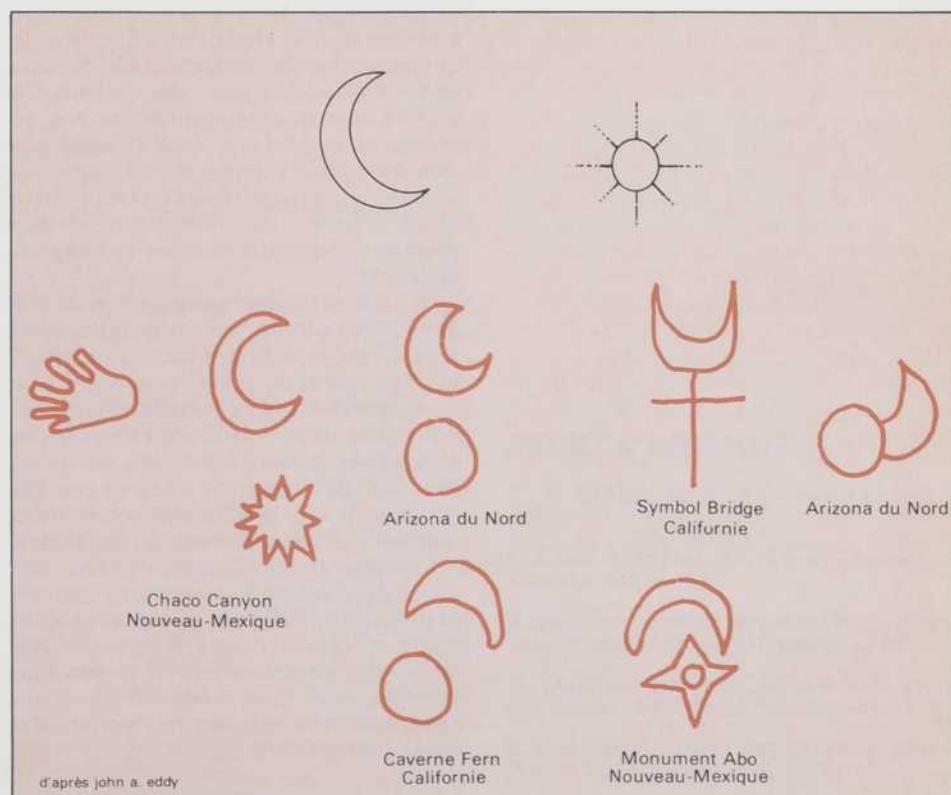
EN SUIVANT LE SOLEIL ET LA LUNE

Étant donné l'inclinaison de $23,5^\circ$ de l'axe de rotation de la Terre par rapport au plan orbital autour du Soleil, ce dernier se lève et se couche à une position qui varie constamment au cours de l'année. Il y a trois positions clés: (a) lever (ou coucher) à l'azimut le plus au nord correspondant au solstice d'été, ou jour le plus long de l'année; (b) lever à l'azimut le plus au sud correspondant au solstice d'hiver, ou jour le plus court de l'année; (c) lever au point où les heures de Soleil égalent celles où il est absent, c'est-à-dire aux équinoxes du printemps et de l'automne. Avec les positions correspondantes des couchers, le constructeur mégalithique possédait donc six lignes solaires: on retrouve ces orientations à Callanish et ailleurs.



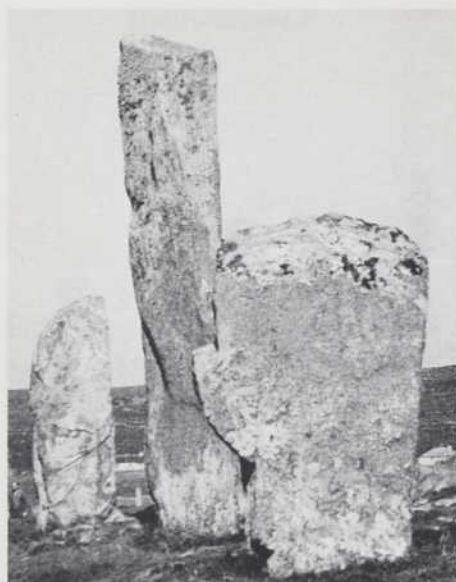
Un doute plane

Quand on regarde vers le sud à partir de l'avenue du grand monument de Callanish, on distingue le monticule qui obstrue l'horizon sud, mettant en doute le caractère intentionnel de l'orientation. Les trois monolithes à droite font partie du bras est, aligné vers le lever du Soleil aux équinoxes.



Une histoire gravée sur la pierre

Le 5 juillet 1054, de grand matin, c'est dans ces positions que la Lune et la supernova dans la constellation du Taureau apparaissaient dans l'ouest des Amériques. Des dessins pictographiques et des pétroglyphes retrouvés dans des sites du Sud-Ouest américain habités durant le 11^{ème} siècle pourraient se rapporter à cet événement.



I. van de Vliet

Un travail d'hercule

Le grand monolithe central à Callanish ne pèserait pas plus de cinq tonnes et il aurait suffi de vingt hommes pour déplacer et installer le menhir; une tâche minime en regard de celle qu'ont dû nécessiter les 360 tonnes du grand menhir brisé Er Grah en Bretagne.

Dans le cas de la Lune, la précession du plan de l'orbite lunaire (incliné par rapport à l'équateur terrestre d'environ $5,7^\circ$) avec une période de 18,6 années rend plus complexe le comportement des levers et couchers de la Lune. Pour chacune des six positions du Soleil, la Lune couvre tout un éventail de positions oscillant de 6° de part et d'autre de celles-là sur une période de 18,6 années. Or, il semble que ce soit sur les *extrema* de ces positions que s'alignent les mégalithes; nous avons donc 12 lignes lunaires. Notons au passage que lorsque la pleine Lune se lève à l'opposé du Soleil couchant, une éclipse de la Lune est possible. Une éclipse du Soleil peut aussi se produire 15 jours plus tard. Quoique cette dernière prédiction exige une précision qui semble au-delà des possibilités d'observation par mégalithes, on peut supposer qu'avec un peu de chance nos ancêtres de l'âge de pierre aient été en mesure de prédire certaines éclipses.

Parce qu'elle est à peine $1,3^\circ$ au sud du cercle arctique lunaire, la latitude de Callanish revêt un intérêt spécial; la pleine Lune du solstice d'été s'élève à peine d'un degré au-dessus de l'horizon chaque 18-19 années. En 1964, l'astronome américain G.S. Hawkins (auteur du célèbre livre *Stonehenge Decoded*) fit remarquer que les mégalithes de l'avenue pointaient à l'horizon où se couchait la Lune à son *extremum* sud du solstice d'été.

Cependant deux facteurs mettent en doute le caractère intentionnel de ces orientations. Tout d'abord, l'avenue s'étend sur le flanc nord incliné de quelques degrés de sorte que l'horizon sud —vu de l'avenue— est obstrué. De plus, un gros affleurement de roc se dresse au sud du cromlech de sorte que ce n'est qu'en se tenant sur ce monticule —avec les mégalithes derrière soi— qu'on réussit à apercevoir un horizon dégagé où apparaissent les montagnes de Harris.

Il faut respecter quelques principes dans l'évaluation des orientations de mégalithes. Il doit être possible d'effectuer les visées en ayant bien en vue tous les mégalithes qui se vent de références. Pour des observations précises, les mégalithes doivent viser des points de mire sur des horizons distants (un îlot lointain ou une brèche appropriée dans une colline). Les orientations nécessitant les centres (non indiqués) de cromlech sont inapplicables à cause de leur grande imprécision. Affirmer l'impraticabilité d'une orientation n'est pas dénier qu'elle ait pu être intentionnelle; sa raison a pu être religieuse. L'association de plusieurs sites avec des sépultures favorise une telle interprétation.

UN CALENDRIER DE PIERRE

Même si nous nous persuadions que les orientations des mégalithes furent délibérément astronomiques, il nous restera toujours à déterminer à quelle fin elles

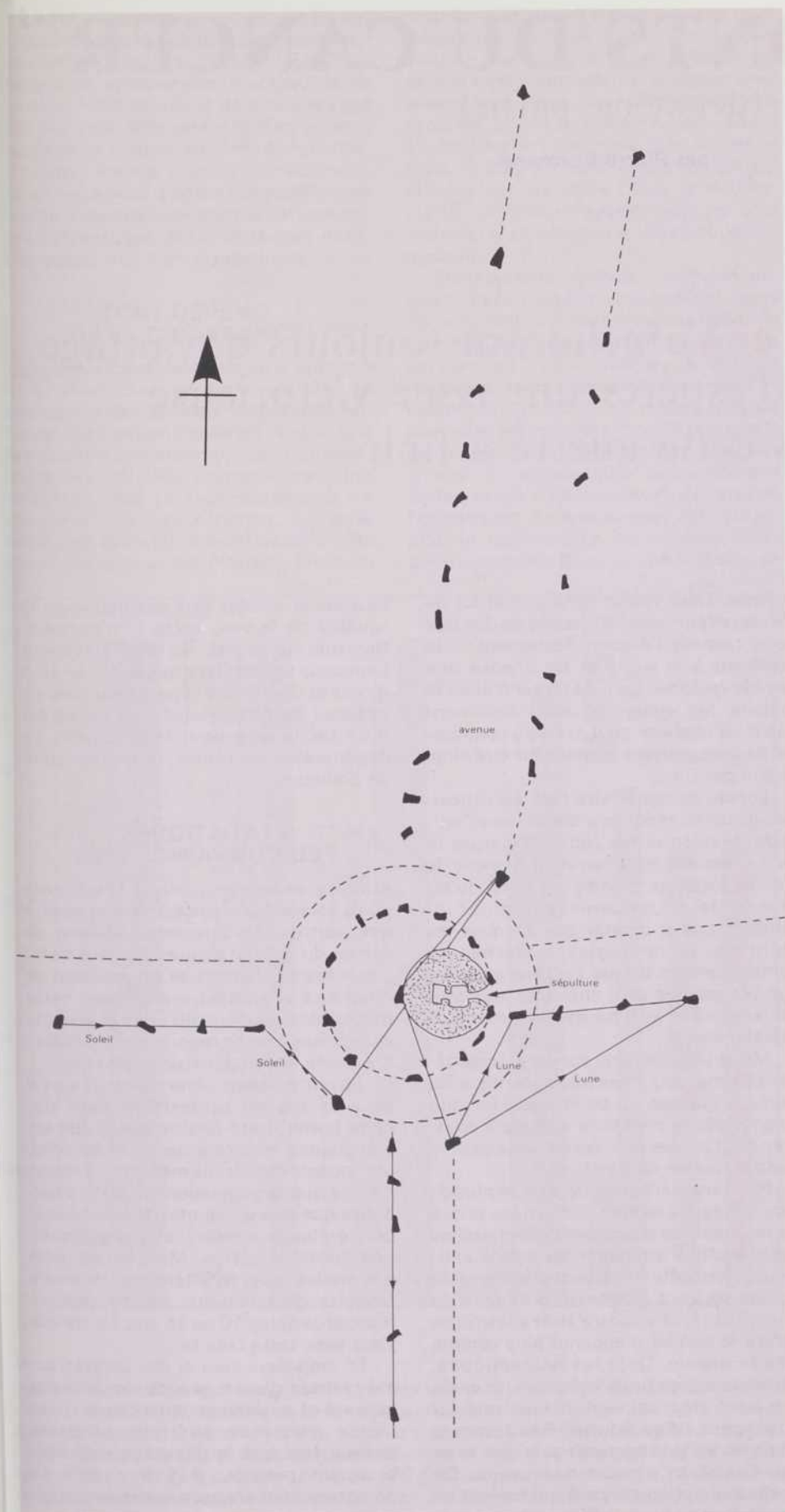
servirent leurs constructeurs. L'explication la plus répandue est que les lignes solaires servaient de calendrier. L'utilité d'un calendrier pour une société agricole primitive fait peu de doute. Le grand nombre de lignes solsticiales suggère une utilisation délibérée des points solsticiaux. Les communautés néolithiques avaient donc une conscience —peut-être rituelle, possiblement utilisée dans leurs travaux agricoles— des changements dans la position du lever et du coucher du Soleil durant l'année; elles en faisaient une utilisation directe dans la construction de leurs tombes et de leurs temples. On ne prouverait certainement pas l'existence d'une culture jouissant d'une préconception sophistiquée de l'astronomie scientifique.

On a quelques fois suggéré que les lignes lunaires servaient à prédire les éclipses. Tout d'abord la présence d'orientations pour les positions extrêmes seulement milite contre un rôle pratique. De plus, l'absence d'évidences satisfaisantes d'orientations précises réunit les difficultés d'ordre astronomique et archéologique pour ébranler cette hypothèse; car la prédiction d'éclipses nécessiterait l'accumulation de données précises pendant plus de deux siècles. Avec raison, les archéologues s'interrogent pour expliquer comment ces données auraient été gardées ou transmises, alors qu'on n'a trouvé à date aucune évidence de celles-ci.

Quelques remarques sont de mise concernant les orientations stellaires. En premier lieu se dresse la difficulté évidente d'observer les étoiles près de l'horizon à cause de l'absorption atmosphérique; seulement une demi-douzaine d'étoiles des plus brillantes peuvent être observées émergeant à l'horizon dans des conditions idéales. De plus à cause de la précession de l'axe de rotation de la Terre avec une période de 26 000 ans, diverses étoiles brillantes se trouvent en lignes avec les mégalithes avec le passage des siècles. La probabilité dans n'importe quel siècle d'un alignement au hasard avec l'une des 45 étoiles les plus brillantes est d'environ dix pour cent. Par conséquent, des alignements stellaires apparaissent inévitables sur une période de 1 000 ans. Il est donc crucial de déterminer l'âge des monuments mégalithiques avec moins de quelques siècles d'erreur pour éviter cette confusion.

SCIENCE OU ROMANTISME?

Les constructeurs mégalithiques avaient certaines conceptions astronomiques; cependant celles-ci étaient subordonnées à d'autres, de nature religieuse par exemple. On imagine que des gens navigant le long des côtes de l'Europe occidentale, aient pu se référer aux astres en termes de visées vers l'horizon, alors que les civilisations de la Mésopotamie s'occupaient plus étroitement des phénomènes synodiques (relatifs à la



Un plan d'un site mégalithique

52 menhirs forment le cromlech central du site de Callanish (Lewis, Écosse). À l'origine, il y avait probablement plus de 75 monolithes; une trentaine furent emportés ou enfouis dans la tourbe environnante.

conjonction d'astres, c'est-à-dire rencontre de 2 planètes dans une ligne droite, par rapport à un point de la Terre).

D'autre part, il serait trop facile — à partir de nos connaissances en mécanique céleste — d'imputer à nos ancêtres préhistoriques une perception des phénomènes naturels n'appartenant qu'à nous seuls. On ne peut finalement rejeter l'explication religieuse. On ne cesse de s'interroger sur l'utilisation de milliers de dolmens et de cromlechs comme cimetières, et sur les multiples sépultures incinérées réunies dans des cercles de fosses, formant de véritables nécropoles miniatures. Comme l'indiquait l'archéologue britannique R.J.C. Atkinson, il faut se garder d'afficher «une volonté presque obsessionnelle d'interpréter Stonehenge uniquement en termes «pratiques» ou «scientifiques»; on ne peut ignorer la probabilité que ce monument ait pu servir plusieurs fins à la fois. Nous seuls considérerions ces fins comme séparables ou contradictoires; même si nous connaissions plusieurs de celles-ci, nous les trouverions en fait impossibles à comprendre. Les distinctions que nous faisons entre le rationnel et l'irrationnel, le pratique et l'inutile, ou entre religion et science ne sont que les expressions d'un univers discursif qui est essentiellement inapplicable au contexte préhistorique. Imposer cet univers discursif à nos ancêtres lointains c'est rejeter l'histoire, et travestir la préhistoire avec nous-mêmes.»

POUR EN LIRE PLUS

R.J.C. Atkinson, *Stonehenge*, Pelican, London, 1960

F. Aveni, *Archaeoastronomy in Pre-Columbian America*, Austin, 1975

A. Burl, *The Stone Circles of the British Isles*, Yale University Press, 410 pages, 1976

G. Charrière, *Stonehenge, une calculatrice néolithique*, dans *Revue archéologique*, 1964

E. Haddingham, *Circles and Standing Stones*, Walker and Co., New York, 1975

G.S. Hawkins, en collaboration avec J.B. White, *Stonehenge Decoded*, Delta, New York, 1965

S. Mitton, *Les astronomes mégalithiques*, dans la revue *La Recherche*, vol. 34, pp. 437-444, 1973

LES FRONTS DU CANCER

(deuxième partie)

par Pierre Sormany

Les armes anti-cancer s'améliorant toujours davantage, il est permis d'espérer une issue victorieuse dans cette guerre à finir

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

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

Lorsque Dieu voulut éprouver la foi de son serviteur, selon l'histoire de Job que nous raconte l'Ancien Testament, il le conduisit à la ruine et lui imposa une terrible maladie. Loin de tenter d'aider le malade, les «amis» de Job n'hésitaient pas à lui rappeler qu'il avait dû commettre de bien grandes fautes pour être ainsi châtié par Dieu.

Lorsqu'ils ont à faire face au cancer, beaucoup de médecins ont un peu l'attitude des «amis de Job»... Puisque le cancer est une maladie reliée au mode de vie, la lutte ne devrait se faire qu'au niveau de cet assainissement. Et on n'hésite pas à ajouter que la mise au point des technologies modernes de soins intensifs est de l'argent gaspillé, que les progrès sont illusoires, que tout traitement est, au fond, de l'acharnement thérapeutique.

Mis à part certains cancers, considérés comme peu meurtriers (cancers du sein, de l'utérus ou de la peau) lorsque soignés tôt, la meilleure attitude à prendre, en d'autres cas, serait de laisser le malade mourir en paix!

Pourtant, parce que de plus en plus de cancérologues se sont «acharnés», et que de plus en plus d'équipes de recherches ont cherché à améliorer les armes anti-cancer, fort lentement, certes, en donnant le plus souvent l'impression de faire du «sur place», la victoire thérapeutique contre le cancer n'apparaît plus comme très lointaine. Déjà les leucémiques, autrefois condamnés en quelques mois, survivent très souvent à leur mal, et atteignent l'âge adulte. Des femmes atteintes au sein trouvent guérison sans que l'ablation ne soit nécessaire. De nombreux autres cancers qui tuaient en moins d'un an jusqu'à 80 ou 90 pour cent de leurs victimes offrent aujourd'hui un espoir de survie de plus de 5 ans pour 50 à 90 pour cent d'entre elles.

À ces progrès statistiques certains, il

faut aussi ajouter une évaluation de la «qualité de la vie», après le traitement. Bien que sur ce plan, les résultats varient beaucoup selon le type de cancer, on peut d'ores et déjà dire que pour beaucoup de victimes de cette maladie, la survie est plus facile que pour les victimes de dégénérescence rénale, de greffes, voire de diabète.

STATISTIQUES PEU CONVAINCANTES

Malheureusement, aussi fascinants qu'ils soient, les résultats ne sont encore que partiels. Qu'une dame atteinte de cancer du sein ait aujourd'hui plus de 80 pour cent de chances de survivre plus de cinq ans n'empêchera jamais cette malade de considérer qu'elle a près d'une chance sur cinq de mourir avant ce délai. C'est une question de point de vue!

En outre, même cette notion de survie de cinq ans est contestable. Bien sûr, cette borne a été choisie parce que les statistiques montrent qu'après ce délai, les anciens cancéreux meurent au même rythme que la population normale, c'est-à-dire que leur ancienne maladie ne leur donne plus à craindre, statistiquement, une mortalité accrue. Mais il n'en reste pas moins que la littérature médicale rapporte de nombreux cas de cancers réapparus après 10 ou 15 ans. Le malade vivra avec cette crainte...

En troisième lieu, si des progrès ont été réalisés dans la grande majorité des cancers et si, dans certains cas, on peut même parler de guérison probable chaque fois que le dépistage est suffisamment précoce, il y a encore de nombreux cancers qui tuent irrévocablement en moins d'un an, sauf en de très rares occasions.

En somme, vu sous un angle statistique, le problème du cancer recule lentement mais sûrement. Vu sous un angle

humain, il demeure entier, et le demeurera aussi longtemps que le pronostic se révélera aléatoire. Et ce fut toujours là la grande épreuve des thérapeutes du cancer. Alors que dans de très rares cas (un sur cent mille environ), des cancers avancés se mettent soudain à régresser, d'autres cancers, décelés précocement, et en apparence à peine perceptibles, se révèlent dangereusement envahissants, les métastases étant déjà fort nombreuses et trop bien disséminées.

TOUT DÉPEND DE LA CROISSANCE

Longtemps considérée comme anarchique, sournoise et imprévisible, la croissance des cancers a toutefois fait l'objet d'un certain nombre d'études dont les résultats sont étonnants. Individuellement, les cellules « transformées » (ou néoplasiques) se reproduisent à un rythme à peu près constant, qui varie entre trois et dix jours selon les différents tissus d'origine et les différents types de

mutations subies. S'il en était ainsi pour toutes les cellules d'une tumeur, le volume de celle-ci s'accroîtrait de manière exponentielle: en admettant par exemple un temps de doublement d'une semaine, la cellule initiale aurait généré 16 cellules en un mois, 256 en deux mois, 8 200 en trois mois, et déjà 67 millions en six mois (26ième doublement). Le cancer serait toujours une maladie envahissante à développement explosif.

Dans les faits toutefois, si les premiers jours d'une tumeur ressemblent sans doute à cette relation exponentielle, de nombreuses cellules cancéreuses ne parviennent pas à survivre à de trop rapides divisions: elles ne trouvent plus l'alimentation sanguine nécessaire, ou bien elles sont privées, dans le processus de reproduction, de certaines enzymes vitales, ou encore elles succombent à l'attaque des mécanismes de défense de l'organisme. Plus la tumeur est grosse, plus le pourcentage de cellules mort-nées augmente, de sorte que le temps de

doublement se rallonge peu à peu.

