

MAGAZINE

\$0.75

# Québec Science

VOLUME 12 / NUMÉRO 1 / SEPTEMBRE 1973

publié par l'université du Québec

*Attention*  
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC  
BUREAU DÉPÔT LÉGAL  
1700 RUE ST-DENIS  
MONTREAL PQ  
101977

## l'escalade des décibels

LE CANADA NUCLEAIRE TRIOMPHE  
LES EQUATIONS DU FUTUR

# LA MAISON DE RADIO-CANADA, MONTREAL

## 10. L'aménagement technique de la radio

Les 26 studios affectés aux services de la radio sont situés au niveau B, i.e. au premier sous-sol de la section horizontale, du côté de la rue Craig, sous les services de la scénographie. Voyons leurs principales caractéristiques techniques, avant de nous arrêter à la salle d'enregistrements et à son annexe, la salle de polycopie sonore. Enfin, analysons brièvement les principales innovations en matière d'équipement dans les locaux de la radio à la Maison de Radio-Canada.

### Les studios

Certains des studios-radio ont des affectations bien précises. Ainsi, les studios 88 et 89 servent à l'information : bulletins de nouvelles, commentaires, etc. Les studios 83, 84, 85 et 86 sont réservés aux montages sonores. Quatre cabines sont réservées à Radio Canada International. Ce sont celles qui portent les numéros 23, 24, 25 et 26; elles sont reliées directement par câble avec l'émetteur. Les studios aménagés pour diffusion en stéréophonie sont les 12, 13 et 16, le premier possédant une console à huit pistes et les suivants à deux pistes. À noter qu'ils pourraient tous s'adapter sans difficulté, au besoin, à la diffusion en tétraphonie, dont on parle beaucoup mais qui n'est pas encore courante. Les studios portant les numéros 12 à 22 sont des studios de présentation.

Quant au studio 12, il est doté d'une console Philips à 8 voies de sortie et 16 voies d'entrée pour application multipiste et stéréophonique. Les studios 13 et 16 possèdent des consoles à quatre voies de sortie et 12 voies d'entrée; quant aux studios 17 à 22, ce sont des studios mono, mais avec de nouvelles consoles Philips à transistors.

En ce qui concerne la répartition par poste, CBF-FM occupe le studio 28; CBF-AM le studio 30; CBM-FM le studio 27 et CBM-AM le studio 29.

### La salle d'enregistrements

Située près de la régie centrale, elle est plus grande que l'ancienne salle, avec ses 41 pieds de long, 17 pieds de large et 10 pieds de haut. Du côté de la baie vitrée s'alignent 15 magnétophones monopistes, ayant chacun son pupitre de commande. Ce sont les mêmes appareils qui étaient en service boulevard Dorchester, mais

avec diverses améliorations. L'angle des haut-parleurs, par exemple, a été modifié afin que le technicien soit toujours dans l'axe d'écoute sans, en même temps, déranger ses voisins.

Quatre grandes horloges bien en vue, quelle que soit la position de travail, aident à la précision. L'accès aux magnétophones a été facilité par l'aménagement d'un passage au milieu de la table de travail.

Les techniciens de la radio étant souvent affectés à l'enregistrement sonore de certaines émissions télévisées, un poste de télévision témoin a été prévu pour leur permettre de mieux suivre le déroulement des événements télévisés.

Du côté opposé à la baie vitrée, le panneau de raccord est criblé de fiches représentant des voies d'entrée, de sortie, de liaisons et l'aboutissement de toutes sortes de circuits. Tous les circuits d'entrée apparaissent sur l'aiguilleur intégré de la régie et sont acheminés à la salle d'enregistrements vers 20 magnétophones mono et cinq magnétophones stéréo. À noter que trois magnétophones témoins multipistes enregistrent la programmation de la journée des postes CBF et CBM et de Radio Canada International.

Deux appareils téléphoniques permettent les contacts avec l'extérieur et quatre autres sont dévolus aux liaisons internes avec la régie centrale et les studios. Une lampe à intensité réglable éclaire chaque plateau de magnétophone, l'éclairage général étant fourni par les fluorescents usuels.

### La polycopie sonore

Il faut parfois faire de 12 à 15 copies d'un même ruban pour les services des Forces armées, du Nord et autres. Cette annexe de la salle d'enregistrements est donc située près du studio 12. On y fait plus de 100,000 enregistrements par an.