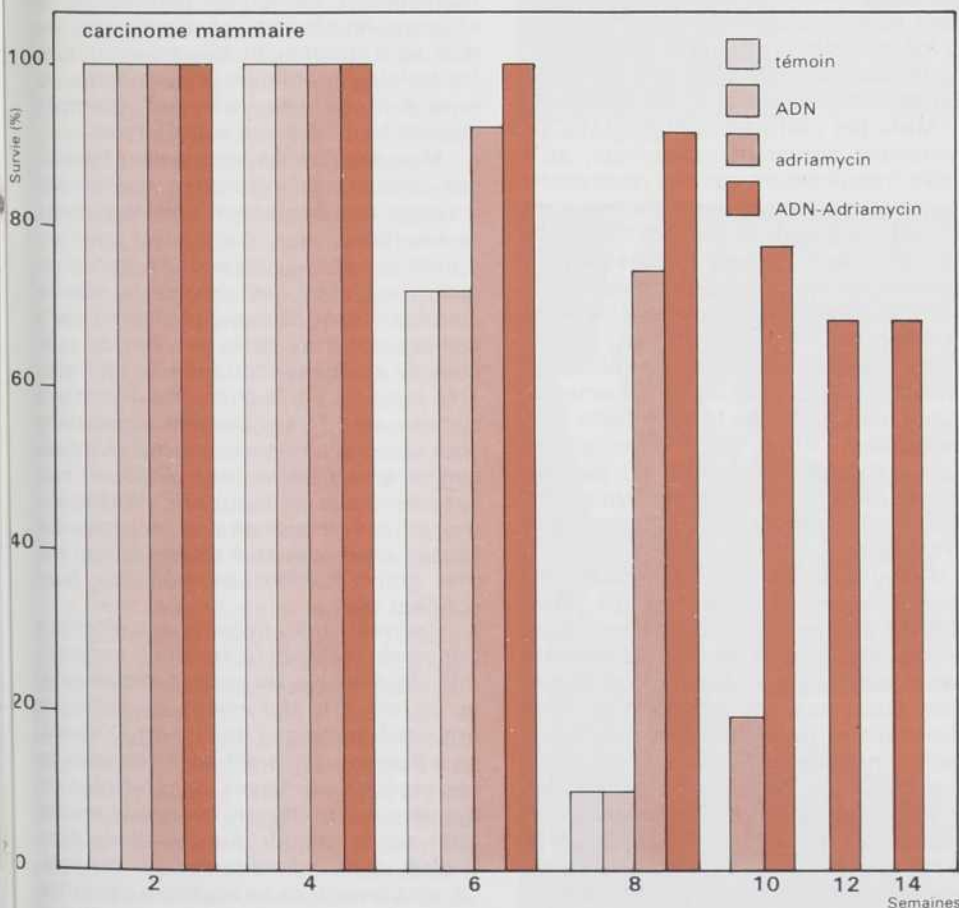
En général, les organes fortement irrigués de sang (le poumon, par exemple) auront des tumeurs dont le temps de doublement sera relativement court (de 50 à 60 jours, par exemple), alors que d'autres régions du corps (la peau pour n'en citer qu'un cas) donneront prise à des cancers à progression beaucoup plus lente (100 à 400 jours). Mais ce principe n'est pas absolu et peut varier fortement d'un individu à un autre.

Ces données, quoique théoriques, sont fort importantes dans le traitement et le pronostic de survie à un cancer. Plus la croissance d'une tumeur est rapide, plus les métastases risquent d'être nombreuses et d'apparaître tôt. Ainsi, un individu traité pour un cancer explosif peut s'estimer guéri si, un ou deux ans plus tard, aucune métastase ne s'est manifestée. Par contre, un autre patient, victime d'un cancer à progression très lente, ne pourra s'estimer à l'abri des métastases que beaucoup plus tard. Mais rassurons-le, les traitements à long terme (comme la chimiothérapie, notamment) sont beaucoup plus efficaces contre les tumeurs tranquilles, de sorte que, même s'il doit vivre plus longtemps dans la crainte, ses chances de survie sont aussi plus grandes.

Enfin, dernier élément à souligner avant d'aborder les traitements eux-mêmes, un cancer n'est observable que lorsqu'il dépasse le seuil des quelques centaines de milliers de cellules pour les tissus de surface, ou du milliard de cellules (un centimètre de diamètre) pour les tissus profonds. Ces chiffres correspondent respectivement au 20ième et au 30ième doublement. C'est donc dire qu'au moment où on le décelé, un cancer est déjà « vieux », et qu'il est illusoire de croire qu'un tel foyer néoplasique n'aura pas déjà essaimé. Exception faite des cancers décelés « accidentellement » ou par des tests cytologiques (comme les frottis utérins, utilisés pour le dépistage précoce des cancers du col, ou certains prélèvements pulmonaires chez les victimes de bronchites chroniques exposés à des cancérogènes notables), le thérapeute doit toujours prendre pour acquis que le cancer qu'il traite a déjà fait, çà et là, des métastases qu'il doit aussi combattre...

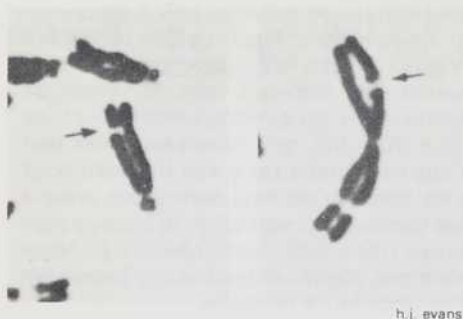
LE COUP DE POUCE DU BISTOURI

Dans cette optique, la chirurgie, qui consiste en l'ablation pure et simple du foyer cancéreux principal, apparaît comme une arme bien insuffisante. Malgré tout, pratiquée depuis près de deux siècles, la chirurgie du cancer demeure l'arme primordiale. Exception faite de certaines tumeurs particulièrement radiosensibles, qu'on peut traiter uniquement avec des radiations, l'excérèse demeure nécessaire: la tumeur enlevée ne pourra plus produire de métastases, et les mécanismes de défense de l'organ-



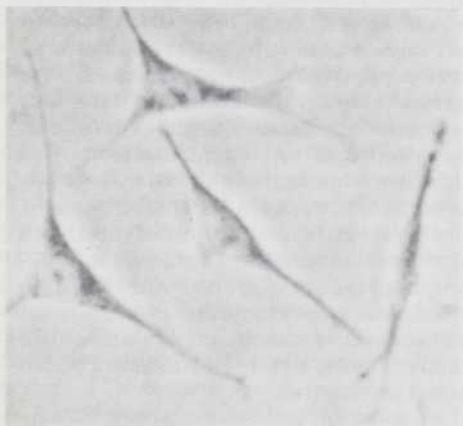
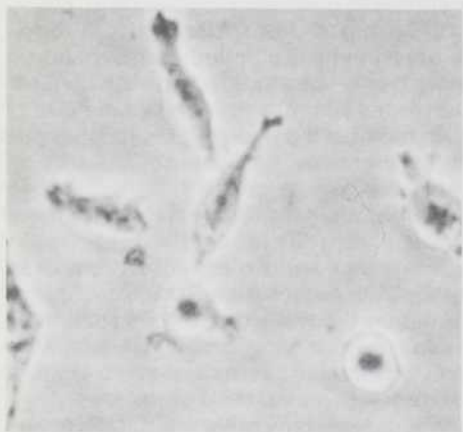
Du nouveau

Michel Pagé et Annette Huot, poursuivant des recherches à l'Hôtel-Dieu de Québec, ont expérimenté un nouveau traitement chimique sur des souris atteintes d'un cancer du sein. Ce nouveau traitement utilise aussi la substance antiméiotique adriamycin, mais cette fois liée à de l'ADN. Comme nous le montre ce graphique indiquant la survie chez les animaux traités à l'adriamycin-ADN (70 pour cent de survie après 12 semaines), comparativement à la survie observée chez les animaux non traités (0 pour cent de survie après 7 semaines) et ceux auxquels on a administré seulement de l'adriamycin (0 pour cent après 10 semaines), les résultats sont très prometteurs. Les concentrations utilisées correspondent à celles qu'on emploierait avec les humains en tenant compte du poids. Les effets secondaires liés au complexe adriamycin-ADN sont inférieurs à ceux que l'on rencontre normalement avec les traitements conventionnels.



Frapper directement le noyau

Les radiations peuvent endommager les chromosomes et, par conséquent, le matériel génétique. Les cellules normales sont équipées de mécanismes pour réparer ces brisures, mais chez les cellules cancéreuses, qui se multiplient trop rapidement, ces réparations n'ont pas le temps de se produire avant la division, et les cellules filles ne peuvent survivre.



Les hormones en jeu

Les fibroblastes transformés, c'est-à-dire devenus cellules cancéreuses, se caractérisent, entre autres, par leur forme ronde et, lorsque mis en culture, leur faible adhésion au substrat. Traités avec du Bt₂cAMP, substance jouant le rôle d'intermédiaire entre la cellule et les hormones, ces cellules en culture reprennent leur forme allongée, aplatie, et adhèrent plus fortement au substrat. Ces résultats laissent espérer des progrès dans le domaine de l'hormonothérapie.

(tiré de Ira Pastan et al., dans *International Cell Biology* 1976-1977, The Rockefeller University Press, 1977)

me, affaiblis par leur lutte contre cette masse envahissante, se trouveront libérés et renforcés par l'ablation de l'intrus. Outre qu'elle prolonge de beaucoup l'espérance de vie, l'ablation d'une tumeur suffit à améliorer la résistance physique et la santé générale du patient, et lui permet d'espérer une survie plus agréable.

Malheureusement, toutes les tumeurs ne sont pas traitables par chirurgie. Qu'il suffise de penser à certains cancers cérébraux profonds ou, plus bêtement, à la leucémie (ou aux autres cancers «circulants»).

C'est donc dès le début du siècle qu'a été adjointe à la chirurgie une autre méthode de traitement des cancers: l'attaque massive par les radiations. Grosso modo, le principe est le suivant. Toute cellule est susceptible de subir des dommages sous l'action de radiations de tout genre (allant des simples rayons solaires au rayonnement nucléaire ou cosmique). Certains de ces dommages peuvent même être à l'origine de mutations cancéreuses. Fort heureusement, les cellules normales sont équipées de mécanismes réparateurs qui agissent à plein temps pour restituer à la cellule son équilibre essentiel.

Mais les cellules cancéreuses se multiplient tellement rapidement, qu'il arrive fréquemment que ces réparations essentielles n'aient pas eu le temps de se produire. Les deux cellules filles de la division seront alors incapables de survivre. La radiothérapie consiste donc en l'utilisation de cette propriété de «mort en différé».

Immédiatement après une séance de bombardement par divers rayonnements, toutes les cellules de la zone visée sont atteintes. Au cours des heures ou des jours qui suivent, toutefois, les cellules saines retrouvent leur fonctionnement normal, alors que la tumeur, elle, se met à régresser.

Cette approche présente immédiatement un avantage sur la chirurgie, en ce sens qu'elle peut être plus «régionale», c'est-à-dire qu'elle peut porter atteinte non seulement à la tumeur principale, mais aussi aux cellules qui s'en sont détachées et pourraient former d'éventuelles métastases environnantes. Malheureusement, on l'a vu, l'activité des cellules cancéreuses semble ralentir avec la croissance de la tumeur, et la radiothérapie n'en tuera qu'une partie souvent efficace pour faire régresser la masse principale, elle ne viendra jamais à bout de la «dernière» cellule.

Cette constatation a amené certains thérapeutes à modifier récemment leur optique: alors qu'on procédait autrefois à l'ablation de la tumeur principale, suivie d'un traitement radiothérapique local pour tuer les cellules résiduelles, on a de plus en plus tendance aujourd'hui à procéder à l'inverse; on commence par irradier la tumeur pour obtenir une régression significative, et on procède ensuite à l'ablation du résidu cancéreux.

Cette seconde méthode, particulièrement efficace dans les cancers du sein ou les cancers d'organes profonds (foie, pancréas, intestin, poumon) alors que l'ablation massive est dangereuse, mais l'ablation partielle efficace, permet aussi au chirurgien de contrôler *de visu* les progrès antérieurs à la chirurgie.

Malheureusement, pas plus que la chirurgie, la radiothérapie n'est guère efficace contre les cancers déjà disséminés, et, à moins d'un dépistage très précoce, cette technique a, elle aussi, besoin d'être complétée d'un traitement systémique.

LA MAÎTRISE DU POISON

Apparus sur le marché il y a environ 30 ans, les premiers produits chimiques anti-cancer utilisaient, tout comme la radiothérapie, la très grande vulnérabilité des cellules tumorales aux modifications génétiques ou enzymatiques. Ou bien ils attaquaient toutes les cellules de l'organisme, mais seules les cellules en reproduction rapide ne parvenaient à effectuer les réparations nécessaires, ou bien ils n'attaquaient sélectivement que les cellules en train de se reproduire, ou encore, le cas le plus fréquent, ils empêchaient toute division subséquente.

Mais dans un cas comme dans l'autre, ces produits se révélèrent hautement toxiques non seulement pour la tumeur et ses métastases, mais aussi pour les autres cellules «actives» de l'organisme: globules blancs, cellules de la moelle épinière (souches des globules rouges), cellules souches de la peau et du cuir chevelu, épithélium du tube digestif, etc. Très rapidement, la chimiothérapie s'est acquise une fort mauvaise réputation: pour vaincre la tumeur, on empoisonnait radicalement le patient. Aujourd'hui encore, lorsqu'on leur parle de chimiothérapie, la majorité des victimes de cancer expriment leur réticence... et un trop grand nombre de médecins leur donnent raison!

Pourtant, trois découvertes récentes ont rendu cette approche sinon parfaitement inoffensive, du moins fort tolérable, et en ont fait clairement la meilleure arme thérapeutique de l'heure. D'abord, on a découvert que des doses élevées de ces produits chimiques, administrées de manière intermittente, avaient le même effet sur la tumeur que des doses plus faibles, mais administrées en continu. Or, si la tumeur ne se régénère pas entre les traitements, les autres cellules souches de l'organisme, quant à elles, retrouvent rapidement leur équilibre. Après une courte période d'anémie, caractérisée souvent par la perte de cheveux et certains troubles intestinaux, les patients sous chimiothérapie retrouvent bientôt leur santé. On a ainsi établi des rythmes d'administration des médicaments correspondant à trois ou six jours consécutifs, à tous les mois ou à tous les deux mois, par exemple.

La seconde découverte concerne

l'efficacité accrue d'une combinaison de drogues, agissant à des phases différentes de la division cellulaire. Épargnant un nombre beaucoup moins grand de cellules tumorales, ces «programmes combinés» n'apparaissent guère plus toxiques pour les autres cellules de l'organisme.

En troisième lieu, on a découvert que les drogues étaient beaucoup plus efficaces dans le cas de tumeurs très actives, c'est-à-dire de tumeurs encore jeunes (petit rayon). Cela fait donc de cette approche médicamenteuse une arme particulièrement efficace dans le cas des métastases encore invisibles, et suggère que tout traitement radiothérapique ou chirurgical pourrait être suivi de programmes chimiothérapiques, dont les doses pourraient alors être d'autant moins toxiques que la vulnérabilité des cellules néoplasiques est grande.

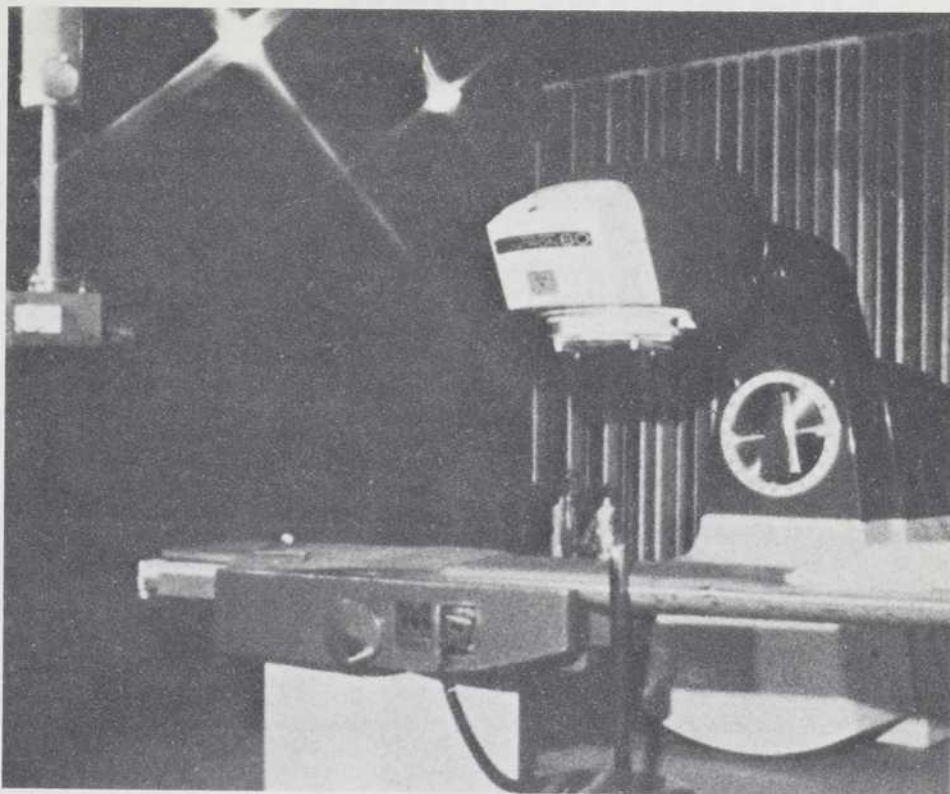
DES CANCERS CAPRICIEUX

D'autres approches mériteraient aussi qu'on leur consacre un important chapitre. C'est le cas notamment de l'hormonothérapie, qui consiste en l'administration massive de certaines hormones, ou au contraire en l'ablation de glandes endocrines (dans le cas où les taux d'hormones semblent nettement trop élevés), pour faire régresser un cancer ou empêcher l'apparition de métastases.

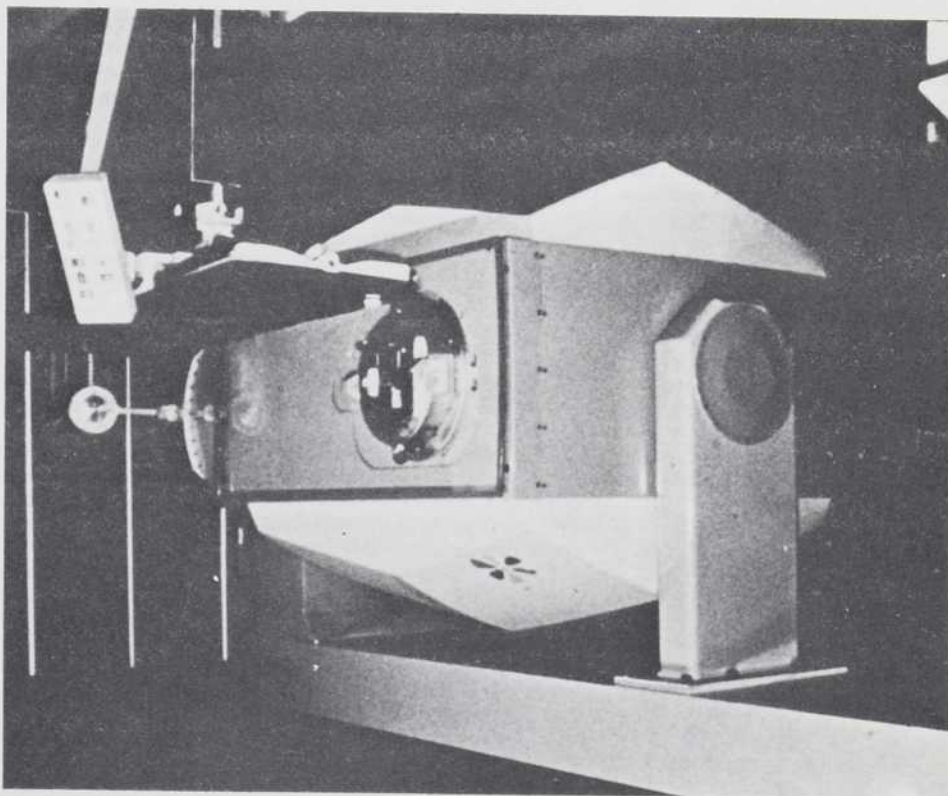
Cette technique repose sur la constatation expérimentale que de nombreux cancers sont hormono-dépendants, c'est-à-dire que leur croissance est reliée plus ou moins directement à un déséquilibre hormonal. C'est le cas notamment de certains cancers du sein, des glandes endocrines ou d'organes génitaux. Malheureusement, si le traitement hormonal, employé judicieusement, n'est guère toxique, son efficacité n'est jamais totale et la tumeur finira toujours par reprendre le dessus si on ne se fie qu'à cette approche.

L'immunothérapie s'est ajoutée beaucoup plus récemment à l'arsenal médical. Les toutes premières publications «sérieuses» concernant cette approche remontent à moins de 20 ans, et les résultats parfois saisissants obtenus ici ou là ne parviennent pas encore à être reproduits ailleurs. Bref, on nage encore dans l'incertitude quant aux mécanismes impliqués. En outre, le traitement n'est pas toujours inoffensif. Des inoculations du bacille Calmette-Guérin (le BCG, vaccin anti-tuberculeux qui fut administré assez systématiquement au Québec au cours des 20 dernières années) ou du microbe *Corynebacterium parvum*, ont permis la régression quasi totale de certaines tumeurs animales. Chez l'homme toutefois, ces traitements n'ont permis que des résultats partiels et temporaires, tout en provoquant chez les personnes ainsi traitées des réactions parfois violentes (pustules, fièvres, etc.).

Pourtant, tous les thérapeutes regardent aujourd'hui cette nouvelle arme



hôpital-dieu de québec



Des rayons thérapeutiques

Différents types de radiations sont utilisées en radiothérapie: les rayons X, les rayons gamma émis par le cobalt 60 (en photo 1, l'appareil utilisé dans ce cas), les électrons et les particules lourdes comme les protons et les mésons-pi. Un appareil appelé bêtatron (photo 2) permet de produire des rayons X et aussi d'accélérer des électrons. C'est l'accélérateur de particules Triumph, à Vancouver, qui peut produire des protons accélérés et des mésons-pi. Chacun de ces rayonnements possédera au départ des énergies différentes, et en perdra des quantités différentes avant d'atteindre la tumeur. Le choix du traitement dépendra des caractéristiques de la tumeur.

QUAND LES VIRUS SONT COUPABLES

Plus les recherches avancent, plus on s'aperçoit que le cancer est un tonneau percé, dont on bouche les fissures pour découvrir chaque fois de nouvelles voies d'eau. Des théories sur les causes du cancer, il y en a eu beaucoup, des échecs aussi! C'est pourquoi, lorsque fut proposée l'idée que les cancers seraient dus à des virus, cette hypothèse fut accueillie d'abord avec prudence: on restait sur l'expectative, on attendait une preuve formelle. Ceci est fait: les virologues viennent d'identifier de manière indiscutable les ruses grâce auxquelles les virus s'installent dans les cellules pour les rendre «folles».

Que des cancers soient bien d'origine virale, on en était sûr pour l'animal: 25 virus, responsables de cancers différents, avaient déjà été démasqués chez le hamster, la poule, le rat, la souris. Ici, la photographie était le document majeur de l'accusation; en effet, les virus cancérogènes (ou encore oncogènes) des animaux s'étaient laissés, dans les tumeurs qu'ils provoquent, aisément observer et photographier au microscope électronique. Autrement dit, les virus oncogènes des animaux avaient été, en quelque sorte, facilement pris «en flagrant délit». On s'était donc naturellement dit qu'il en serait de même pour les virus humains et on s'était mis à coller l'oeil au microscope électronique dans l'espoir de pouvoir les observer directement au niveau des tumeurs. Il fallut alors constater un phénomène extrêmement troublant, à savoir que, contrairement aux virus des animaux, les virus cancérogènes humains étaient particulièrement élusifs

et ne se laissaient pas surprendre au niveau des tumeurs qu'ils provoquent. Ils n'apparaissaient que dans des cultures de ces cancers, de manière nette, et, ici, il fallait distinguer entre les virus à ADN (acide désoxyribonucléique) et les virus à ARN (acide ribonucléique) étant donné que seuls, les premiers types de virus pouvaient facilement être repérés et photographiés dans des cellules humaines. Quant aux virus à ARN, que l'on soupçonnait de provoquer des cancers comme les tumeurs du tissu conjonctif ou sarcomes, comme les cancers du sein ou la leucémie, ils continuaient à se dérober à l'observation microscopique.

En 1970, par exemple, on en avait photographié un dans un sarcome, depuis, plus de tracas! Et c'était aussi le cas du virus de Bittner qui provoque le cancer du sein chez la souris: on l'avait vu une fois en photo en 1971 et il restait depuis lors «dans le maquis». Après force années de recherches intensives, il fallut se rendre à l'évidence: il apparaissait très difficile, voire impossible, dans le cas des cancers humains causés par les virus à ARN de prendre des photos des criminels.

Que restait-il donc à faire? Et bien, on se dit que, à défaut d'attraper directement le coupable, on pourrait enquêter minutieusement dans les cellules qu'il avait occupées (les cellules cancéreuses) dans l'espoir d'y mettre la main sur les pièces du délit, dûment signées et porteuses «d'empreintes digitales». C'est ce travail de «Maigret biologique» que les virologues entreprirent, travail qui devait aboutir dernièrement à un plein succès avec la découverte incontestable de la signature des virus dans des cellules cancéreuses.

Mais, pour comprendre cela, il faut rappeler le mode d'action des virus cancérogènes à ARN. Comme tous les malfaiteurs, ils ont une technique qui leur est propre. Quand ils attaquent une cellule, ils lui communiquent leur ARN ainsi qu'un équipement enzymatique particulier comprenant notamment l'enzyme reverse transcriptase. Cette enzyme se fait alors la complice de l'envahisseur: elle transforme son ARN, inutilisable sous sa forme «étrangère», en une copie d'ADN de la cellule. Ce faux (dit ADN viral) est alors inséré dans l'ADN original de la cellule. De ce fait, le virus passe inaperçu. À partir de là, deux types de phénomènes différents vont pouvoir,

alors, se produire. Dans le premier cas, le génome viral (c'est-à-dire la copie ADN de l'ARN viral) s'installe carrément aux commandes de la cellule et lui dicte de fabriquer de nouveaux virus qui bientôt bourgeonnent comme des furoncles sur la membrane de la cellule. L'hypothèse généralement admise est que ces changements importants qui se produisent au niveau de la membrane cellulaire entraînent des modifications du comportement «social» de la cellule et la rendent insensible aux mécanismes de contrôle de l'organisme sur la division des cellules. Ceci se traduit par une prolifération anarchique des cellules et la perte de ce qu'on nomme «inhibition de contact». Lorsqu'on cultive, sur une plaque de verre, des cellules normales, elles se multiplient jusqu'à recouvrir sa surface d'une seule couche puis s'arrêtent. Les cellules cancéreuses, au contraire, lorsqu'elles entrent en contact les unes avec les autres, continuent de croître et s'empilent en désordre. Lorsque ceci se produit au sein d'un tissu de l'organisme, les cellules se multiplient anarchiquement, sans frein: c'est l'origine de la tumeur cancéreuse qui, bientôt, envahit tous les tissus voisins. Notons, en passant, que puisque la cellule cancéreuse produit du virus, celui-ci devrait pouvoir être photographié au niveau des tumeurs. On a vu que la chose est difficilement réalisable. Toutefois, dans le cas de la leucémie, elle vient d'être réalisée à Houston où un groupe de chercheurs a pu, dans une culture de sang d'une patiente atteinte de leucémie myéloïde, photographier des virus semblables aux virus leucémogènes connus.

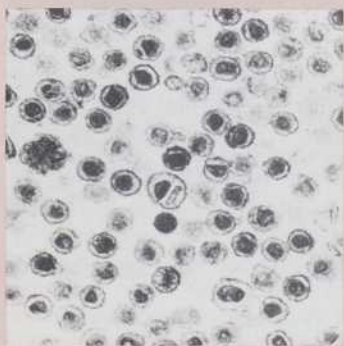
Dans le deuxième cas, le génome du virus, bien qu'inséré dans le génome de la cellule, n'empêche pas la cellule de vivre sa vie. Elle se divise normalement et le génome du virus se réplique synchroniquement avec elle, sans qu'il y ait fabrication de virus complets. Le génome du virus, tout en se reproduisant à chaque division cellulaire, est réprimé par un policier microscopique appelé répresseur. Mais il suffit que ce répresseur soit altéré d'une manière ou d'une autre (par irradiation aux rayons X, par action de goudrons de la cigarette, etc) pour que le matériel génétique viral entre en guerre et soumette la cellule à ses ordres. Des bataillons de virus sont alors fabriqués, et c'est le cancer! Dans le cadre de cette hypothèse, il faut donc admettre que des virus cancérogènes peuvent être présents chez la majorité des humains mais que le cancer ne s'établirait que chez un petit nombre d'entre eux par défaut

lance des mécanismes de contrôle. Dans les conditions normales, la cellule serait apte à négocier une coexistence pacifique avec de très nombreux virus dont certains même seraient incorporés depuis fort longtemps comme informations parasites au capital chromosomique. Ce qui serait anormal, ce serait de permettre à ces informations parasites de perturber le fonctionnement cellulaire. Il faudrait absolument éviter de se placer dans des conditions qui risqueraient d'altérer le répresseur du génome viral: on mesure ainsi l'extrême importance que revêt la détection de telles conditions dans l'environnement.

Donc, dans la cellule cancéreuse, le génome viral est présent et s'exprime. Pour démontrer la cause virale des cancers, il ne restait qu'à mettre en évidence la persistance du génome du virus dans la cellule affectée. Ceci fut fait de plusieurs façons.

On sait que les jumeaux vrais sont issus du même oeuf et possèdent, par conséquent, le même patrimoine génétique donc un ADN en tous points semblable. Ainsi donc, si on sélectionne plusieurs groupes de jumeaux dont l'un est leucémique et que l'on compare respectivement les globules blancs des sujets sains avec ceux des sujets leucémiques, il faut s'attendre à ce que l'ADN des sujets leucémiques soit différent de celui des sujets sains. C'est cette expérience que fit le Dr Spiegelmann, directeur de l'Institut de recherches sur le cancer à l'Université Columbia: il s'aperçut que l'ADN des sujets leucémiques était plus long que celui des sujets sains et que cette même particularité se retrouvait dans la comparaison des ARN messagers.

On a dit que l'ADN viral est intégré dans l'ADN cellulaire: il en résulte que ce dernier, dans la cellule cancéreuse, sera formé de deux segments: l'un cellulaire (C) l'autre viral (V). Lors de la synthèse des protéines un ARN messager C'V sera fabriqué et, par sa partie V, cet ARN-m pourra hybrider avec (c'est-à-dire s'imbriquer avec) le segment V dont il est le calque. Dès lors, si, dans une cellule leucémique humaine, on soupçonne que persiste le génome viral, il suffira, pour le savoir, de regarder si l'ARN messager produit par cette cellule peut hybrider avec de l'ADN viral: si tel est le cas, on saura qu'il y a, dans cet ARN messager, une partie V qui correspond sans doute à un ADN viral (V) intégré. L'expérience a été faite par Spiegelmann qui a comparé l'ADN viral (B) de souris avec l'ARN messager (V) humain. Résultat! Ils

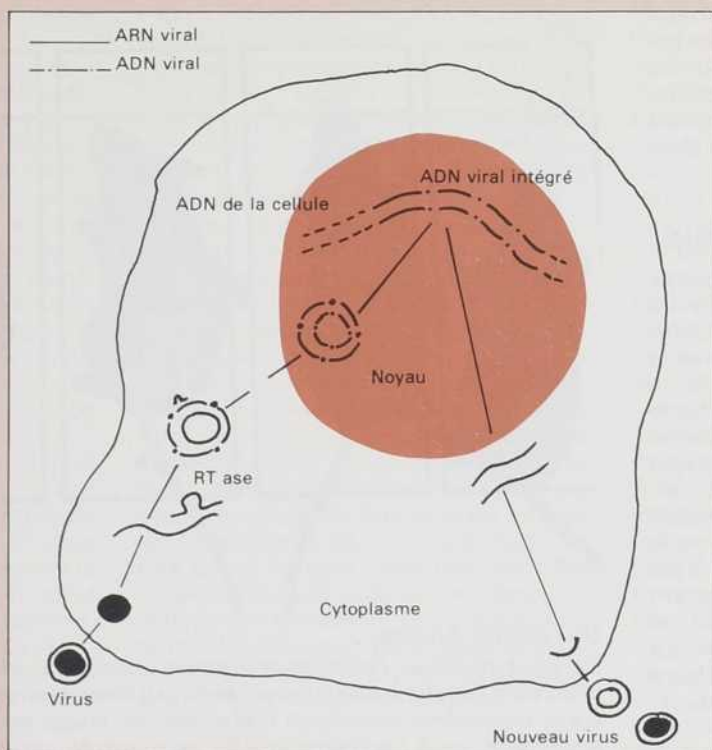


Un des coupables démasqués
On est maintenant sûr que certains cancers sont provoqués par des virus. Ces virus à ARN par exemple sont responsables de certaines leucémies chez la souris.

sont capables de s'hybrider, B peut servir de moule de V'. Donc les empreintes laissées chez l'homme et la souris se ressemblent. Preuve que le crime a été signé par un virus analogue. Par la suite, on a refait les mêmes expériences mais en comparant, cette fois, l'ADN du virus responsable de la leucémie chez le singe laineux et le gibbon avec l'ARN-m de cellules humaines. Conclusion: l'hybridation était, cette fois, presque parfaite et meilleure que l'hybridation faite avec le virus de souris. Ce qui prouve que le virus de la leucémie humaine doit être très voisin de celui des primates, sinon le même. La preuve ultime de l'origine virale de la leucémie est donc faite.

On l'a vu, les virus cancérogènes à ARN se caractérisent par la possession de l'enzyme transcriptase-réserve. Or, dans le lait de femmes atteintes de cancer du sein, on a trouvé l'enzyme transcriptase-réserve et des séquences d'ARN-m qui avaient le même poids moléculaire que l'ARN-m trouvé cette fois dans le lait de souris atteintes de cancer mammaire.

Ainsi donc, il semble maintenant établi hors de tout doute que des virus sont la cause de certains cancers humains comme le cancer du sein et la leucémie. Ceci doit nous amener à nous poser quelques importantes questions. Tout d'abord on doit se demander si comme la plupart des autres maladies virales, le cancer ne peut pas être contagieux et, notamment, s'il ne peut pas être transmis d'un animal (chat par exemple) à l'homme. Il y a des faits troublants. Dans une famille américaine, le frère, la soeur et les deux chats ont été foudroyés en l'espace de sept mois par la leucémie. D'autres accidents ont également été signalés. La possibilité d'une transmission de l'animal à l'homme paraît donc possible. Évidemment, il y a des arguments contre cette hypothèse notamment le fait que, malgré leurs ressemblances, les virus des animaux et de l'homme ont de petites différences antigéniques mais capitales. Ceci restreint les dangers de contamination croisée. Les exemples précédents ne pourraient être que des coïncidences. Cette note rassurante n'empêche pas les chercheurs d'envisager la pire et d'adopter dans leurs laboratoires de recherches de strictes précautions. C'est ainsi que, par exemple, au «Hot Virus Lab» de Bethesda, les 120 spécialistes communiquent entre eux par télévision, vivent en pression d'air négative afin de ne pas contaminer l'extérieur et des douches sont obligatoires pour tout passage d'une zone à une



Un scénario à l'échelle microscopique

Une fois pénétré dans la cellule, l'ARN viral, sous l'action du complexe enzymatique qu'il a entraîné avec lui et notamment de l'enzyme reverse transcriptase (RTase), se transforme en une molécule double et circulaire d'ADN qui, par la suite, s'intègre à l'ADN original de la cellule. L'ADN viral peut ne plus se manifester et demeurer invisible. Il peut aussi être transcrit en ARN, puis traduit en protéines et donner de nouvelles particules virales qui sortiront de la cellule par bourgeonnement. Les modifications subies par la membrane cellulaire se traduiront en une prolifération anarchique de la cellule devenue cancéreuse.

autre.

Ensuite, puisque certains cancers sont causés par des virus, on peut se demander s'il n'y aurait pas possibilité de s'immuniser préventivement contre ceux-ci grâce à la vaccination. D'une manière générale, les virologues pensent que la chose est possible et, d'ores et déjà, la préparation de tels vaccins est entreprise. Des résultats certains ont été obtenus dans le cas des animaux: par exemple, on peut vacciner les poulets contre une forme de cancer (Maladie de Marek) et on a constaté que des cochons d'Inde vaccinés avec des extraits de tissus leucémiques ne contractent pas la leucémie si on leur injecte des doses massives de cellules leucémiques. En ce qui regarde les humains, on travaille actuellement sur la mise au point des vaccins contre le lymphome de Burkitt, certaines formes de leucémie et le cancer du col de l'utérus. À l'heure actuelle, les informations reçues à ce sujet sont encore trop fragmentaires pour qu'on puisse se prononcer sur l'avenir de la vaccination anti-cancéreuse.

D'autre part, on peut se dire que les virus cancérogènes,

comme la majorité des autres virus, pourraient être sensibles à l'interféron, cette protéine qui, codée par la cellule lors de l'infection virale, a le pouvoir de s'opposer à toute synthèse de protéines autres que les protéines cellulaires, de sorte que le virus, incapable de faire synthétiser ses propres protéines, ne peut se reproduire. On a donc pensé à induire la synthèse de l'interféron dans les cellules cancéreuses et ainsi d'y bloquer le virus. Pour ce, on a mis au point un produit, l'acide polysinoninique — polycytidylique, plus connu sous le nom de poly I-C. On a inoculé toutes sortes de cancers à des souris et, 24 à 48 heures après l'inoculation, on a fait trois injections par semaine de poly I-C; résultat: il s'avère que l'interféron produit par le poly I-C a ralenti considérablement le développement des tumeurs cancéreuses. Pourquoi la sécrétion d'interféron par les cellules saines ne suffit-elle pas? Il semble que la quantité sécrétée soit trop faible pour être efficace. Au contraire, avec les injections répétées de poly I-C, on passe, pour ainsi dire, d'une économie de paix à une économie de guerre. Toutes les

cellules saines de l'organisme sont mobilisées et, sans relâche, sécrètent l'interféron. Du coup, la tumeur cancéreuse trouve son maître. Des souris atteintes d'un cancer du système lymphatique traitées au poly I-C vivent encore, 41 jours après le traitement alors que les autres sont mortes. On songe sérieusement à expérimenter l'interféron sur l'homme.

Enfin, puisque c'est l'enzyme reverse-transcriptase du virus qui joue le rôle capital dans le processus de cancérisation, on peut penser à de nouvelles formes de traitements qui utiliseraient, par exemple, des inhibiteurs spécifiques de l'enzyme. On cherche activement dans ce sens et, déjà, on connaît plusieurs drogues qui ont une telle action in vitro c'est-à-dire dans les tubes à essais: citons le bromure d'éthidium, la rifampicine et les streptovaricines. Il reste à essayer ces drogues, sur les animaux d'abord, sur l'homme ensuite.

Il reste donc, on le voit, à mettre au point les agents chimiques ou biologiques capables de contrer l'action des virus cancérogènes. Les résultats obtenus jusqu'ici ne sont pas négligeables et sont riches de promesses. Le moment où celles-ci seront tenues dépendra, dans une large mesure de la réalisation d'une action concertée où s'uniront virologues, biochimistes, physiologistes cellulaires, immunologistes.

Jean Robin

avec espoir. Lorsqu'on aura mieux compris le «caprice» des tumeurs, ce qui explique l'écart frappant des résultats obtenus, qu'on aura ainsi compris réellement les mécanismes en jeu, on détiendra sans doute une arme de premier plan, peut-être la plus décisive.

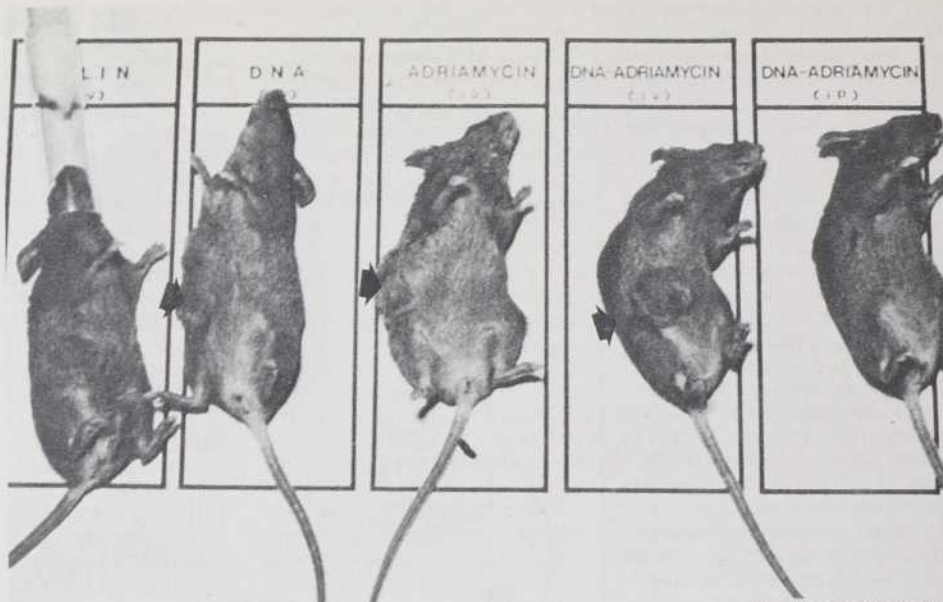
PERFECTIONNER L'ASSASSIN

Mais les progrès récents de la recherche fondamentale ouvrent, pour chacune des armes déjà énumérées, des perspectives encore plus fascinantes. Dans le domaine de la radiothérapie, par exemple, le principal problème a toujours été celui de la persistance d'un foyer tumoral, même après plusieurs séances de radiations (impossibilité de tuer la «dernière cellule»). Virtuellement, il serait possible d'espérer une reddition complète de la tumeur, si les radiations étaient à ce point massives qu'elles détruiraient toutes les cellules instantanément, et non pas seulement «en différé». Le problème est qu'alors les rayons tueraient aussi les tissus sains qu'ils traverseraient.

Des travaux récents offrent toutefois diverses solutions à ce problème. Notons par exemple l'injection, dans les masses tumorales, de substances chimiques radiosensibilisatrices, domaine où le Canadien Raul Urtasun, de l'Université de l'Alberta, à Edmonton, s'est distingué. Parmi ces substances qui multiplient l'effet destructeur de radiations, même faiblement dosées, notons le nitroimidazole, la vitamine K, et d'autres produits aussi peu toxiques. Ces développements ont aussi permis d'imaginer des traitements de radiothérapie de tout le corps, qui font de cette arme autrefois considérée comme «locale», un traitement potentiellement «systémique», pour les métastases disséminées.

Un autre développement qui permettrait à la radiothérapie d'éliminer jusqu'à la dernière cellule d'une tumeur n'en est toutefois qu'à l'échelon des recherches fondamentales; il s'agirait d'un produit capable de stimuler les cellules à haut potentiel de reproduction, et de déclencher cette activité de manière simultanée. En obtenant de la sorte une tumeur où l'activité de division cellulaire serait à peu près en phase, et en soumettant cette tumeur aux radiations immédiatement avant le déclenchement de cette activité, on pourrait obtenir une mortalité proche de 100 pour cent.

La venue des accélérateurs de particules a aussi ouvert une porte dans ce domaine de la radiothérapie. Contrairement aux rayons gamma ou aux rayons X (des photons dans les deux cas), dont l'activité thérapeutique décroît avec la distance, de sorte qu'il est impossible d'atteindre une tumeur profonde sans réaliser des dégâts considérables dans les tissus de surface traversés au passage, les bombardements aux ions lourds, ou à moindre titre les bombardements de particules comme les protons



Michel Pagé et Annette Huot

Un résultat évident

On peut observer l'effet du traitement étudié par Michel Pagé et Annette Huot en observant l'évolution de la grosseur de la tumeur mammaire chez les souris. Examinées après une même période de traitement, les souris traitées à l'ADN, ou à l'adriamycine seulement, ou à l'adriamycine-ADN administrée par injection intra-veineuse, portent encore une tumeur comparable à la souris témoin. Mais chez la souris traitée à l'adriamycine-ADN administrée par injection intra-péritoniale, la tumeur est pratiquement disparue.

ou les mésons-pi, ont la propriété de n'interférer que très légèrement avec les tissus qu'ils traversent d'abord à grande vitesse, pour avoir une activité maximale un peu plus profondément, lorsque leur vitesse est réduite. En ajustant convenablement l'énergie du faisceau incident, on peut ainsi faire en sorte que le bombardement ne fasse des dégâts considérables qu'à la profondeur désirée, celle où se situe la tumeur.

Malheureusement, cette technique implique un équipement lourd très coûteux. Le Canada s'est doté d'une salle de radiothérapie à mésons-pi, dans le cadre de son projet d'accélérateur Triumph, à Vancouver. À court terme du moins, les «clients» potentiels de ce traitement devront ainsi traverser le Canada pour en profiter!

LE «BOULET MAGIQUE»

En chimiothérapie, la recherche s'est concentrée surtout sur le «boulet magique», vieux rêve de la médecine pharmaceutique consistant en une pilule qui, peu importe par quelle voie elle est administrée, n'irait frapper que là où elle est destinée. Si ce boulet magique demeure une utopie dans bon nombre de maladies, il pourrait bien être mis au point dans le cas du cancer.

En effet, les cellules néoplasiques sont génétiquement transformées, et par conséquent caractérisées par des antigènes de surface (des protéines intégrées à la membrane cellulaire) qu'on ne retrouve pas dans les cellules saines. C'est d'ailleurs là la base de la réaction immunitaire de l'organisme contre de

nombreuses tumeurs naissantes. Certaines de ces protéines agissent comme «récepteurs» pour des substances chimiques qui peuvent ainsi pénétrer dans la cellule cancéreuse, sans trouver de porte d'entrée dans une cellule saine.

En associant un produit fortement cytotoxique à cette alimentation propre aux tumeurs, on obtiendrait ainsi un médicament inactif dans les tissus sains, mais capable de s'en prendre à la moindre cellule tumorale. Malheureusement, il n'est pas encore sûr que toutes les cellules cancéreuses aient ainsi des récepteurs communs, non seulement d'un individu à l'autre, mais aussi à l'intérieur d'une même tumeur. De sorte que le «boulet magique» devrait revêtir autant de formes qu'il y a de types de cellules transformées. Pour l'instant, cette approche demeure donc purement hypothétique.

Toutefois, la découverte d'inhibiteurs naturels de la division cellulaire, les chalones, a suscité un enthousiasme considérable. D'autant plus que ces molécules complexes, bien que dotées d'une grande spécificité tissulaire (une chalone de la peau n'agira pas pour limiter la division cellulaire dans le foie ou le poumon du même individu) ne semblent guère avoir de spécificité d'espèce, du moins entre mammifères assez rapprochés. On a ainsi pu mettre en évidence que des chalones prélevés dans la peau d'un porc parvenaient à freiner la reproduction de tumeurs cancéreuses de la peau chez d'autres espèces animales. La relative insensibilité des cellules tumorales aux inhibitions de contact serait due en partie, selon

certaines hypothèses, à une déficience dans l'activité de ces chalone.

Mises à l'épreuve uniquement à titre expérimental dans des cancers avancés, les chalones ont contribué à faire régresser certaines tumeurs, mais les résultats sont encore trop parcellaires. De toutes façons, on n'a guère isolé la structure chimique de ces molécules, et leur relative rareté dans les tissus sains limite fortement leur purification à partir d'organismes vivants. On n'en est donc pour l'instant encore qu'aux espoirs, mais les premières chalones synthétiques apparaîtront peut-être un jour comme le seul traitement spécifique de nombreux cancers.

En outre, même s'il était démontré que les chalones ne peuvent guère freiner efficacement la prolifération de cellules non-spécifiques, et si elles n'offraient guère de solution directe à la croissance d'une tumeur, leur effet pourrait être utilisé indirectement, comme le souligne le Dr Verly, de l'Université de Montréal: en retardant la reproduction cellulaire dans les tissus sains entourant la tumeur, elles rendraient ces cellules relativement vulnérables aux radiations de faible intensité, permettant d'augmenter le rapport efficacité/toxicité de la radiothérapie.

LE SÉRUM ANTI-CANCER

Mais parce qu'elle est l'arme la plus nouvelle contre le cancer, l'immunothérapie est aussi celle qui donnera sans doute lieu aux progrès les plus spectaculaires au cours des prochaines années. Outre les adjuvants de l'immunité générale mentionnés précédemment (dont le BCG), les recherches portent aujourd'hui sur l'utilisation des antigènes spécifiques d'un cancer pour stimuler la défense de l'organisme. La presse avait largement fait état, au cours des années 60, des premières expériences de traitement de cancer au moyen de l'injection, en divers points de l'organisme, mais surtout autour des ganglions lymphatiques, d'un sérum constitué d'extraits de cellules cancéreuses prélevées chez le patient lui-même. Les résultats ne furent pas toujours concluants, mais en certaines occasions, cette «auto-vaccination» suffisait apparemment à stimuler le système immunitaire jusque-là incapable de triompher dans sa lutte contre la tumeur.

Abordant une démarche complémentaire, l'Écossais Michael Woodruff suggéra, avec certains succès, d'inoculer aux cancéreux des lymphocytes prélevés chez d'autres individus. Cet apport additionnel de lymphocytes, non encore essoufflés par une lutte de longue date, suffisait parfois à ranimer les mécanismes de défense.

Ces deux voies ont été rapprochées récemment par l'Américain Lawrence qui mit en évidence que les lymphocytes, après avoir lutté contre une infection donnée, acquéraient une «mémoire» de

l'agent infectieux, mémoire qu'ils pouvaient transmettre aux autres lymphocytes de l'organisme. Ainsi, si l'infection se produisait ailleurs dans l'organisme, tous les lymphocytes étaient déjà parés au combat. Or, cette «mémoire», ou «facteur de transfert» (de l'information) agissait aussi dans le cas du cancer.

Ainsi, de nombreuses cliniques américaines intègrent aujourd'hui cette nouvelle connaissance dans le traitement de certains cancers. On prélève chez un sujet cancéreux un certain nombre de lymphocytes déjà «informés». On inocule ces lymphocytes chez des individus sains. L'information est alors transférée à l'ensemble des lymphocytes de ce second individu, qui se trouve partiellement immunisé contre l'apparition du cancer en question. En prélevant ensuite les lymphocytes de ce second sujet, en très grand nombre cette fois, pour les réinjecter dans le sang du cancéreux, on obtient non seulement un renforcement de la défense immunitaire générale, mais ce renforcement est particulièrement orienté contre le cancer à traiter.

UNE AFFAIRE DE STRATÉGIE

Depuis cinq ou six ans, les «découvertes fulgurantes», les «percées majeures» et les «points tournants» s'accumulent dans cette lutte contre le cancer. Toutefois, mis à part l'enthousiasme des chercheurs pionniers et la crédulité des journalistes, il faut bien constater qu'aucune de ces solutions nouvelles n'apparaît suffire à elle seule à reléguer aux oubliettes tous les phénomènes de croissance tissulaire anarchique.

En outre, entre l'expérimentation en laboratoire et la confirmation clinique, un long délai s'écoule. Un long délai où les cobayes doivent être des humains. Et comme on ne peut leur faire subir des risques inutiles, c'est le plus souvent sur les sujets considérés comme «perdus» que sont d'abord expérimentés les armes nouvelles. Ce sont aussi, malheureusement, sur ces cas désespérés qu'elles sont en général le moins efficaces, ou du moins que leur efficacité est la moins remarquable: si le profane s'excite volontiers lorsqu'on lui apprend qu'un leucémique vit encore, 10 ou 15 ans après son traitement, il demeurera certes plus réservé si on lui annonce qu'un cancéreux du poumon a survécu un an et demi, au lieu de neuf mois, ou qu'une personne atteinte de glioblastome a survécu quatre mois de plus que les pronostics, grâce à un nouveau traitement. Malheureusement, c'est ainsi qu'en recherche clinique s'effectuent les «progrès majeurs». C'est ainsi que, peu à peu, on a triomphé de la leucémie infantile dans 50 à 70 pour cent des cas.

Mais cette lente application des recherches suppose un travail coordonné de tous les médecins impliqués dans cette lutte contre le cancer. Des hôpitaux affiliés aux facultés de médecine de l'université Laval et de l'université de

Montréal se sont joints récemment, en compagnie de certains autres cliniciens québécois, à l'*Eastern Co-operative Oncology Group*, un organisme canado-américain ayant pour but la mise en commun de toutes les informations concernant diverses thérapies anticancer mises à l'essai, et la comparaison des résultats, afin de dégager, pour chaque type de tumeur et chaque type d'évolution retracée, quelle est la combinaison de traitements susceptible de donner les meilleurs résultats, et à partir de quels signes cliniques il faut changer de voie, augmenter, diminuer, ou cesser complètement un traitement.

Grâce à de tels regroupements (il en existe plusieurs du genre, dont le *Clinical Trial Program* de l'Institut national du Cancer du Canada, ou l'*Acute Leukemia Group*, aux États-Unis, à qui l'on doit les progrès considérables dans la lutte contre cette maladie), des études cliniques qui demandaient autrefois plus d'une décennie peuvent aujourd'hui être menées et analysées en deux ou trois ans, réduisant d'autant la période séparant la recherche fondamentale de son application clinique.

Bien sûr la percée définitive, la victoire finale, n'est pas encore atteinte. Peut-être doit-on d'ailleurs déjà en faire son deuil. La lutte contre le cancer est une affaire de stratégie, et tous les moyens doivent être utilisés, ensemble ou à la suite les uns des autres, selon chaque cas particulier.

Mais du simple fait que des médecins (on ne peut malheureusement pas encore écrire «les» médecins, tant le scepticisme à la peau dure) commencent à reconnaître que ce combat vaut la peine, et acceptent de s'accrocher au moindre espoir, le cancer a cessé d'être une maladie incurable. C'est sans doute ça la plus grande réalisation des dernières années: avoir donné la foi aux thérapeutes!

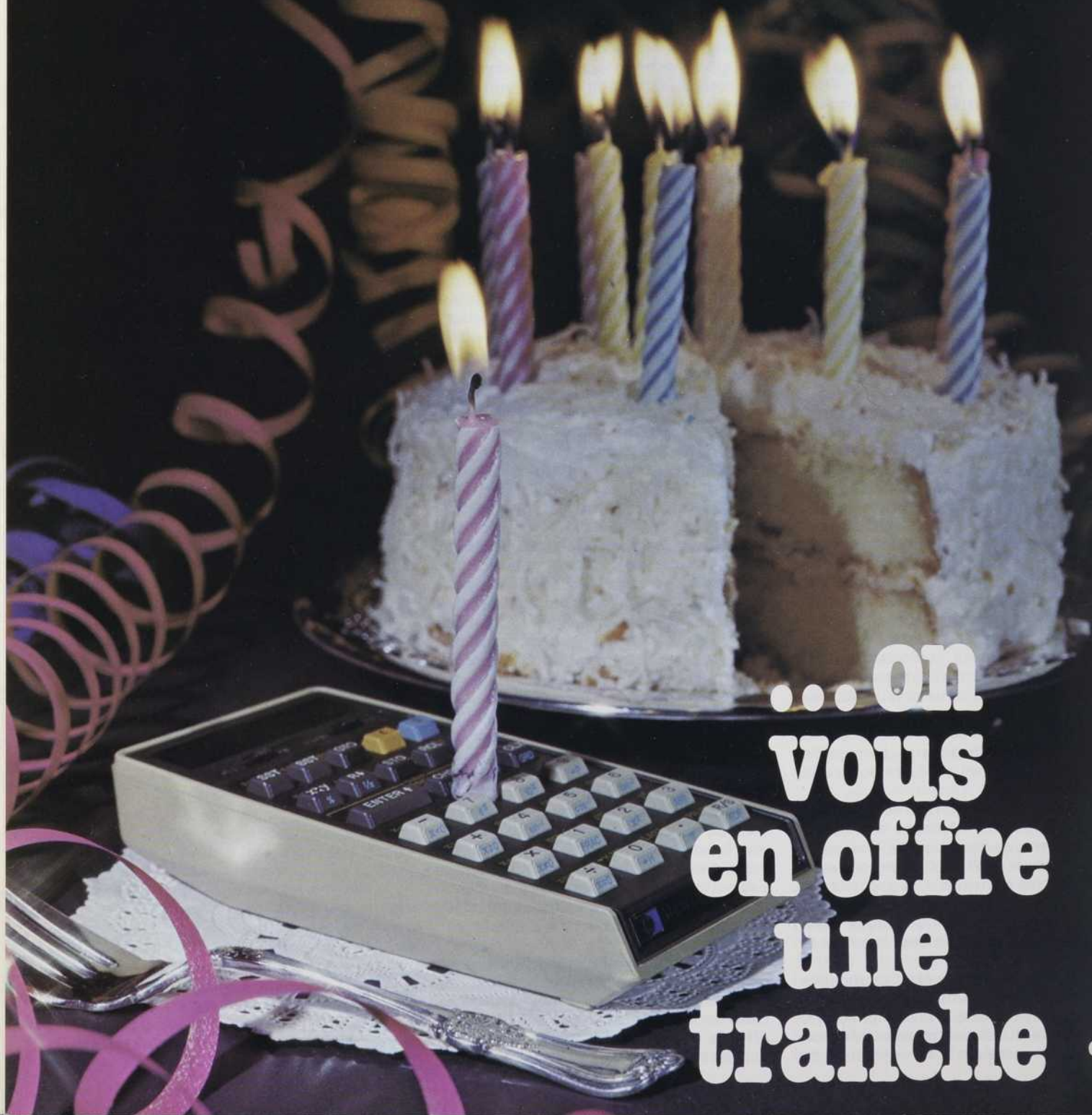
POUR EN LIRE PLUS

Georges Mathé, *Dossier cancer*, Stock, Paris, 1977

Lucien Israel, *Le cancer aujourd'hui*, préface canadienne de Pierre Band, éditions L'Étincelle, Montréal, 1976, 339 pages

Xavier Serafino, *50 réponses sur les cancers du sein*, Robert Laffont, collection «Comprendre pour guérir», Paris, 1977, 288 pages

C'est notre anniversaire ...



... on
vous
en offre
une
tranche →

cest notre anniversaire

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

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

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

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

prix offerts

PREMIER PRIX

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

DEUXIÈME PRIX

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

TROISIÈME PRIX

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

QUATRIÈME PRIX

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

CINQUIÈME PRIX

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

DIX PRIX DE CONSOLATION

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

règlements

Participants:

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

Durée du concours:

Du premier septembre au 31 décembre 1977.

Tirage et remise des prix:

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

Je serai de la fête

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

À L'USAGE
DU MAGAZINE

COUPEAU D'ABONNEMENT
(à remplir en lettres MAJUSCULES)

1 5 6

A 7 8 9 10

11 16

17 20

21 24

25 26 27 29

30 NOM 50

60 PRÉNOM 80

B 7 8

9 NUMÉRO RUE APPARTEMENT 28

29 VILLE PROVINCE OU PAYS 49

69 CODE POSTAL 74

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

COUPON D'ABONNEMENT
(à remplir en lettres MAJUSCULES)

À L'USAGE DU MAGAZINE

1
5
6

A
7
8
9
10

11
16

17
20

21
24

25
26
27
29

COUPON D'ABONNEMENT (à remplir en lettres MAJUSCULES)

30
NOM
50

60
PRÉNOM
80

B
7
8

9
NUMÉRO
RUE
APPARTEMENT 28

29
VILLE
PROVINCE DU PAYS
49

69
CODE POSTAL
74

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

COUPON D'ABONNEMENT
(à remplir en lettres MAJUSCULES)

À L'USAGE DU MAGAZINE

COUPON D'ABONNEMENT

(à remplir en lettres MAJUSCULES)

1 5 6

A

7 8 9 10

11 16

17 20

21 24

25 26 27 29

30 NOM 50

60 PRÉNOM 80

B

7 8

9 NUMÉRO RUE APPARTEMENT 28

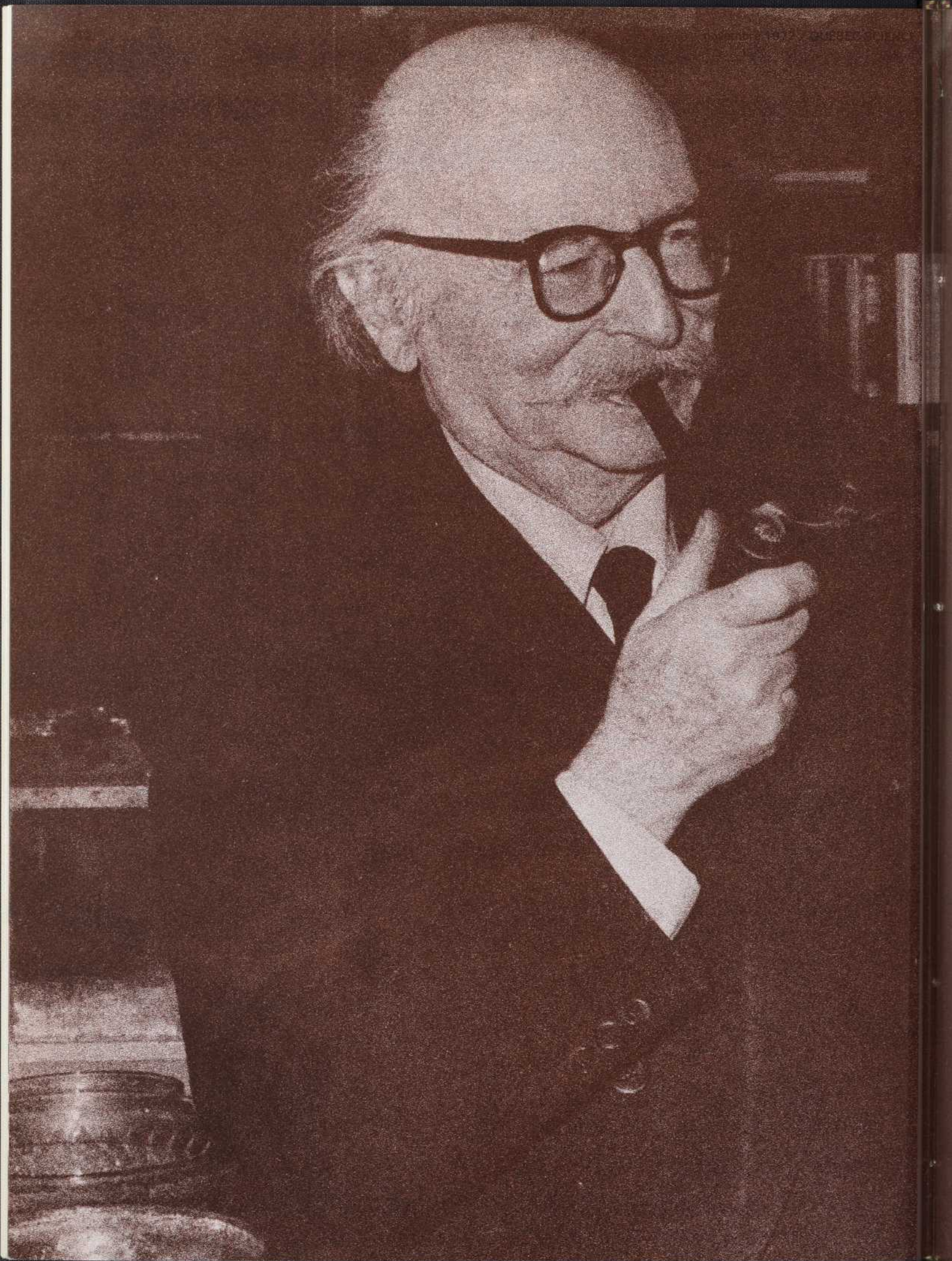
29 VILLE PROVINCE OU PAYS 49

69 CODE POSTAL 74

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

COUPON D'ABONNEMENT
(à remplir en lettres MAJUSCULES)

* Offre valide jusqu'au 31 décembre 1977



JEAN ROSTAND OU LA PASSION DU VIVANT

propos recueillis par Jacques Brunet,
suivis du témoignage de Fernand Seguin

Le 3 septembre dernier, décédait Jean Rostand, biologiste, homme de lettres et le dernier des «savants artisans». Ce scientifique, né en 1894, s'était fait connaître autant par ses recherches, que ses ouvrages de vulgarisation et ses essais. Il était aussi un homme engagé: président d'honneur du Mouvement français pour le désarmement, la paix et la liberté, et membre fondateur, en 1971, de l'association *Choisir* en faveur de l'avortement. Durant les derniers 50 ans de sa vie, Jean Rostand vivait surtout retiré dans sa maison de Ville d'Avray, y étudiant ses étangs à monstres. Jacques Brunet, annonceur-réalisateur à Radio-Canada international, a rencontré Jean Rostand en 1969 et nous a permis de vous livrer les propos que celui-ci lui a tenu à cette occasion. Cette interview inédite est complétée par le dernier hommage de Fernand Seguin à ce grand scientifique disparu.

Jacques Brunet: *Comment avez-vous été amené à vous intéresser à l'histoire naturelle et pourquoi?*

Jean Rostand: J'ai toujours eu le goût de l'histoire naturelle, de la recherche. Déjà lorsque j'étais enfant, vers 8 ou 9 ans, je lisais des livres de Fabre qui m'ont exalté. C'est ce qui m'a réellement donné le goût de l'histoire naturelle. Je ne peux pas vous dire qu'à ce moment-là, j'envisageais un but, mais cela m'intéressait en soi. Beaucoup de grandes personnes me disaient alors: «Mais à quoi cela sert-il d'étudier les insectes, à quoi cela mènera-t-il?» C'étaient des questions que je ne me posais pas; j'avais l'impression que c'était intéressant en soi. Plus tard, les gens m'ont souvent dit: «Vous faites des sciences naturelles, c'est pour quoi? Pour l'application à l'homme, pour comprendre le sens de la vie, pour étudier la vie?» Non, je n'avais pas d'idées aussi générales ni aussi ambitieuses; mes visées étaient beaucoup plus modestes.

Lorsque je lisais Fabre, je trouvais merveilleux de résoudre un petit problème de biologie ou de comportement animal. Une petite vérité en elle-même me paraissait une chose magnifique. C'est de là que je suis parti et ensuite, en grandissant et en mûrissant, j'ai essayé de tirer les conséquences philosophiques et morales. Mais en fait, ce n'est pas l'intérêt pour des questions d'ordre aussi général qui domine en moi; c'est le petit fait, le petit phénomène qui m'exalte.

Actuellement, par exemple, je fais encore des recherches, moins qu'auparavant, mais j'étudie des étangs à monstres. En quelques mots, ce sont des étangs dans lesquels vivent des grenouilles monstrueuses de formes très anormales. Ce sont des anomalies non héréditaires, déterminées par le milieu, probablement apportées par un virus. Voilà quelque chose qui, en soi, m'intéresse énormément et passionnément, exactement de la même façon que cela m'intéressait lorsque j'étais jeune et que j'étudiais les insectes et les papillons après avoir lu Fabre.

Dire qu'il y aura des applications à la science, à l'homme, je n'en sais rien, on verra bien. C'est la vérité naturelle en soi qui m'intéresse, sans en chercher les prolongements, les applications ou les conséquences philosophiques. Je ne dis pas que ces questions me sont égales, elles comptent aussi pour moi, mais je crois que ce qui persiste malgré mon âge, c'est quelque chose non pas d'inné, parce que je ne pense pas que ce soit inscrit dans les gènes, non plus une vocation, car j'admets à peine ce mot «vocation», c'est un goût naturel qui s'est développé en moi parce que j'ai vécu à la campagne.

J.B.: *Que pensez-vous de l'évolution des sciences depuis le début du 20^{ième} siècle?*

J.R.: Je pense surtout à la biologie et je

ne crois pas qu'il y ait eu une véritable révolution dans ce domaine: en 1900, toutes les idées avaient déjà été lancées. Il y avait déjà les théories de l'évolution; celle de la mutation fut énoncée en 1901 par De Vries. Toutes les idées ont été trouvées entre 1900 et 1910, puis simplement exploitées. Depuis mon enfance, c'est un peu pessimiste de dire cela, je n'ai pas vu naître d'idées tellement nouvelles.

J.B.: *Mais quand on pense, par exemple, à la greffe du coeur, c'est quand même un peu prodigieux pour la science?*

J.R.: La greffe cardiaque est effectivement quelque chose de prodigieux. C'est une magnifique application des recherches de Paul Bert qui, en 1860, avait déjà étudié la greffe animale, et d'Alexis Carrel qui, en 1910, avait vu les intolérances, tout au moins l'essentiel. Maintenant on connaît les phénomènes de rejet. En fait, il n'y a rien de nouveau dans la greffe cardiaque, si ce n'est qu'on est passé de la recherche sur le cobaye à l'application sur l'homme, et la technique y est pour quelque chose. Il n'y a rien d'extraordinaire dans la greffe du coeur pour l'homme de science; par contre, pour l'homme de la rue, c'est ce qu'il appelle une grande découverte. Comme on pouvait la prévoir, c'est émouvant, sans plus.

J.B.: *Et qu'éprouvez-vous face à cet*

exploit de l'homme qui marche sur la Lune?

J.R.: Là, je vais peut-être vous décevoir, mais cela ne m'a pas tellement excité. Durant ma jeunesse, j'étais passionné par les sciences naturelles. J'ai lu Fabre, mais pas Jules Verne. S'il y avait eu des êtres vivants sur la Lune, j'aurais été exalté, mais sachant que c'était un astre mort, je n'ai pas éprouvé beaucoup d'intérêt. Naturellement, j'ai trouvé cet exploit technique remarquable, autant du point de vue audace technologique que courage humain, mais je doute encore de son utilité pour l'homme. Cela m'impressionne moins qu'une grande découverte biologique, par exemple le fait que les Américains aient fait développer des oeufs de grenouille en remplaçant le noyau de l'oeuf par un noyau du corps. Cela m'a exalté beaucoup plus que le premiers pas d'un homme sur la Lune. Quelle est l'importance respective de ces deux faits? Je ne sais pas. Mais réaliser des tas d'individus semblables en agissant sur les gènes m'excite beaucoup plus.

J.B.: *Ces recherches correspondent en effet davantage au genre d'études que vous faites vous-même, par exemple sur les développements embryonnaires dans la reproduction, la conservation des cellules, la parthénogénèse. Ceci m'amène à vous demander comment vous voyez la sélection d'individus par l'insémination artificielle?*

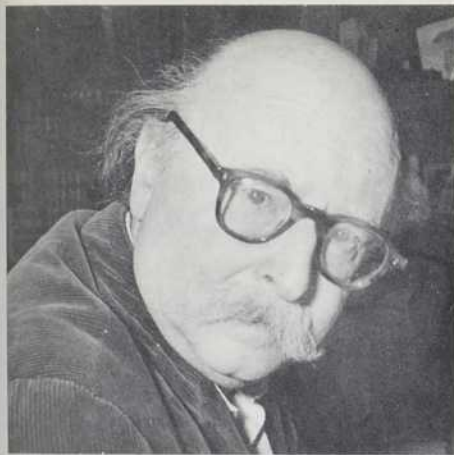
J.R.: Le genre d'expériences permettant de transformer les modes de génération m'excite beaucoup. Le fait de faire une sélection des individus en utilisant les semences d'hommes supérieurs me laisse encore sceptique, car on ne connaît pas bien les lois de l'hérédité. Je serais plutôt favorable à cette sélection par la négative, par exemple éliminer par stérilisation les individus possédant de grandes chances de transmettre une tare ou une difformité héréditaire grave, on pourrait essayer de les persuader de ne pas avoir d'enfant. La génétique positive est beaucoup plus discutable car je suis moins sûr que le génie soit dans les gènes. Dans ce domaine, ma position a changé depuis 30 ans; aujourd'hui, je crois beaucoup plus à l'influence du milieu. L'influence du milieu social et familial, l'action de la mère dans les premiers âges, la vie prénatale de l'enfant sont autant de critères qui détermineront l'enfant de demain. En effet, je suis moins sûr que l'hérédité soit dans les gènes, par exemple que le génie d'Einstein fut dans ses acides nucléiques. C'est peut-être un traumatisme, une influence précoce qui l'a aiguillé vers la relativité du temps. Je ne suis pas sûr que le génie se trouve dans la chimie des gènes; je crois aux circonstances.

J.B.: *Et la vie elle-même, son apparition sur la Terre, son évolution et le dévelop-*



KEYSTONE PRESS AGENCY





KEYSTONE PRESS AGENCY

pement de la conscience, comment envisagez-vous ces questions en tant que biologiste?

J.R.: Ce n'est pas le genre de question qui me tourmente tellement. Je fais l'hypothèse matérialiste. Je ne crois pas à une intervention miraculeuse, je ne pense pas que la vie soit une force surnaturelle. Pour moi, c'est une évolution biochimique qui a fait naître des corps complexes au cours de l'accumulation des âges. J'avoue qu'il y a une énigme: comment en effet concevoir que les acides nucléiques ont engendré la sensibilité et la conscience. Mais il faut bien dire qu'il y a de grands progrès dans la synthèse de la vie. Dans mon enfance, on n'envisageait pas ces possibilités. Peut-être verrez-vous la création d'une molécule qui assimilera; probablement pas la fabrication d'êtres conscients, mais la synthèse d'un virus ne me paraît pas impossible.

Quant au phénomène de conscience, pour moi, il n'y a jamais eu que la physico-chimie pour l'expliquer. Les problèmes philosophiques, je les ai résolus par le matérialisme, c'est-à-dire que je ne crois pas à l'âme, à l'esprit séparé de la matière. Par contre, je me pose beaucoup plus des problèmes moraux tels que comment appliquer la science, comment ne pas mal l'appliquer, comment respecter l'homme.

J.B.: Le respect de l'homme amène le scientifique à prendre position face à sa recherche et ses applications possibles, par exemple militaires. Ainsi vous militez contre l'armement et la bombe atomique. Que ressentez-vous en tant que scientifique devant la menace d'une guerre nucléaire?

J.R.: On n'empêchera pas les savants de faire des découvertes et même qui peuvent avoir des prolongements dangereux. Ce qui est terrible, c'est la mauvaise application de ces découvertes par les autres. Arrêter la science, pour moi, c'est impensable. Est-ce que le savant est responsable des mauvaises utilisations de ses découvertes, je ne crois pas. Einstein est peut-être un peu responsa-

LES ÉCRITS DE ROSTAND

- Le retour des pauvres*, sous le pseudonyme de Jean Sokori, Stock, Paris, 1919
La loi des riches, Grasset, Paris, 1921
Pendant qu'on souffre encore, Grasset, Paris, 1921
Ignace ou l'écrivain, Fasquelle, Paris, 1923
Deux angoisses: la mort, l'amour, Fasquelle, Paris, 1924
Les famillotes, Fasquelle, Paris, 1925
De la vanité et de quelques autres sujets, Fasquelle, Paris, 1925
De l'amour des idées, Claude Aveline, Paris, 1926
Valère ou l'exaspéré, Fasquelle, Paris, 1927
Le mariage, Hachette, Paris, 1927
Julien ou une conscience, Fasquelle, Paris, 1928
Les chromosomes, Hachette, Paris, 1928, réédité en 1961
De la mouche à l'homme, Fasquelle, Paris, 1930
La formation de l'être, Hachette, Paris, 1930, réédité en 1950
Journal d'un caractère, Fasquelle, Paris, 1931
État présent du transformisme, Stock, Paris, 1931
L'évolution des espèces, Hachette collection «Le roman de la science», Paris, 1932
La vie des crapauds, Stock, Paris, 1933
L'aventure humaine, Fasquelle, Paris, 1934, réédité en 1953 et 1968
La vie des libellules, Stock, Paris, 1935, réédité en 1954
La nouvelle biologie, Fasquelle, Paris, 1937
Pensées d'un biologiste, Stock, Paris, 1939, réédité en 1954 et 1968
Biologie et médecine, Gallimard, 1939
Hérédité et racisme, Gallimard, Paris, 1939
La vie et ses problèmes, Flammarion, Paris, 1939
Science et génération, Fasquelle, Paris, 1940
L'homme, Gallimard, Paris, 1941, réédité en 1962 dans la collection «Idées»
Les idées nouvelles de la génétique, Presses universitaires de France, Paris, 1941
La genèse de la vie, Hachette, Paris, 1943
La vie des vers à soie, Gallimard, Paris, 1943, réédité en 1963
Esquisse d'une histoire de la biologie, Gallimard, Paris, 1945
L'avenir de la biologie, Éditions du Sablon, Bruxelles, 1946
Nouvelles pensées d'un biologiste, Stock, Paris, 1947
Charles Darwin, Gallimard, Paris, 1947
La parthénogénèse animale, Presses universitaires de France, Paris, 1950
La biologie et l'avenir humain, Albin Michel, Paris, 1950
Uchronie scientifique, Albin Michel, collection «Descartes pour la vérité» Paris, 1950
Les grands courants de la biologie, Gallimard, Paris, 1951
L'hérédité humaine, Presses universitaires de France, collection «Que sais-je?», Paris, 1952, réédité en 1960 et 1971
Pages d'un moraliste, Fasquelle, Paris, 1952
Instruire sur l'homme, La Diane française, Paris, 1953
Ce que je crois, Grasset, Paris, 1953, réédité en 1965
L'aventure avant la naissance, Gonthier, collection «médiation», 1966
Les crapauds, les grenouilles et quelques grands problèmes biologiques, Gallimard, collection «L'avenir de la science», Paris, 1955
L'atomisme en biologie, Gallimard, Paris, 1956
Peut-on modifier l'homme?, Gallimard, collection «Les essais», Paris, 1956
Bestiaire d'amour, Robert Laffont, Paris, 1958
Science fausse et fausses sciences, Gallimard, collection «Les essais», Paris, 1958
Aux sources de la biologie, Gallimard, Paris, 1958
Carnet d'un biologiste, Stock, Paris, 1959
Aux frontières du surhumain, Union générale d'éditions, collection «10-18», Paris, 1962, réédité en 1963
Le droit d'être naturaliste, Stock, Paris, 1963
Biologie et humanisme, Gallimard, Paris, 1964
Maternité et biologie, Gallimard, Paris, 1966
Hommes d'autrefois et d'aujourd'hui, Gallimard, Paris, 1966
Inquiétudes d'un biologiste, Stock, 1967, et dans la collection «Le livre de poche», no 3634
Les étangs à monstres, Stock, Paris, 1971

ble de la bombe atomique, mais il s'en est vivement repenti dans une lettre adressée à Roosevelt. On ne peut pas dire que Pasteur sera responsable si demain il y a une guerre bactériologique, sinon on n'a qu'à fermer les laboratoires, ce qui est impensable. Il est possible qu'un jour la bactériologie fasse beaucoup plus de mal qu'elle n'a jamais fait de bien. S'il y a une guerre atomique, la physique aura fait plus de mal qu'elle n'a jamais fait de bien. On pourra dire qu'il eut mieux valu qu'il n'y ait jamais eu de science. S'il y a une guerre atomique, la science est condamnée. Il faudrait au moins que tous les savants s'unissent, soient solidaires pour condamner ces mauvaises applications et, selon moi, ils ne le sont pas suffisamment.

Remarquez qu'il existe un mouvement international pour la paix qui réunit des savants de tous les pays, le mouvement Pugwash, dont je ne fais pas partie mais qui est intéressant. Il faudrait que tous les savants fassent le serment, comme les médecins font le serment d'Hypocrate, de ne jamais tremper dans quelque chose de militaire, comme ceux qui font partie de l'Institut de la vie qu'a fondé mon ami Maurice Marois. Je serais aussi de cet avis, mais on dirait: «Vous dépassez l'homme de science, vous devenez un scientifique engagé.»

Nous ne pouvons pas arrêter la science. Il n'y a pas de mal à ce qu'un savant travaille sur la désintégration atomique, mais dès qu'il donne des conseils pour faire une bombe atomique, il faut le condamner. Je voudrais que, dans tous les pays, les savants refusent, mais c'est un peu utopique, bien que c'est ce que l'on souhaiterait.

J.B.: *Le respect de l'environnement suscite de plus en plus de manifestations contre toutes les formes de pollution. Que pensez-vous de ce mouvement?*

J.R.: Il y a beaucoup de mouvements pour la sauvegarde de la nature. Je pense qu'on a un peu exagéré, mais c'est préventif. Ce problème m'intéresse beaucoup, mais je suis plus affecté par la façon dont l'homme offense l'homme à chaque instant, plus que la façon dont il offense la nature. C'est pourquoi j'aimerais que l'homme travaille plus dans le sens de la défense de l'homme. Je suis plus exalté par la tentative de fraternisation que par tout le reste. Lorsque j'étais enfant, il y avait deux choses importantes pour moi: d'une part, la recherche biologique, me pencher sur les petites bêtes, contempler les insectes, et d'autre part, je ne pouvais supporter d'entendre un homme parler à un autre en le considérant comme un inférieur. Voici mes deux racines, c'est affectif, et je suis conditionné par cette passion de ces petites bêtes et par l'horreur de voir un homme dominer un autre homme.

JEAN ROSTAND UN ÊTRE DE LUMIÈRE

Tous les souvenirs que je conserve de Jean Rostand sont des souvenirs lumineux. Je connaissais depuis mon adolescence ses ouvrages de vulgarisation des sciences biologiques, écrits dans une langue à la fois élégante et simple, mais ce n'est qu'en 1961 que j'ai la joie de le rencontrer.

Il m'a reçu à Ville d'Avray, en banlieue ouest de Paris, dans la grande villa vétuste qu'il habitait, au milieu d'un parc envahi par les arbres et les arbustes, où l'on apercevait, dans un désordre digne de Jean-Jacques Rousseau, des statues mutilées, des bancs de pierre envahis par les lichens et, plus loin, ces étangs aux grenouilles qui constituaient son laboratoire personnel.

En guise d'hommage, on a coutume de dire des grands hommes que l'on a la chance de côtoyer, qu'ils sont d'une simplicité désarmante. La simplicité de Jean Rostand n'était pas désarmante: elle vous touchait au cœur même de l'émotion. Il vous interrogeait comme si vous étiez son égal, comme si vos opinions sur les grands problèmes de la biologie étaient aussi importantes que les siennes.

Il n'entretenait aucune illusion sur la valeur scientifique de ses propres travaux de recherches. Il se voyait comme un chercheur anachronique, solitaire, finançant lui-même ses travaux grâce aux droits d'auteur hérités de son père, Edmond Rostand. Ses subventions venaient tout droit de *Cyrano de Bergerac*, de *l'Aiglon* et de *Chanteclerc*... Il était d'ailleurs isolé de l'establishment scientifique qui le lui rendait bien: jamais il ne fut admis à l'Académie des Sciences. En revanche, l'Académie française l'accueillit en son sein et il reçut de l'UNESCO le prix Kalinga, l'équivalent du prix Nobel pour la vulgarisation scientifique.

Car Jean Rostand était un vulgarisateur beaucoup plus qu'un chercheur. C'est grâce à lui que le public francophone se familiarisa avec les grandes découvertes qui venaient de marquer la science de l'hérédité; ses ouvrages sur les chromosomes, sur la génération des êtres vivants, sur les possibilités incroyables qu'offrait la biologie moléculaire dans le domaine de la génétique, sont demeurés des classiques.

Ayant beaucoup réfléchi aux problèmes qui sont au cœur des sciences de la vie, Jean Rostand était devenu, non seulement un philosophe, mais un moraliste de la biologie. Il se faisait une haute conception de l'honneur et de la dignité de l'homme. Il était donc du parti de la liberté contre l'intolérance, fût-elle religieuse, raciale ou politique; du côté des opprimés plutôt que des nantis; du côté de la compassion plutôt que de la domination. Il m'avait dit un jour cette phrase que je n'ai jamais oubliée: «Le premier devoir de l'intellectuel n'est pas de prouver, mais de douter». De contester, comme on dirait de nos jours.

Avec Jean Rostand disparaît une des figures scientifiques les plus attachantes de ce siècle. À l'heure où l'on s'inquiète des espèces en voie de disparition, il faut pleurer la perte d'un être irremplaçable. Un être de lumière.

Fernand Seguin

TRANSPORT LES RUES SUR LA BONNE VOIE

Les taxes municipales montent vite, les Montréalais tout particulièrement en savent quelque chose. Si les services de police et les grandeurs olympiques représentent la majeure partie du fardeau, l'entretien et la rénovation du réseau routier urbain entrent également pour une bonne part dans le chapitre «dépenses» d'un budget montréalais.

Pourtant, et bien des municipalités ne peuvent en dire autant, de louables efforts sont réalisés afin d'améliorer la qualité du réseau et de son entretien, tout en évitant le gaspillage. Ces efforts dont on fait état dans la revue *Chercheurs* de l'Université de Montréal, sont dus à la mise sur pied d'un programme d'entretien et de protection à long terme dont la paternité revient à M. Joseph Hode Keyser, directeur adjoint aux services de la recherche de l'École Polytechnique.

Ce n'est pas en une nuit que M. Keyser a mis au point ce programme puisque ses premiers travaux remontent à une bonne quinzaine d'années, alors qu'il était directeur du laboratoire de contrôle et de recherche de la

ville de Montréal. Préoccupé par la rationalisation des systèmes d'entretien des rues, il s'était d'abord attaqué à une évaluation globale de l'état des chaussées de la ville pour bien vite se rendre compte qu'il n'existait aucun critère sérieux pour évaluer l'état des rues.

Il conçut d'abord un système de compilation de données touchant divers paramètres comme la circulation ou la nature du sol, système qui serait confié à un ordinateur auquel pourraient faire appel les responsables de l'entretien des rues.

Une fois toutes ces informations en main, il devenait possible de mettre sur pied un programme intelligent de réfection des chaussées. Ce programme tiendrait compte de multiples facteurs, variant selon les caractéristiques de chaque rue ou tronçon de rue. Il serait également conçu pour durer le plus longtemps possible, et ce au meilleur coût possible.

Si nos rues, comme nos routes, se détériorent si vite et si souvent, ce n'est pas parce que nous manquons de techniques efficaces. En fait, le problème et sa solution résident plutôt dans la décision d'appliquer une technique plutôt qu'une autre, à un moment donné plutôt qu'à une autre.

La plupart des municipalités continuent à appliquer le principe de l'à-peu-près, c'est-à-dire de boucher les trous quand ils deviennent un peu trop voyants ou cause d'accidents, et de se résigner à reprendre la chaussée au complet quand la



éditeur officiel du Québec

Toujours l'état d'urgence

L'entretien des rues consistait, jusqu'à maintenant, trop souvent à seulement boucher les trous devenus trop voyants, ou à paver de nouveau une rue devenue trop mal en point, sans planification à long terme.

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



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

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

Offre spéciale *

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

nom

adresse

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

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

rue en est rendue au stade de la mosaïque à plusieurs étages.

Ce rapiéçage ne tient évidemment pas compte des causes réelles de la détérioration, et fait trop souvent place à des considérations d'ordre politique et électoral. À cet égard, les électeurs urbains voient miroiter l'asphalte de la même façon que leurs confrères ruraux.

Le programme d'entretien et de protection à long terme des réseaux routiers mis au point par M. Keyser vient mettre de l'ordre dans ce milieu pour le moins trouble. Il consiste d'abord à mesurer de manière continue plusieurs paramètres de l'état de la route, comme la qualité de l'uni du pavage, sa résistance structurale, les défauts apparents, la fréquence des accidents. Ces renseignements permettront de savoir à quel moment l'état de la rue nécessite une intervention.

Les données sont emmagasinées, ainsi que plusieurs centaines ou milliers d'autres qui concernent d'autres rues, parfois même dans d'autres municipalités. En comparant l'état de la rue concernée avec celui d'autres rues analogues, on sera en mesure de prédire l'évolution des défauts constatés. On saura par exemple que ce qui n'a pas l'air si grave cette année, et ne semble mériter qu'une intervention mineure, peut s'aggraver très vite et devenir une véritable catastrophe dans deux à trois ans. Des soins appropriés, et s'il le faut assez coûteux dès l'apparition des symptômes à caractère bénin permettront en fait d'éviter la réfection complète et fort coûteuse de la chaussée deux à trois ans plus tard.

Le responsable municipal se retrouve donc avec des choix: intervient-il maintenant ou l'an prochain, fait-il une réparation temporaire ou permanente, totale ou partielle? Ces décisions, dans la recherche de la meilleure solution, doivent également tenir compte des deux facteurs extrêmement importants que sont la qualité souhaitée dans les limites de l'argent disponible et les capacités d'exécution du travail, les ressources municipales étant nécessairement limitées.

Une fois le travail accompli, on analysera son rendement de manière à pouvoir améliorer les prochaines décisions et les techniques employées. Les avantages d'un tel programme ne se limitent pas à une simple économie d'argent. Il faut également les situer au niveau d'une diminution des accidents, de la durée des déplacements, de l'amélioration de la consommation d'essence.

À l'heure actuelle la ville de Montréal a déjà constitué une

banque de données sur 4 000 tronçons de rues, construits par un grand nombre d'entrepreneurs, avec des techniques et des spécifications très variées et répondant à des usages différents. Même si elle n'applique pas encore intégralement le système de M. Keyser, la municipalité travaille dans cette voie fort prometteuse.

D'autres villes, tant en Ontario qu'au Québec, se montrent intéressées par ce système de gestion des rues et de leur entretien, et les autorités routières du Texas sont même venues voir l'expérience montréalaise avant de se lancer dans un projet du même genre.

Michel Gauquelin

EMBRYOLOGIE ENTRE L'OEUF ET LA POULE

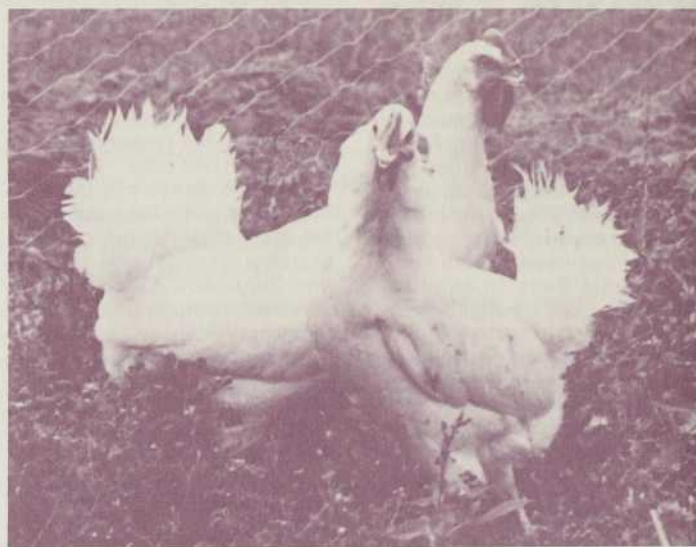
Pendant des siècles, l'homme s'est demandé pourquoi la souris enfantait toujours d'une souris, et la vache donnait toujours un veau ou une génisse. Geste créateur d'un Dieu-superviseur, à chaque fois répété, et à chaque fois aléatoire? Ou présence, dans chaque embryon, d'un adulte déjà parfaitement formé, mais en miniature, et contenant lui aussi un embryon, qui en renfermerait un autre, et ainsi de suite à l'infini, comme autant de poupées russes?

La découverte et l'identification détaillée, en 1953, de la nature du code génétique ont donné l'impression pendant quelques années que ce problème avait été résolu. On introduisait en biologie la notion de programme. L'embryon ne contenait pas un modèle réduit de l'adulte, mais un programme codé, capable de le dessiner.

Mais ça n'explique pas grand-chose. Car toutes les cellules de la souris ont le même code génétique. Alors pourquoi certaines deviennent nerf, alors que d'autres forment le cœur, le sang, ou les os? Est-ce le programme de la mère qui dirige le développement de l'enfant? Et si c'était le cas, comment la mère d'un ovi-pare gèrerait-elle le développement de son embryon, dont elle est désormais complètement séparée?

25 ans, ou presque, après la description de l'ADN, les premiers progrès réels commencent à peine à poindre, sur le front du «développement». En août dernier, Arnold I. Caplan,

professeur de biologie de la Case Western Reserve University, à Cleveland, profitait du Cinquième symposium international sur les troubles de naissance, tenu à Montréal, pour transmettre le résultat de ses recherches sur des embryons de poulet.



J.-P. Langlois

Une poule enfante toujours un poussin

Qu'une seule cellule, l'oeuf fécondé, se multiplie par division et produise finalement un organisme complexe à l'image des deux parents, cela a toujours constitué un énigme. On commence cependant à pouvoir la résoudre.

Le professeur Caplan a d'abord cherché à identifier précisément, dans un seul cas de différenciation, à quelle phase du développement le phénomène se produisait. Il suffisait de déplacer les cellules de l'aile dans des embryons à divers stades de leur développement. Si le foetus de poulet se révélait normal malgré tout, c'est que les cellules déplacées n'étaient pas encore spécifiques. Dans le cas d'une croissance monstrueuse, on devait conclure que la différenciation avait déjà eu lieu au moment de l'intervention.

En recherchant ensuite quels éléments chimiques pouvaient être reliés à ce phénomène de différenciation, Arnold Caplan a pu remonter progressivement une première filière: celle de la différenciation entre les cellules qui, dans l'aile de poulet, donneront naissance à un muscle, ou au contraire, généreront un cartilage puis un os. Cette filière commence par le flot sanguin qui amène plus ou moins de *nicotinamide* aux environs de la membrane des cellules de cette région. Dans la cellule, la *nicotinamide* est transformée par activité enzymatique en un composé appelé le *NAD*, qui entre dans la fabrication de *Poly-ADP-ribose*. Or, cette dernière molécule, un nucléotide, s'associe physiquement à certains gènes, agissant comme une clé qui «ouvre» l'usine de fabrication

des constituants spécifiques des cellules musculaires.

Avec une seule filière ainsi identifiée, alors qu'on a en fait des milliers de cellules différentes, et pour des centaines de milliers d'espèces, on peut estimer que le progrès est minime. Pourtant, cette première décou-

verte constitue un modèle sans doute généralisable. Il se pourrait bien en effet que le flot sanguin, c'est-à-dire le dessin des premiers vaisseaux dans l'embryon en formation, entraîne un à un les différents «dé-verrouillages» dans les cellules les mieux irriguées, alors que les cellules moins bien irriguées en resteraient à des stades génétiquement moins évolués.

Beaucoup d'autres questions se posent toutefois: n'y a-t-il qu'une seule clé, pour toutes les différenciations, le stade antérieur de développement fixant à lui seul sur quel gène agirait cette poly-ADP-ribose? Et les molécules chimiques identifiées par M. Caplan sont-elles propres à la souris ou sont-elles les mêmes chez tous les mammifères y compris l'homme? Le facteur d'irrigation sanguine identifié jusqu'ici est-il le seul ou agit-il en conjugaison avec d'autres facteurs physiques? Et si, dans ce flot sanguin, le nombre de facteurs stimulant la différenciation est considérable, des déficiences du côté maternel peuvent-elles générer des troubles de développement? Et comment s'effectue cette régulation des différentes substances «développementales».

La portée de telles recherches est considérable, non seulement du point de vue théorique, mais dans ses applications médicales. Outre les troubles de

développement, c'est du côté du cancer que de telles découvertes risquent d'apporter le plus. En effet, cette maladie marquée par une prolifération anarchique de cellules s'accompagne d'une perte partielle de différenciation. On a en outre retrouvé, associées à de nombreux cancers, des molécules bio-chimiques caractéristiques des premières phases du développement embryonnaire. Denis Gospodarowicz, de l'Institut du cancer de l'Université de Californie, a d'ailleurs présenté une de ces hormones, nouvellement identifiée, à l'occasion du même colloque international de Montréal, hormone qu'il a appelé le FGF (pour *fibroblast growth factor*), qui stimule la prolifération des cellules des tissus conjonctifs.

Un domaine à suivre dans les dix prochaines années: avec le secteur des manipulations génétiques, c'est probablement le plus grand défi de la biologie moléculaire contemporaine.

Pierre Sormany

TÉLÉCOMMUNICATIONS DES PHOTONS JASEURS

Les expérimentations visant à perfectionner la technologie de transmission d'information par fibres optiques visent actuellement deux grands modes de transmission. La transmission d'information codées en numérique (un langage machine, par exemple: la téléphonie) ou en analogique (par exemple la câblodistribution).

L'expérience canadienne la plus récente est menée conjointement par Bell Canada et Bell Northern Research. Il s'agit d'établir une liaison expérimentale, de deux ans (1977-1979), entre les centrales de commutation des rues Ontario et Belmont, sur une distance de 1,5 kilomètre. Le câble utilisé comprend six paires de fibres optiques qui, utilisées à une fréquence de 6 mégabits, accorderont une possibilité de 96 conversations téléphoniques simultanées par paire de fibres et une puissance de 672 conversations à une fréquence de 45 mégabits. Il sera inutile d'installer quelque relais que ce soit, à cause de la très haute conductibilité des fibres. Le câble demeurera à l'intérieur des conduits souterrains pour une période indéfinie afin de pouvoir en mesurer la résistance au temps et à ses effets. Bell

Canada a entrepris ce programme de recherche à cause, surtout, des caractéristiques de non-conductibilité et de non-inductivité des fibres optiques qui assurent ainsi une transmission libre de parasites à un minimum d'interférences de «bruits»; aussi, on espère pouvoir économiser de l'espace dans les conduits et éviter des engorgements aux endroits de grande commutation et de transmission.

D'autres projets sont actuellement à l'étude au Canada: le

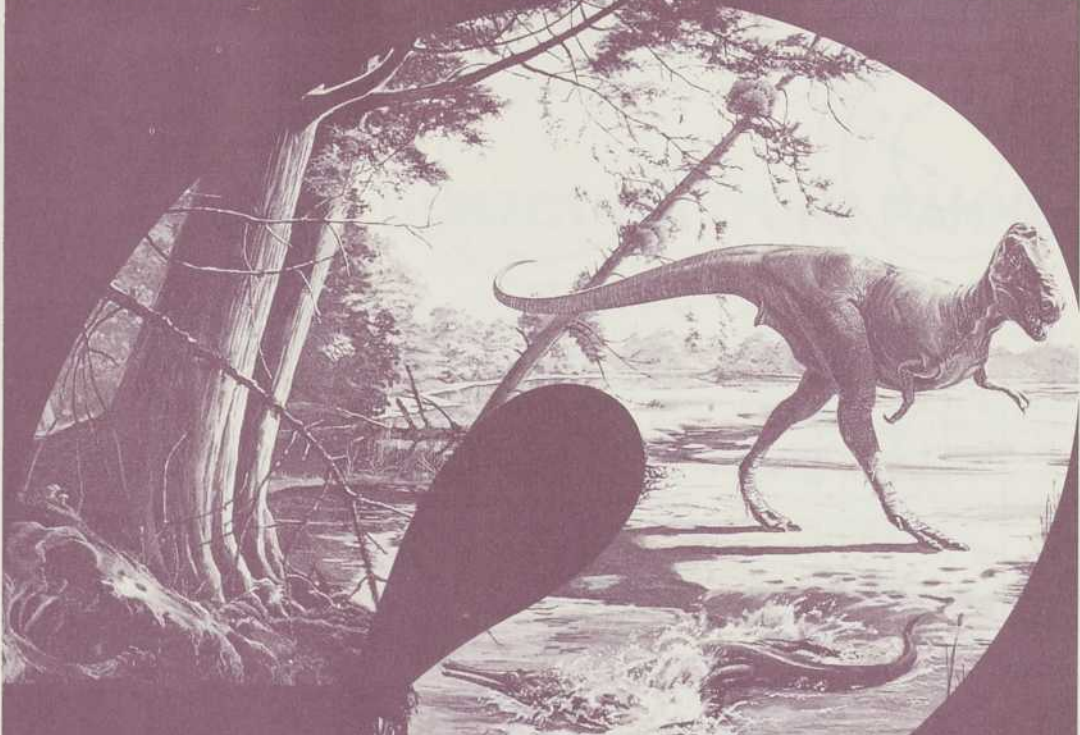
projet de recherche de 1,5 million de dollars sur la câblodistribution par fibres optiques au Consortium de la Cable Systems Engineering Limited, qui devrait débuter au printemps 1979 à London, Ontario, et aussi le projet de la reconstitution de la «cité câblée» en milieu rural que le ministère des Communications du Canada étudie présentement avec certains centres de recherche spécialisés.

Regardons maintenant de plus près l'ensemble d'un système

de transmission par fibres optiques, son fonctionnement et ses limitations.

Au niveau de l'émetteur, le signal électrique entre d'abord à l'amplificateur qui lui donne la puissance et la modulation voulues avant qu'il n'atteigne la source lumineuse. En transmission analogique, les deux sources lumineuses les plus communément utilisées sont le laser et la diode émettrice de lumière (DEL) (en anglais: LED ou *Light emitting diode*), les deux appareils étant des semi-conduc-

QUE S'EST-IL PRODUIT ?



Quelle est la cause de l'extinction soudaine des dinosaures, il y a quelque 64 millions d'années?

LE MONDE DISPARU avance l'hypothèse qu'une explosion stellaire colossale a déclenché une crise écologique qui a balayé le globe et a entraîné la disparition des dinosaures ainsi que de nombreux autres êtres vivants.

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

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

144 pages, 84 clichés en couleur,
10 peintures originales

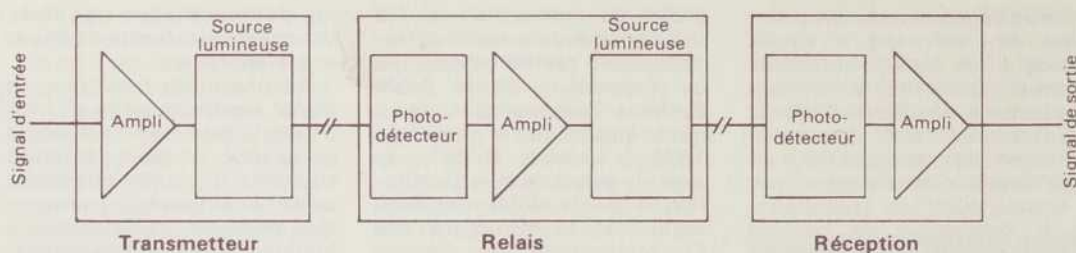
\$12.95 (Le prix de ce volume peut
être modifié sans préavis.)

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

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

LES MUSÉES NATIONAUX DU CANADA

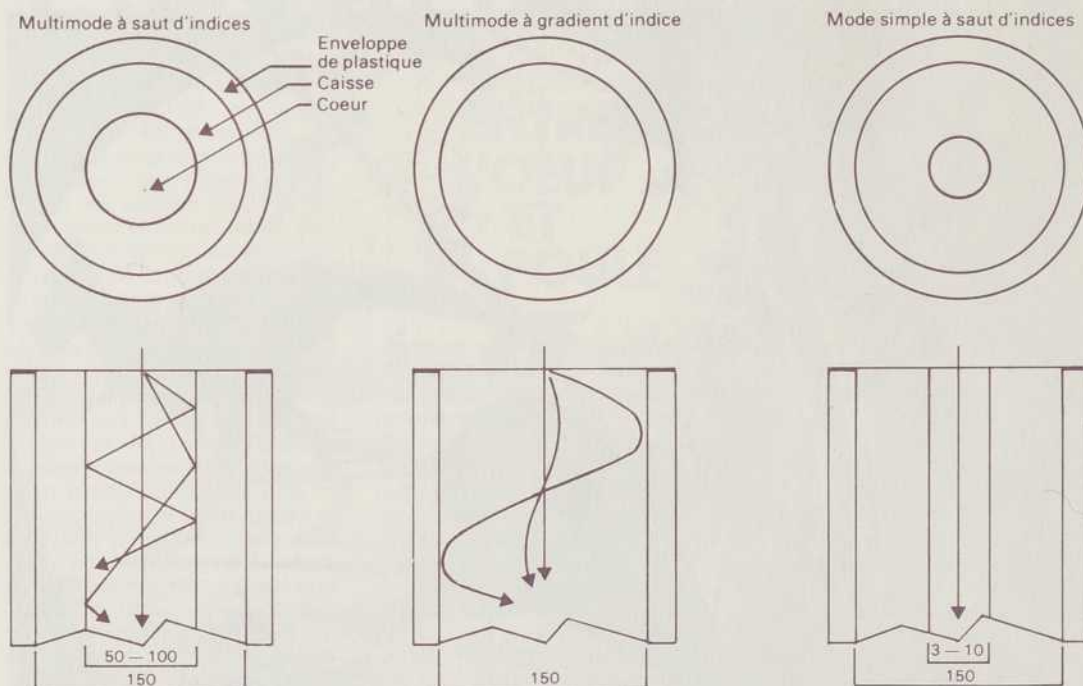
Le musée national des Sciences naturelles
Et d'histoires en Histoire...



D'après CATJ, vol. 4, no 4, 1977

Par l'intermédiaire des fibres optiques

Le système expérimenté à Montréal permet de transmettre simultanément 96 conversations téléphoniques. Les relais peuvent être distancés de plus de 7 kilomètres au lieu du 1,8 kilomètre nécessaire avec les fibres de cuivre. À la réception, l'atténuation du signal est très faible comparativement au système traditionnel.



note: les dimensions sont données en micromètres

D'après Télévis, vol. 5, no 1, 1977

Selon le trajet

On reconnaît actuellement trois grandes catégories de câbles à base de fibres optiques, selon le trajet suivi par les photons à l'intérieur de la fibre.

teurs, à base de gallium, d'aluminium et d'arsénide.

Les paramètres amenant au choix de l'appareil émetteur sont la compatibilité avec le câble (fibres optiques) en terme de largeur de bandes, de puissance d'émission, de linéarité du signal et de durabilité.

Actuellement, on produit des DEL qui, couplées à une fibre, sont capables d'une puissance de 0,4 milliwatt (mW) et des lasers d'une puissance de 10 mW; puissances suffisantes pour les besoins. Quant à la durabilité, les projections accordent une vie de 10^7 heures aux DEL (1 000 ans) et de 10^5 heures aux lasers (environ 12 ans). On favorise actuellement les DEL qui, bien que moins puissants, assurent une stabilité

générale plus intéressante. Des recherches sont actuellement en cours afin de créer un laser répondant aux besoins spécifiques des fibres optiques, le laser ayant un potentiel de puissance plus intéressant que les DEL et donc de largeurs de bandes plus grandes.

Au niveau de la réception des ondes lumineuses, le photodétecteur utilisé doit posséder des qualités de réponses rapides et fidèles aux signaux du DEL ou du laser, selon la largeur de bande utilisée, et aussi être solides, compacts et simples d'utilisation, car ils seront employés aussi bien «dans le champ» qu'au point de réception final. Actuellement, les photodétecteurs au silicium semblent répondre à la demande.

Quant aux postes de relais entre l'émetteur et le récepteur, les fils de cuivre nécessitent un relais à tous les 1,8 kilomètre, alors que les fibres optiques peuvent porter de 5 à 10 fois plus loin avant que l'atténuation du signal ne paraisse, permettant ainsi des économies d'installation de près de 70 pour cent. Le relais cumule les fonctions d'émetteur et de récepteur avec un amplificateur pour rehausser le signal à relancer dans le câble. Les connections et les épissures demandent aussi beaucoup d'attention; les coupures doivent être parfaitement droites et parallèles l'une à l'autre pour ne pas déplacer l'axe de transmission. Les extrémités doivent s'aligner parfaitement pour ne

pas laisser échapper une partie du signal, tout comme dans un conduit d'eau.

La fibre optique elle-même comprend un cœur constitué de silice pure. On y ajoute des impuretés selon que l'on veut hausser ou réduire son indice de réfraction original. Le contour est aussi fabriqué de verre, mais possédant un indice de réfraction légèrement différent; il sert ainsi, par réflexion, à contourner le passage des signaux lumineux.

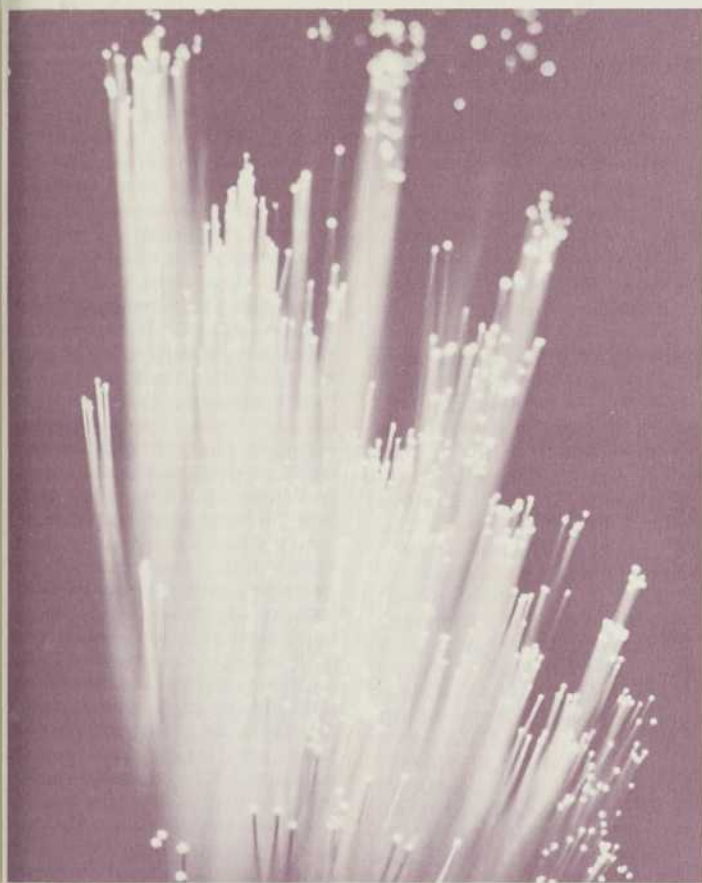
La silice a les avantages d'imposer le moins d'atténuation au signal, une largeur de bande très grande, une sensibilité relativement faible aux variations de températures et des caractéristiques d'extensibilité et de flexibilité intéressantes, au moment des installations.

On reconnaît actuellement trois grandes catégories de câbles à base de fibres optiques: le câble de transmission de mode simple à saut d'indices, le câble de transmission de mode multiple à gradient d'indices, et enfin le câble de transmission de mode multiple à saut d'indices.

Dans le cas des fibres de mode simple, à saut d'indices, l'indice de réfraction entre le cœur et la gaine varie peu. Le cœur, très petit (3-10 micromètres), ne permet qu'un mode de transmission, avec des difficultés pour obtenir de faibles atténuations du signal, et avec des problèmes de pertes lors des connections et des épissures. Avec cette fibre, les largeurs de bande peuvent atteindre jusqu'à 2 gigahertz, par kilomètre.

Avec le mode multiple à saut d'indices, l'indice de réfraction entre le cœur et la gaine varie d'une façon hétérogène. Le signal lumineux voyage donc d'une façon désordonnée et à des vitesses différentes, en se propageant selon différents modes sur l'axe de transmission. Ceci occasionne une limite au maximum de largeur de bande utilisée (35 mégahertz par kilomètre).

Le mode multiple à gradient d'indice se caractérise par un indice de réfraction de la gaine décroissant presque paraboliquement, à partir de l'extérieur jusqu'au contact du cœur. Ainsi, les signaux lumineux près de l'axe de transmission de la fibre sont dans une région où l'indice de réfraction est le plus haut, ralentissant leur vitesse; alors que les signaux éloignés de l'axe sont dans des régions où la réfraction est la plus basse, leur accordant une grande vitesse. On a ainsi pu déterminer des paramètres de construction pour contrôler et uniformiser la vitesse des



Plus fin qu'un cheveu

La fibre optique est constituée de fins filaments, plus fins que le cheveu humain. Servant de support pour les ondes lumineuses constituées de photons, elles présentent une plus grande capacité pour les communications que les fibres ordinaires, habituellement constituées de cuivre.

signaux, en évitant des phénomènes de dispersion inhérents à la transmission en sauts d'indices. Ces fibres ont un potentiel de transmission de 1 gigahertz par kilomètre, avec une atténuation de 2 à 5 décibels par kilomètre, soit une réduction de 50 pour cent du signal. Cette atténuation est la même quel que soit le potentiel de transmission. Ceci se compare avantageusement à ce qu'on observe par exemple avec un câble coaxial à base de cuivre (actuellement ce qu'il y a de meilleur sur le marché), soit une atténuation de 28,5 db/km associée à un potentiel de transmission de 500 mégahertz par kilomètre, ou avec un câble commercial de moindre qualité, soit une atténuation de 150 db/km.

Ainsi la fibre de mode multiple à gradient d'indice est celle qui a été généralement choisie

comme répondant d'une façon optimale aux besoins pour des fins d'application en télécommunications.

Il est maintenant démontré que, théoriquement, les fibres optiques peuvent répondre encore mieux que les systèmes classiques aux actuels besoins de transmission et que les fictions les plus fantaisistes sont à la portée des chercheurs. Il restera à délimiter le juste emploi de cette technologie selon des paramètres d'économie et des décisions politiques en regard de cette nouvelle ressource. La surmultiplication des canaux à outrance, tel que nous l'avons déjà vécu avec la câblodistribution, peuvent amener de graves problèmes culturels et déontologiques si on ne surveille pas de près l'évolution de cette technologie.

Alain Leblanc

ÉLECTRICITÉ DISSECTION D'UNE PANNE

Le réseau de transport d'énergie de l'Hydro-Québec est un véritable laboratoire de terrain pour les ingénieurs. Les pannes du 20 et du 22 septembre dernier sont là pour le prouver. Sur le moment même, il était impossible pour les experts de fournir des explications sur les causes réelles de ces pannes; les

premières hypothèses, avancées au lendemain du premier soir de noirceur se sont même avérées fausses par la suite. Ce n'est qu'une dizaine de jours après les deux interruptions provinciales que, grâce aux données recueillies automatiquement au cours des incidents, les consommateurs ont pu

"Avec vous, jusqu'aux bouts du monde"

Patrick et Hélène

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



**CLUB
AVENTURE**
VOYAGES INC.

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

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

AMAZONIE: descente en pirogue (4 semaines)

ANDES: expédition à dos de mule (4 semaines)

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

MAROC: caravane de chameaux (3 semaines)

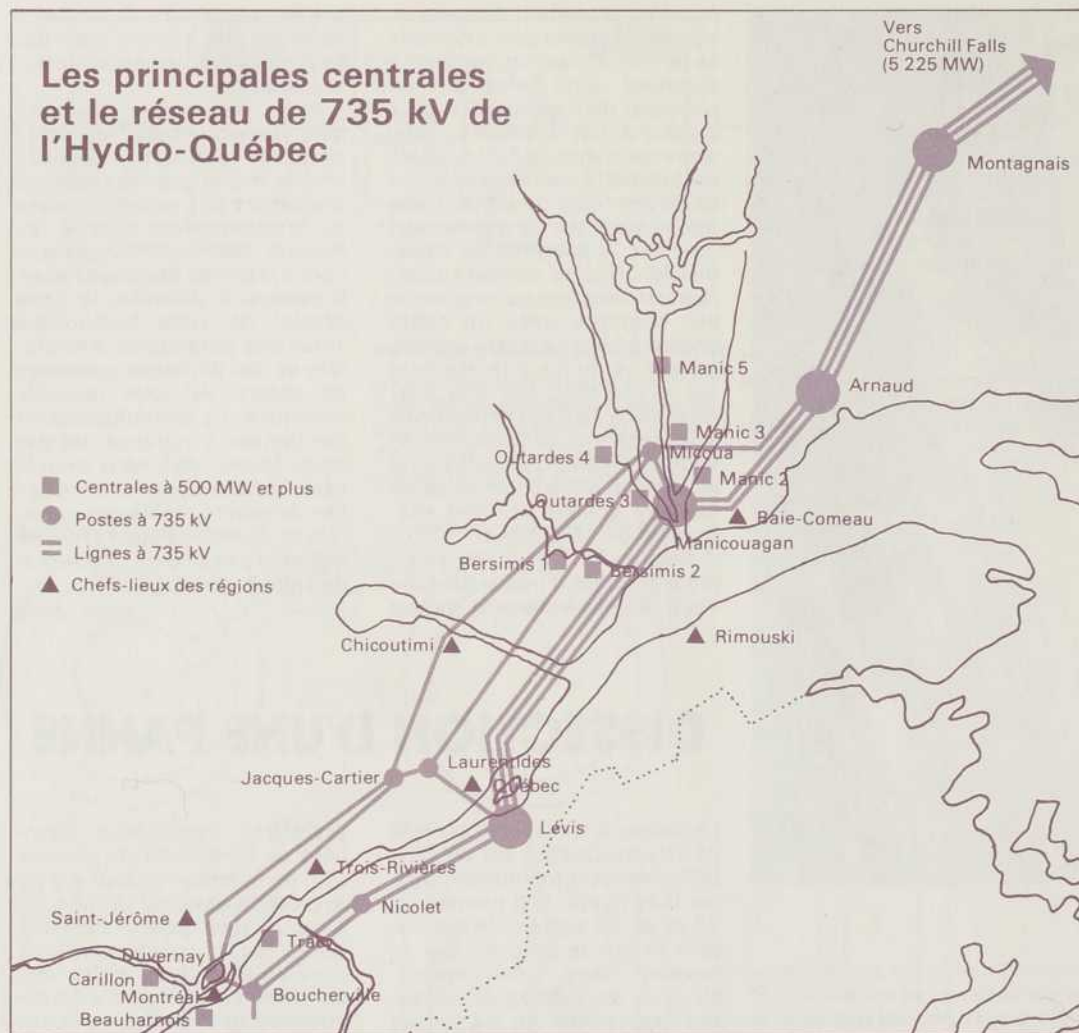
MEXIQUE: descente du canyon Del Cobre en canot pneumatique (3 semaines)

SENEGAL: découverte du fétichisme africain (4 semaines)

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

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

Les principales centrales et le réseau de 735 kV de l'Hydro-Québec



connaître les dessous des pannes. Des analyses des facteurs en jeu lors de l'effondrement du système d'alimentation de l'Hydro ont fourni les explications des deux pannes; la répétition de ces coupures si dérangeantes pour l'ensemble des activités québécoises pouvait donc être évitée.

Est-il possible de repasser la séquence des événements de ces deux jours de trouble à l'Hydro? Les explications fournies par M. J.J. Villeneuve, responsable du réseau de transport à la société d'État, permettent de tracer un bilan des pannes de l'automne 1977. Le 20 septembre, au milieu de l'après-midi, plus de 4 000 mégawatts de puissance circulaient sur l'artère très importante reliant les Chutes Churchill à Montréal. Un corridor constitué de trois lignes de 735 kilovolts apportait l'énergie du Labrador vers les zones habitées, fournissant à lui seul 40 pour cent de la demande totale du réseau à ce moment. Voilà qu'à 15 heures 25 minutes, au poste Montagnais, premier point de contrôle entre Churchill et Sept-Îles, l'éclatement d'un transformateur de tension, appareil de

mesure de la tension sur les conducteurs et de protection contre les variations trop brusques de cette dernière, provoque la mise hors service d'une première ligne. Une seconde plus tard, sans raison évidente, une deuxième ligne est déclenchée automatiquement — et mystérieusement —, transférant toute la demande sur la seule ligne encore en opération. Évidemment, cette ligne ne pouvait supporter une telle charge; son interruption priva brusquement le Québec de 40 pour cent de son approvisionnement en énergie électrique.

Malgré une tentative ultime d'allègement des circuits encore en fonctionnement, opération de délestage dans le jargon des techniciens, par l'interruption planifiée du service dans les régions les plus achalandées, la demande était encore trop forte. Des débranchements en cascade se produisirent alors en plusieurs points du réseau donnant lieu à la panne complète, sauf pour des régions alimentées par des turbines hydrauliques proches.

Pour parer à cet «effondrement complet du réseau», l'opération d'urgence allait être

entreprise dès 15 heures 27 minutes pour redonner le service aux quelques millions de Québécois plongés dans l'obscurité. Devant être complétées dans un délai de deux heures, les mesures prévues ont été retardées par le bris d'autres appareils au moment de la remise en marche. Le plus troublant fut sans doute l'éclatement d'un dispositif de protection contre la foudre sur la ligne de 735 000 volts traversant le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de l'Île d'Orléans. Ce nouvel accident a eu pour effet de priver le secteur de Québec d'électricité pour des périodes atteignant six heures, alors que d'autres régions alimentées par des centrales proches telles que Beauharnois et Carillon dans la région de Montréal ou branchées aux lignes de transport situées sur la rive nord du fleuve revoyaient la lumière à peine une demi-heure après le début de la panne.

Toutefois, à l'Hydro, on en apprend beaucoup lors d'une panne, et l'expérience a servi très vite. Ainsi, la deuxième panne, celle du 22 septembre, a été rapidement maîtrisée. À cause d'un deuxième déclen-

chement inopiné de cette ligne de 735 kilovolts qui avait fait défaut l'avant-veille, au moment même où les réparateurs s'affairaient à remplacer l'appareil défectueux sur la première ligne encore inutilisée, le Québec fut encore privé pendant quelques instants du fluide si précieux. Cette fois, l'opération de délestage fut effectuée avec succès, diminuant la demande sur le réseau de quelque 2 000 mégawatts par l'interruption volontaire du service à Montréal et à Québec. Quelques minutes furent alors requises pour rétablir le service à l'ensemble des abonnés en ayant recours aux réserves disponibles aux autres centrales non affectées par le bris du poste Montagnais.

Ces deux pannes permirent malgré tout d'expérimenter une nouvelle méthode de remise en fonctionnement du réseau, dont l'opérationnalisation était prévue pour le début de novembre. Les premiers essais ont révélé la justesse des calculs des experts et, dans des circonstances analogues, les consommateurs pourront s'attendre à reprendre leurs «activités branchées» en quelques minutes, tout au plus une heure ou deux. Seule une succession très peu probable d'incidents pourrait rendre ce nouveau plan inapplicable. La possibilité de pannes subsiste malgré tout, du fait de la grande complexité du réseau de transport. Plus de 40 000 appareils de haute tension parsèment le réseau sur tout le territoire; plusieurs d'entre eux font appel à des technologies très nouvelles, jamais expérimentées dans des conditions climatiques aussi rigoureuses que celles du Nord québécois.

Il n'est donc pas surprenant d'apprendre les vraies raisons de ces deux pannes: des déficiences techniques dans les deux cas. L'éclatement d'un transformateur, dans le premier cas, dû à l'usure prématurée de l'appareil en raison de la pénétration d'humidité dans ses parties sèches, et théoriquement étanches... Le mauvais fonctionnement d'un relais de sécurité devant protéger le réseau contre les pannes majeures, dans le deuxième cas... Cette description des pannes serait incomplète sans en souligner une retombée avantagieuse pour les abonnés de l'Hydro: la sécurité du réseau est maintenant augmentée, des mesures de prévention et de correction suivant nécessairement de tels événements. Et les chances de nouvelles pannes diminuent d'autant, la possibilité d'une deuxième panne du même type étant à peu près exclue. Mais, la technologie a ses caprices...

ÉLECTRICITÉ

UN PETIT FRÈRE
DE PLASTIQUE

Travailler sur un pylône à une soixantaine de mètres dans les airs n'a rien d'une partie de plaisir, surtout en hiver. Quand l'ouvrage consiste à changer les isolateurs des lignes à haute tension cela devient un exploit: un ensemble de deux chaînes d'isolateurs en porcelaine, comme ceux qui équipent la ligne de 735 kV, de Manic-Outardes, pèse au-delà d'une demi-tonne, 548 kilos pour être précis.

La mise au point, par l'Institut de recherche de l'Hydro-Québec, d'un nouvel isolateur dont le poids ne dépasse pas 32 kilos représentera donc une grande amélioration pour l'installation et l'entretien des lignes à haute tension. Constitué d'une tige de fibre de verre recouverte d'une enveloppe de plastique ne formant qu'une seule pièce, ce type d'isolateur est déjà utilisé en Europe, mais à des tensions bien inférieures à 735 kV. L'Institut de recherche poursuivait depuis 1973 des études et essais en laboratoire pour mettre au point cet isolateur synthétique.

Les résultats ont été jugés satisfaisants et il ne restait plus qu'à les vérifier en plaçant les isolateurs dans des conditions réelles d'exploitation. À la fin de l'été, une vingtaine de monteurs de l'Hydro-Québec ont donc escaladé quelque 40 pylônes de la ligne de 735 kV pour y échanger les isolateurs de porcelaine contre leurs petits frères synthétiques.

La substitution s'est faite en un temps record, sur le bout de ligne situé entre Charlesbourg et Saint-Jean-Chrysostome près de Québec. Les 240 nouveaux appareils installés vont donc être soumis à des conditions climatiques qui se révéleront sans doute plus difficiles que celles rencontrées en laboratoire.

La légèreté n'est pas le seul avantage du nouvel isolateur. Son diamètre réduit (13 centimètres contre 30 pour l'ancien) facilite également sa manipulation, de sorte que son installation prend finalement deux à trois fois moins de temps que dans le cas de l'isolateur en porcelaine. De plus, la mise en place est définitive et aucun entretien n'est nécessaire par la suite. Comme la fiche technique de l'isolateur synthétique est nettement supérieure à celle de ses prédécesseurs et que son coût de fabrication est inférieur, les autorités de l'Hydro-Québec attendent avec impatience de voir comment il réagit sur son lieu de «travail».

Si les espérances sont confirmées, le dernier-né de l'Institut de recherche de l'Hydro-Québec équipera les lignes en provenance de la baie James, à commencer par les lignes 4 et 5 du complexe La Grande. Ce sera ainsi une première mondiale sur des lignes à 735 kV.

Michel Gauquelin



hydro-québec

Une technique améliorée

Les nouveaux isolateurs, de fibre de verre et de plastique, présentent de nombreux avantages sur les anciens faits de porcelaine. Plus légers, leur entretien est nul, et leur mise en place définitive.

ENDORPHINE

DE
L'ANALGÉSIE À L'ÉPILEPSIE

La découverte de substances morphinométiques naturelles dans le cerveau du porc, du chameau, puis de la majorité des mammifères, y compris l'homme, a ouvert une des voies de recherche les plus prometteuses en neurophysiologie.

Outre qu'elle permet de jeter un éclairage nouveau sur les phénomènes de dépendance à la morphine, la présence de ces «morphines endogènes» (endorphines) permettait une première explication de la brusque désensibilisation qui accompagne les grandes blessures, ainsi que de l'action analgésique de facteurs externes, comme l'acupuncture ou la stimulation électrique en deçà du seuil de la douleur (Voir *Québec Science*, août 1977).

Mais le rôle de ces substances ne s'arrête pas à leur action analgésique. L'une d'elles, la bêta-lipotropine, peut provoquer, même à des doses où la morphine n'obtient presque pas d'effet, une catalepsie totale chez l'animal de laboratoire: comme une poupée de latex, il demeure rigide et fixé dans la position où on le place, pour une durée de quelques heures! D'autres chercheurs ont obtenu, avec les courtes enképhalines (premières endorphines à avoir été identifiées), des tremblements (*wet dog shaking*, comme disent les Américains!), des rigidités locales, de courtes pertes de sensibilité, etc.

Ces effets ont d'abord été associés à un rôle éventuel de certaines endorphines comme inhibiteur de la dopamine, un neuro-transmetteur associé au contrôle moteur, et dont l'insuffisance provoque souvent la maladie de Parkinson. Pour confirmer en partie cette hypothèse, M. Fernand Labrie, de l'université Laval, est parvenu à démontrer que l'injection d'endorphines stimulait la production de certaines hormones pour lesquelles cette dopamine joue justement le rôle d'inhibiteur.

Une première question pouvait donc être lancée: la maladie de Parkinson (ou éventuellement d'autres troubles moteurs analogues) peut-elle s'expliquer par un excès d'endorphines?

Parallèlement, l'effet cataleptique de la bêta-endorphine, doublé de l'effet «je-m'en-foutiste» caractéristique des drogues opiacées agissant sur les mêmes récepteurs, a incité certains scientifiques à associer l'excès d'endorphines à certaines formes de schizophrénie. Une fois de plus, la chose reste à

démontrer, mais l'hypothèse est intéressante.

En juillet dernier, c'était au tour de l'épilepsie de faire son entrée dans la catégorie des maladies potentiellement reliées à une activité excessive des endorphines. Les auteurs de cette hypothèse, les Drs Urca, Frenk et Liebeskind, du département de psychologie de l'Université de Californie à Los Angeles, soulignent, dans la revue *Nature*, la concordance des zones cérébrales les plus vulnérables aux dérèglements épileptiques expérimentaux et des zones où abondent les récepteurs opiacés.

Mais c'est en étudiant en fait l'effet neurophysiologique d'injections intraveineuses ou intracérébrales d'enképhalines sur ces zones cérébrales que les chercheurs ont démontré que, même pour les rats qui ne manifestaient aucun des effets morphinométiques normaux, l'abondance de ces enképhalines déréglait manifestement l'électro-encéphalogramme pour lui donner l'apparence caractéristique d'attaques épileptiques mineures.

Les auteurs en viennent à se demander si tous les autres effets secondaires notés lors d'expériences avec les endorphines (tremblements, rigidité, catalepsie) ne seraient pas, tout simplement, des manifestations de la crise épileptique provoquée par ces substances.

Cela ne révolutionne pas nécessairement notre conception de cette maladie, notamment le rôle régulateur de la GABA (acide gamma-aminobutyrique) et de la taurine (Voir *Québec Science*, février 1977), mais permet d'expliquer comment l'insuffisance de ces neuro-transmetteurs finirait par dégénérer en attaque, par «déchaînement» des endorphines cérébrales. Une simple hypothèse, pour l'instant, mais qui permet de voir à quel point la découverte d'une seule famille de petits peptides cérébraux a contraint les chercheurs à tout revoir leur abécédaire neurologique.

Et dire qu'on a identifié depuis des centaines de peptides d'autres groupes, dont on n'a aucune idée du rôle pour l'instant!

Pierre Sormany

PARUTIONS RÉCENTES

AMÉNAGEMENT ÉCOLOGIQUE ET PISCICOLE DES EAUX DOUCES



Jacques Arrignon, Gauthier-Villars, collection «Écologie fondamentale et appliquée», Paris, 1976, 320 pages, \$37.50

Ce livre intéressera les spécialistes en écologie de l'eau douce et toutes les personnes engagées dans la lutte pour la préservation du patrimoine piscicole. L'auteur y décrit les causes et les conséquences de la pollution des eaux, l'évolution biologique de ce milieu, ses défenses aux agressions sans cesse croissantes de la part de l'homme, ainsi que les principes d'aménagement des bassins piscicoles. Après un exposé théorique des bases écologiques du milieu aquatique, l'auteur traite les divers aspects des élevages piscicoles et, finalement, l'aménagement des ressources aquatiques. Un glossaire relatif aux termes utilisés en écologie aquatique et en pisciculture ainsi qu'une bonne bibliographie complètent ce travail.

Joseph Risi

LE MARCHÉ DE L'ANGOISSE

Henri Pradal, Le Seuil, Paris, 1977, 192 pages, \$9.95

Pourquoi y a-t-il des professionnels de l'angoisse, notamment les psychologues, psychiatres et autres psychanalystes? Pourquoi existe-t-il un vaste marché de drogue, d'alcool, de tabac, de tranquillisants? Comment se fait-il que les services funéraires soient si rentables pour les commerçants spécialisés dans ce domaine, pourquoi vaccine-t-on autant les enfants, pour-

quoi les assurances sont-elles autant prisées des personnes dans la force de l'âge, pourquoi le marché des prothèses est-il aussi florissant dans le secteur des vieillards?

Henri Pradal répond que c'est l'angoisse qui est à la source de ces marchés commerciaux de plus en plus rentables. L'auteur du *Guide des médicaments les plus courants* et de *Les grands médicaments*, se livre avec *Le marché de l'angoisse* à un premier travail de déblayage sur un terrain non encore défriché. C'est donc plus dans l'optique de découvrir des pistes à suivre que dans la recherche d'une réponse globale au phénomène de l'angoisse qu'il faut lire ce livre, cet essai plus exactement. L'auteur reconnaît même qu'un de ses chapitres fait un peu fonction de fourre-tout.

Il reste que les faits et la réflexion que propose Henri Pradal devraient ouvrir bien des yeux sur la nature de l'angoisse, sur ceux qui la suscitent pour mieux en profiter, en terme de gros sous, par la suite.

«Ce qui est grave dans la société contemporaine, écrit Pradal, c'est que les tensions persistent, faute d'assouvissement des pulsions primitives, alors même que les tabous sont tombés. Si l'on admet que l'angoisse n'est rien d'autre que la conséquence de l'insatisfaction du désir, que le résultat d'une incapacité à agir ou à comprendre, on comprend qu'elle soit si liée à tout ce qui s'oppose à la pulsion vitale dominée par la recherche du plaisir.»



Et ce plaisir, ce pourra être cette maison de rêve, ce gros lot de lotto que font miroiter la publicité des marchands, et que l'immense majorité des salariés ne pourra obtenir, posséder. L'angoisse de la frustration, ainsi créée va devenir un excellent marché.

«Non contente de multiplier les désirs contrariés, les frustrations et les aliénations, notre société les contrôle et les oriente au moyen d'exutoires comme la télévision, l'alcool, le tabac et les drogues officielles ou non, l'automobile, les clubs de vacances ou de loisirs, dont le but est visiblement régressif: pour

différer, sinon empêcher, l'affrontement de l'individu avec sa propre angoisse, il est devenu vital de créer un ersatz d'euphorie affective et sensorielle, première étape de la route vers l'hébétéude.»

La société marchande a modelé l'individu pour qu'il produise et qu'il consomme, écrit Pradal. Pour sa propre survie, cette société est donc obligée de sécréter assez d'angoisse pour éviter «tout enlèvement dans la sérénité improductive, meurtrière du désir». Et c'est pour cela que l'auteur affirme que l'angoisse est devenue le moteur des activités humaines. Il passe d'ailleurs en revue, à l'appui de sa démonstration, plusieurs de ces activités que ce soit celle de l'information contrôlée par les oligarchies et qui se résume à «nous pensons pour vous, faites le reste...» aux étapes de la vie depuis la grossesse jusqu'à la vieillesse et la mort, chaque étape de la vie humaine présentant un excellent marché pour les marchands d'angoisse.

Et le pire, ce qui pourrait entraîner la révolte si elle n'était déjà contrôlée, c'est que «la société industrielle aurait pu, avec les armes dont elle dispose aujourd'hui, tuer l'angoisse de l'homme. Ce faisant, elle se serait anéantie elle-même, car l'homme sans angoisse est réduit à une existence végétative et n'est plus utilisable pour faire tourner le cycle production-consommation.»

Et lorsque Henri Pradal termine son ouvrage en disant que sevrer l'homme de son angoisse pour mieux le maîtriser, c'est vouloir le réduire à l'animalité, on ne peut s'empêcher de frémir, tout comme on l'a fait au fil des 192 pages.

Michel Gauquelin

CONNAÎTRE LES ÉTOILES EN 10 LEÇONS

Pierre Kohler, Hachette, coll. «En 10 leçons», Paris, 1977, 256 pages, \$12.25

C'est un véritable guide de voyage dans le ciel qu'a écrit Pierre Kohler, astronome de l'Observatoire de Paris. Axé sur la pratique de l'observation des étoiles qui peuplent les cieux, cet ouvrage est une petite merveille de vulgarisation qui permettra au débutant de faire ses premiers pas dans les constellations, tout en conseillant l'astronome confirmé pour des opérations plus délicates, comme la photographie des astres ou la construction d'un télescope.

Des explications détaillées, accompagnées de dessins et schémas très simples, permettent de s'initier progressivement à la découverte et à l'observation des constellations saison par saison, à celles des planètes. On apprendra également, grâce à une exploration plus en profondeur mais toujours à l'oeil nu, à découvrir les couples stellaires, les amas globulaires, les amas ouverts ou les nébuleuses.

La Lune, le Soleil, les étoiles filantes, les satellites artificiels font également l'objet de chapitres spéciaux. Mais une bonne moitié du livre porte sur la construction d'une lunette simple, celle d'un télescope avec taille du miroir par soi-même, des recommandations pour l'achat d'un instrument astronomique et pour la photographie. Et là, un lexique avec des adresses, des suggestions de lectures complètent cet ouvrage très pratique qui a toutefois le petit désavantage, pour un Québécois, de présenter le ciel que voit un Français. Cette restriction, somme toute mineure, n'enlève rien à la qualité remarquable d'un livre complet et fort pratique.

Michel Gauquelin

SE NOURRIR, SE GUÉRIR AUX PLANTES SAUVAGES

Bianca et Alain Saury, Tchou, coll. «L'école buissonnière», Paris, 1977, 274 pages, \$20.10

«Qu'est-ce qu'on mange? «Des topinambours et des rutabagas», répondait notre mère aux enfants affamés que nous étions ma soeur et moi.

«Ah! bon», soupirions-nous... Ma mère épluchait les topinambours puis les faisait cuire à l'eau et nous les mangions nature, faute d'ingrédients. Je me souviens que c'était un plat parfaitement insipide et assez infect. À cette époque, pourtant, les légumes étaient encore biologiques.»

Le topinambour, ou artichaut du Canada, ou encore patate de Virginie, est une des 60 plantes sauvages qu'Alain Saury et sa fille Bianca épluchent par le menu dans un ouvrage qui se veut un instrument de lutte pour la survie le jour où notre civilisation aura chuté et que «la famine dominera la scène».

C'est sur un ton personnaliste que les auteurs décrivent ces soixante plantes dont un bon nombre se retrouve sur notre sol, tandis que les autres croissent surtout autour du bassin méditerranéen. Cela ne les



empêche pas, cependant, de traiter avec rigueur les divers éléments que comprend chaque «fiche»: une description-commentaire, la constitution, les origines, l'époque, les lieux, la phytothérapie (traitement des maladies par les huiles essentielles des végétaux), homéopathie (mode thérapeutique consistant à soigner le malade avec des remèdes, à doses infinitésimales, capables de produire sur l'homme sain des symptômes semblables à ceux de la maladie à combattre), diététique et recettes.

Classées par ordre alphabétique des noms communs, depuis l'ail des ours jusqu'au varech vésiculeux en passant par l'airelle rouge, la bardane, la bette, la canneberge, la chicorée sauvage, le bleuet, le pissenlit ou la prêle des champs, 32 de ces plantes sont illustrées par des gouaches d'Alain Saury lui-même, qui a comme autre talent celui de composer de petits poèmes.

Michel Gauguelin

à moins d'être sûr d'en avoir pour son argent, pourquoi ne pas leur vendre 98 fascicules hebdomadaires à \$1.00, pour lesquels on sera beaucoup moins exigeant, compte tenu de la qualité moyenne des magazines.

Le côté mercantile agace, mais l'idée profite finalement à tout le monde: à l'éditeur qui empoche, mais aussi au lecteur qui a là une meilleure qualité qu'avec les journaux jaunes, et surtout au jeune, moins fortuné, intéressé par la science et la technologie, à qui s'adresse réellement cette encyclopédie.

Bien faite, bien illustrée, assez rigoureuse malgré quelques inexactitudes qui choqueront le spécialiste, cette encyclopédie demeure une excellente introduction. Un abécédaire utile pour affronter les réalités technologiques qui nous entourent.

La formule des fascicules hebdomadaires pose toutefois un problème, quant au classement des sujets (l'ordre alphabétique n'est pas rigoureux, non plus qu'un autre ordre logique) ainsi qu'au choix arbitraire des sujets. Mais dans l'ensemble, le tout a plus de qualité que la publicité assortie que les éditeurs ont choisi de nous faire subir à la télévision.

Pierre Sormany

L'ARCHE IMMOBILE
Gerald Durrell (traduit par
Colette-Marie Huet), Stock,
Paris, 1977, 266 pages,
\$13.25

C'est une bataille de longue durée contre les zoos de piètre qualité que mène Gerald Durrell depuis l'île de Jersey, dans la mer de la Manche, où il a réussi à installer un zoo presque modèle qui s'attache principalement à sauver des espèces en voie d'extinction.

C'est donc par l'exemple que Durrell veut convaincre les humains que zoo n'est pas synonyme de prison. Mais il compte également sur sa plume, et *L'arche immobile* est son douzième ouvrage écrit avec humour et simplicité pour justifier la nécessité de jardins zoologiques, les vrais, et pour défaire le mythe de la «liberté».

«On ne prive pas un animal de sa liberté, on le prive de son territoire (en le mettant en cage)», écrit-il. C'est donc par un aménagement convenable de l'espace restreint qu'on va offrir à l'animal un nouveau territoire. Une compagne, des compagnons, une mare, des branches, ou leur absence, du sable, un rien peut procurer le

territoire, mais pas forcément en rapport avec la surface.

Pour Durrell, il importe de regarder les choses du point de vue de l'animal et non du nôtre. Il ne ménage pas les détracteurs des zoos, affirmant que «leur impression, c'est qu'en mettant un animal en cage, on le prive de la possibilité de faire un voyage sur la Costa-Brava ou de faire du ski dans les Alpes... Après tout, vous n'auriez pas forcément envie de vous mettre en ménage avec un hippopotame femelle, mais quantité d'hippopotames mâles ne demandent que ça». De grandes et jolies cages mises au point par les firmes de «zoo-conseils» qui

poussent comme des champignons et pensent plus architecture que milieu de vie, voilà le point de vue des détracteurs que dénonce Durrell.

Dans ce livre, bourré d'exemples, d'anecdotes, de témoignages, Gerald Durrell plaide pour le sauvetage d'espèces en péril comme le sanglier nain, le perroquet des petites Antilles, le lapin de volcan mexicain. Il s'en prend aux zoos-spectacles, qui tournent souvent à l'abattoir, ainsi qu'aux parcs à safari actuels qui «n'ont été inventés que pour faire de l'argent» et qui sont cause d'une «décimation effarante et généralement soigneusement camouflée». Tou-

POSTES D'ATTACHÉS DE RECHERCHE 1978

pour des recherches en science et en génie, dans les laboratoires du CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA énumérés ci-dessous:

LABORATOIRE RÉGIONAL DE L'ATLANTIQUE
DIVISION DES SCIENCES BIOLOGIQUES
DIVISION DES RECHERCHES EN BÂTIMENT
DIVISION DE CHIMIE
DIVISION DE GÉNIE ÉLECTRIQUE
INSTITUT HERZBERG D'ASTROPHYSIQUE
DIVISION DE GÉNIE MÉCANIQUE
ÉTABLISSEMENT AÉRONAUTIQUE NATIONAL
DIVISION DE PHYSIQUE
LABORATOIRE RÉGIONAL DES PRAIRIES

Les candidats doivent détenir au moins un doctorat ès Sciences (Ph.D.), ou une maîtrise dans un des domaines du génie, ou être sur le point d'obtenir un de ces diplômes avant d'obtenir le poste.

Les postes d'attachés de recherche sont accessibles aux ressortissants de tous les pays, même si la préférence est accordée aux citoyens canadiens.

Les attachés de recherche seront nommés au personnel du Conseil national de recherches pour une période déterminée. Ils se verront offrir les mêmes salaires et avantages dont jouissent présentement les membres permanents du personnel.

La nomination initiale sera pour une période d'une année et pourra être renouvelée sujet au rendement de l'attaché de recherche et selon les besoins de la Division. Les renouvellements pour une période additionnelle sont considérés chaque année. La durée de l'emploi comme attaché de recherche pourra varier d'une division à l'autre, mais ne dépassera pas cinq ans.

Une allocation de voyage est aussi prévue.

On peut obtenir un formulaire d'inscription auprès du Bureau des attachés de recherche, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, Canada, K1A 0R6.

Date limite d'inscription: le 15 janvier, 1978

Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

COMMENT CAMARCHE
(encyclopédie de l'invention,
de la science et de la techno-
logie), S.L. Publications Lon-
dres et Les services de
Gestion d'Éditions P.M.S.
Inc.

Les gens hésitent à dépenser de gros montants pour des biens durables non immobiliers. L'inflation, sans doute ! Mais en même temps, ils deviennent de super-consommateurs qui, en autant que l'objet ne coûte pas cher, achètent sans regarder.

Contradiction? Certes, mais qui est en train de faire la fortune d'une pléiade de nouvelles publications, de *L'encyclopédie alpha*, qui a lancé la mode, à ce dernier-né du groupe qui édite aussi *L'homme et la vie*, en passant par *Superchef*, *Les doigts d'Or*, et que sais-je encore.

Le truc: puisque personne n'achètera pour \$98.00 comptant, une encyclopédie uniquement centrée sur la technologie.

tefois, «les parcs à safari convenablement surveillés et administrés selon des principes scientifiques pourraient être d'une immense valeur pour la sauvegarde d'espèces telles que l'antilope, le cerf et les grands fauves. Mais ils ont beaucoup à faire avant d'être considérés autrement que comme des abattoirs dans un cadre champêtre».

Pratique, l'auteur y va également de ses recommandations au lecteur pour que celui-ci contribue à l'amélioration des 500 jardins zoologiques du monde. Il propose un aide-mémoire des faits à examiner et des questions à poser quand on visite un zoo. Examen de l'état de l'animal (pelagielisse, plumes épaisses et lustrées, etc), de la cage (pas seulement en fonction de sa taille), de la provision d'eau (propre et abondante), de la propreté, etc.

Questions à un responsable du zoo: y a-t-il recherche sur les animaux, sont-elles publiées, où ça, combien de générations sont nées en captivité, s'il y a des animaux seuls, pourquoi n'ont-ils pas de compagnie ou de compagnon, quel est le taux de mortalité, est-il divulgué, y a-t-il autopsie, quels sont les plans d'avenir? etc. Ces questions et la pression qu'elles mettent sur les autorités du zoo aideront certainement à faire des jardins zoologiques des établissements scientifiques. C'est là le souhait de Gerald Durrell.

Michel Gauquelin



HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES



J. Bouveresse, J. Itard et E. Salle, Librairie Larousse, coll. «Encyclopoche Larousse», Paris, 1977, 256 pages, \$3.40

Le titre que porte ce livre «Histoire des mathématiques» se retrouve probablement aussi sur plusieurs dizaines d'autres volumes. Le format de ces différentes «histoires» varie de la plaquette à l'encyclopédie et les prix en font tout autant. Le livre que nous propose Larousse se présente sous le format d'un livre de poche. Ce format très compact associé à un prix on ne

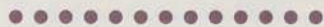
peut plus abordable font de cette parution récente un achat très tentant.

La structure du présent volume diffère de celle habituellement utilisée pour les autres oeuvres d'histoire. Le déroulement n'est pas chronologique. Au contraire, chacun des neuf chapitres constitue à lui seul l'histoire respective des grands domaines qui constituent les mathématiques. Le dernier chapitre, de loin le plus volumineux (40 pour cent de l'ensemble du livre), est consacré à ceux qui ont bâti l'histoire des mathématiques, les mathématiciens eux-mêmes, et vaut à lui seul le prix de l'ensemble. On y retrouve la biographie et un compte-rendu des contributions d'environ 135 mathématiciens qui jalonnent l'évolution de la science des nombres d'Euclide à Godel en passant par Pascal, Gauss et Poincaré. On y insiste particulièrement sur les différentes interrelations qui existèrent entre les oeuvres de ces hommes, ce qui permet au lecteur de bien voir l'enchaînement des découvertes et les contributions respectives des individus.

Les neuf premiers chapitres ont respectivement pour titre: l'algèbre, l'analyse, l'arithmétique, l'axiomatique et sa méthode, la géométrie, la logique mathématique, la mathématique, la mécanique et la trigonométrie. En plus de donner au lecteur une idée schématique de l'édifice des mathématiques, cette formule a le mérite de traiter séparément des domaines dont les naissances peuvent être très largement séparées dans le temps comme c'est le cas pour l'arithmétique et la logique mathématique. De plus, par leur brièveté, ces histoires donnent rapidement au lecteur une vue schématique du domaine qui l'intéresse particulièrement.

En présentant ce volume, les éditions Larousse n'avaient sûrement pas comme but de livrer une histoire exhaustive des mathématiques. Par contre, la présence très heureuse à la fin du volume d'une bibliographie de plus de 150 titres alimentera jusqu'à satiété celui qui désire en savoir plus.

Jean-Marc Carpentier



Perceptions 4: PEOPLE & AGRICULTURAL LAND
Study on population, Technology and Resources, Charles Beaubien, Project officer, et Ruth Tabacnik, Conseil des sciences du Canada, Approvisionnement et Services Canada, 1977, 137 pages

Le rapport du Conseil des sciences du Canada sur la population, la technologie et les ressources a été publié il y a maintenant plus d'un an. Ses conclusions, fort mal accueillies, en général (voir *Québec Science*, vol. 15, no 3), reposaient sur un travail de longue haleine de documentation puis de discussions à l'échelle nationale. Si le traitement qu'en ont fait les membres du Conseil a déçu, les données recueillies demeurent d'une rare pertinence. Elles ont été publiées séparément, en quatre volumes, sous le titre collectif de «Perceptions». Celui-ci est donc le dernier à paraître, et la dernière publication du comité sur la population, la technologie et les ressources du CSC. On y trouve un énoncé global du problème de la protection des sols arables, un rapide survol des opinions recueillies sur le sujet, des statistiques concernant ce phénomène, une présentation des diverses législations provinciales (avec leurs faiblesses) et une analyse de la dynamique de la croissance urbaine, des problèmes qu'elle suscite, et des solutions possibles. Cette dernière partie est sans doute la plus novatrice, et on ne peut que déplorer qu'avec un tel travail de base, les membres du Conseil se soient finalement confinés dans des généralités et des solutions trop souvent conservatrices. À conserver comme référence pour qui s'intéresse au problème de la dégradation de nos meilleurs sols.

Pierre Sormany



EXERCICES ET PROBLÈMES DE GÉNÉTIQUE



Gérard Broussal et Pierre Viaud, 2e édition, Flammarion, Paris, 1977, 175 pages, \$10.50

Cet ouvrage fait partie de la collection «Flammarion Médecine-Sciences». La première édition remonte à 1970. Il ne s'agit pas d'un traité de génétique générale, mais d'un recueil

Derniers livres reçus

Le pétrole et la mer

René-Jean Dupuy
Les Presses universitaires de France, Paris, 1976, 358 pages, \$19.60

Toutes les pêches à la ligne

Jérôme Favard
Guy Authier, Paris, 1977, 280 pages, \$12.95

Le sport

Jean Giraudoux
Grasset, Paris, 1977, 76 pages, \$6.75

Introduction à la plongée sous-marine

René Goblot
Les Éditions de l'Homme, 2ième édition, Montréal, 1977, 271 pages, \$5.00

Connaître les étoiles en 10 leçons

Pierre Kohler
Hachette, Paris, 1977, 256 pages, \$12.25

Mon village sur la banquise

Jean Leroy-Guyot
Robert Laffont, coll. «vécu», Paris, 1977, 356 pages, \$20.10

Le chat

François Lubrina
La Presse, Montréal, 1977, 280 pages, \$9.95

Le polymorphisme biochimique et les facteurs de son maintien

G. Lucotte
Masson, Paris, 1977, 62 pages, \$12.25

de problèmes concernant les phénomènes héréditaires dont la connaissance est approfondie chez le lecteur au moyen de nombreux exercices concrets. Dans les cinq chapitres, les auteurs traitent en particulier les sujets relatifs au croisement entre lignées différant par un seul caractère, au dihybridisme, ou polyhybridisme, aux gènes liés ainsi qu'à la fréquence des gènes et génotypes, le tout dans le cadre pédagogique des sujets d'examen proposés par les programmes français de biologie. Le but de ce travail est d'aider l'étudiant à entrer dans le jeu de la méthodologie scientifique grâce au maniement des lois et des règles de la génétique. Il s'adresse donc particulièrement aux étudiants des classes terminales des niveaux secondaire et collégial et à ceux du premier cycle en biologie, médecine, agronomie et médecine vétérinaire.

Joseph Risi

EN VRAC...

LA GIGUE DES ANS

Si les premiers jours d'ennui automnal et de froidure hivernale vous donnent le cafard, vous vous rappellerez sans doute avec plaisir que les gens de QUÉBEC SCIENCE ont le cœur en fête: il y a quinze ans, en effet, paraissait le premier numéro du *Jeune Scientifique* dont QUÉBEC SCIENCE est directement issu. Bien sûr, QUÉBEC SCIENCE ne peut se glorifier de porter allégrement ses 132 ans à l'instar de son prestigieux grand frère *Scientific American*, mais il n'empêche que quinze ans d'existence, ça représente une longévité remarquable dans un Québec où les media meurent souvent de façon prématurée. Que les plus pessimistes se rassurent: des tests de détection de toutes les maladies mortelles pour les media ont été effectués et ont tous conclu à la bonne santé de votre magazine. À moins, bien sûr, que les lecteurs de QUÉBEC SCIENCE décident de ne plus payer pour le lire et que ceux qui le fabriquent cessent d'y travail-

ler et de chercher à l'adapter constamment aux besoins de la promotion culturelle des Québécois, QUÉBEC SCIENCE a bien des années fructueuses à vivre encore et compte s'affirmer de plus en plus comme un outil intellectuel indispensable à tout citoyen préoccupé par les problèmes de notre époque. Plusieurs projets de publication intéressants sont en préparation, mais ne vous gênez surtout pas pour nous faire connaître vos suggestions.

ALOUETTE RÉTRO

Sans vouloir sacrifier à la mode «rétro», permettez-nous de vous signaler que la première livraison du *Jeune Scientifique* annonçait la mise en orbite du satellite canadien «Alouette I», premier engin spatial entièrement préparé et construit par un pays autre que les États-Unis et l'U.R.S.S. «Alouette I» avait pour but de percer les mystères de l'ionosphère où se trouvent perturbées les communications radiophoniques, particulièrement dans les régions d'extrême nord. Mis en orbite à une époque où les satellites ne «vivaient» que quelques mois, «Alouette I»

transmettait encore des informations jugées fort utiles dix ans plus tard. Quinze ans plus tard, nous espérons, nous aussi, que QUÉBEC SCIENCE vous transmet encore des «informations fort utiles»...

LA BONNE HUMEUR CHIMIQUE

Nous ne citerons pas nos sources, de crainte d'être l'objet de poursuites de la part des défenseurs de l'environnement que nous sommes, mais il semblerait que du cafard automnal à l'euphorie printanière, il n'y aurait qu'un «pas chimique» à franchir. Notre psychisme dépendrait en effet des fantaisies des «amines biogéniques», substances localisées dans notre cerveau et influençant notre humeur... Bien sûr, on savait déjà que la «sérotonine» était associée à la perception de la douleur et la «norépinéphrine», à l'état dépressif. Il semblerait maintenant que l'équilibre plus ou moins harmonieux entre ces deux substances au niveau des contacts entre cellules nerveuses (synapses) contribuerait à engendrer une sensation prédominante de joie ou de tristesse, d'euphorie ou, au contraire, de dépression. Si la chute des feuilles vous rend dépressif, la chimie vous expliquera pourquoi!

UN NOUVEAU GLOBE TERRESTRE

La Terre, cette bonne vieille compagne de nos automnes surgelés, change si imperceptiblement que seule se trouve modifiée la perception que l'on s'en fait. Voilà pourquoi les géophysiciens du ministère canadien de l'Énergie, des Mines et des Ressources ont construit un globe terrestre tectonique. Le caractère original de ce «globe» réside dans le fait que c'est la première fois au monde que l'on présente simultanément la conformation, sur une même sphère, des océans et des continents à partir d'informations récentes. Le globe ainsi conçu a un diamètre de 120 cm, chaque centimètre représentant un degré ou 100 km. Les lignes de latitudes et de longitudes y sont indiquées à tous les dix degrés et les présentations tectoniques sont illustrées par des couleurs différentes.

PLAQUEZ-VOUS!

Pour ceux qui ne sauraient pas encore ce qu'est la tectonique des plaques terrestres à partir de laquelle fut conçu et réalisé le nouveau globe terrestre dont nous parlions plus haut, rappelons que la théorie à présent largement acceptée de la tectonique des plaques veut que la croûte terrestre soit fractionnée en de nombreuses plaques dont les principales seraient: Amérique, Pacifique, Afrique, Europe-Asie, Inde, Australie et Antarctique, et qu'elle «dérive» sur une couche de

SI
VOUS
DÉMÉNAGEZ
FAITES~NOUS LE DONC
SAVOIR

NOM

numéro d'abonné

date d'entrée en vigueur

ANCIENNE ADRESSE

NUMERO RUE

APPARTEMENT

VILLE

PROVINCE ou pays

CODE POSTAL

NOUVELLE ADRESSE

NUMERO RUE

APPARTEMENT

VILLE

PROVINCE ou pays

CODE POSTAL

roches appelée «asthénosphère». Ainsi, la plaque «Afrique» avance vers le Nord d'un centimètre par an, entrant en collision avec la plaque «Europe». La plaque «Asie» fait de même et «emboutit» la Chine à la vitesse de 2,5 centimètres par an, en se frottant à la plaque «Pacifique». Los Angeles se trouvant sur la plaque «Pacifique» et San Francisco sur la plaque «Amérique», le mouvement vers le Nord de la première amènera Los Angeles au voisinage de San Francisco dans... 50 millions d'années!



LE DROIT AU SOLEIL

Selon le Conseil des sciences du Canada, il faut définir et protéger juridiquement le droit à l'ensoleillement si l'on veut sérieusement encourager l'utilisation de l'énergie solaire. C'est là une des nombreuses recommandations formulées par le Conseil dans son rapport intitulé: «Le Canada, société de conservation». Le Conseil compare le droit à l'ensoleillement aux droits concernant les cours d'eau où il existe des précédents juridiques définissant la propriété, les rives et le zonage. D'une façon similaire, il faudrait que des études détaillées sur le droit à l'ensoleillement soient entreprises sans retard pour que des gens ne soient pas privés malgré eux de leur éventuelle source de chauffage solaire par la construction d'un édifice en hauteur de l'autre côté de la rue ou sur le terrain voisin.



UN AVENIR DE TAUPE

Décidément, la crise de l'énergie en aura fait déraisonner plusieurs. Voici en effet que de très sérieux chercheurs américains proposent au Canada un avenir de taupe en recommandant d'établir sous terre la plupart des installations industrielles et commerciales, réduisant ainsi d'environ 75 pour cent les dépenses entraînées par le coût croissant de l'énergie. Vous nous répondrez sans doute que la vie souterraine est déjà presque une réalité à Montréal, du moins pour quiconque utilise le métro, travaille ou magasine au centre-ville. Même, il semblerait que beaucoup de gens préfèrent la vie souterraine lorsqu'ils ont eu la possibilité d'en faire l'expérience, en raison de la stabilité des conditions de vie. Si vous êtes de ceux-là, vous ne comprendrez sans doute pas le fait que de notre côté, nous préférons la féerie d'une tempête de neige et la poésie des nuages à une vie de taupe.



en DÉCEMBRE

Louis de Bellefeuille suivra le climat dans ses changements depuis 800 millions d'années et présentera les théories que les scientifiques proposent pour les expliquer

Jean-Pierre Rogel présentera les nouvelles voies énergétiques mises de l'avant pour éviter le recours massif au nucléaire

Alors que Louis de Bellefeuille nous décrira ce qu'est l'amiante, André Delisle nous indiquera l'importance économique et politique de l'exploitation de l'amiante pour le Québec, ainsi que la situation pour les travailleurs de cette industrie

NE NOUS CHERCHEZ PLUS ABONNEZ-VOUS

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

- ☐ Je m'abonne
☐ Je me réabonne

pour années au magazine QUÉBEC SCIENCE.

C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1

À L'USAGE
DU MAGAZINE

COUPON D'ABONNEMENT
(à remplir en lettres MAJUSCULES)

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

☐ Chèque ou mandat postal ci-joint

☐ Veuillez me facturer

* Tarif en vigueur jusqu'au 31 décembre 1977

RETROUVEZ-VOUS CHEZ NOUS

PROCUREZ-VOUS
L'INDEX DE QUÉBEC SCIENCE



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

Plus de 850 articles répertoriés

Un instrument indispensable pour vos recherches

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

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

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

À LA DEMANDE GÉNÉRALE

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



296 pages, \$8.50

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

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

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

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

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

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

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

Nom: _____

Adresse: _____

Code postal: _____ Téléphone: _____

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

Yanick Villedieu
DEMAIN LA SANTÉ

Vivre et mourir au Québec
296 pages, \$8.50

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

☐ Veuillez me facturer

Nom: _____

Adresse: _____

Code postal: _____ Téléphone: _____

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Université du Québec

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