Dans cette salle de 29 pieds sur 15, le magnétophone est aussi le principal instrument de travail. On y trouve une unité maîtresse où l'on passe la bande originale avec quatre copieurs. Un magnétophone avec son propre haut-parleur sert à la vérification des copies. Il y a également d'autres accessoires indispensables à l'activité qui règne ici : démagnétiseurs pour effacer les bandes, etc.

# SOMMAIRE

## 4 CASE POSTALE 250

L'aménagement de la Jacques-Cartier — La tourbe et les poumons — Oies blanches et mercure — L'imagination des mathéux.

## 6 ACTUALITÉ

Les microbes se souviennent — 98,5% des enfants vont à l'école — Univers interdits — Le Soleil, une étoile variable? — Des morceaux de lune pour tout le monde — Le canon à électrons s'attaque au roc — La vie quotidienne dans le cosmos — La boussole des salamandres.

## 10 LA SCIENCE ET LES HOMMES

La science se rapproche du pouvoir québécois — Publicité: interdire le mensonge — Des revues pour tous les goûts — Le refus du ghetto — Fusion-laser: illégale?

## 14 SE LAISSER POLLUER PAR LE CONFORT, L'ARGENT ET L'HUILE

Une entrevue avec Pierre DANSEUREAU (Directeur du Centre de recherches en écologie de Montréal)

Tandis que le Québec ressemble de plus en plus à un immense chantier de construction, un écologiste de grand renom confie à QUÉBEC SCIENCE ses indignations, ses inquiétudes et ses espoirs.

Propos recueillis par Fabien Gruhier

## 18 LA TORDEUSE NE PASSERA PAS

La redoutable «Tordeuse des bourgeons de l'épinette» attaque de nouveau nos forêts. Mais des spécialistes armés jusqu'aux dents l'attendent cette fois de pied ferme.

Par Michel Boudoux

## 22 FAIRE TAIRE LE BRUIT

L'escalade des décibels ne menace pas seulement nos oreilles, mais agresse l'homme dans toute sa personne, au physique et au moral.

Par Guy Lescoufflair

## 29 ENERGIE NUCLEAIRE: LE TRIOMPHE DE CANDU

L'atome canadien se porte bien: au terme d'une enfance difficile, la filière CANDU pour la production d'électricité nucléaire (eau lourde et uranium naturel) comble tous les espoirs mis en elle.

Par Pierre Sormany

## 34 LES EQUATIONS DU FUTUR

Une nouvelle science — la prévision technologique — permet de tracer le portrait-robot du Canada d'après-demain. Les portraits-robot plutôt, car les scénarios livrés par les ordinateurs dépendent de la dose d'optimisme de ceux qui les programment.

Par Jean-Marc Fleury

## 39 TECHNOLOGIE

Une nouvelle table chirurgicale — Fusée automobile — Invention-Québec — Le soleil se lève sur l'électricité — Des moulins à vent sous-marins.

## 41 REVUE DE PRESSE

## 42 COMMENTAIRE

L'université doit servir le consommateur.

Par Claude Beauchamp (Président de l'Institut de promotion des intérêts du consommateur)

## 43 ENVIRONNEMENT

Le sud de Montréal en 1986 — L'OTAN se penche sur la rivière St-Jean — Quand l'UQAR monte un bateau — Les fourmis italiennes.

## 47 LA SCIENCE EST-ELLE SORTIE DES ÉCOLES?

Par Hugues Poulin

## 48 POUR EN LIRE PLUS

A l'assaut du futur — La marijuana — Les oiseaux marins de l'île Bonaventure — Les publications du Conseil des sciences

## 50 ÉCHEC ET MATHS

Par Claude Boucher

### EXTRAIT DU PROCHAIN SOMMAIRE:

- «Machines à pluie» et modifications du climat: les nuages ne se laissent pas facilement apprivoiser.
- La langue française en danger: «SITEST», une initiative canadienne, comble le très alarmant déficit de notre vocabulaire scientifique.
- Éducation: il en coûte de plus en plus cher pour former des scientifiques spécialisés... et appelés à travailler en dehors de leur domaine.
- L'aérodrome de Mirabel — Ste-Scholastique: cette porte ouverte sur le ciel de l'An 2000 donne bien des soucis aux écologistes d'aujourd'hui.
- Baie James: les travaux vont bon train, et, tandis que les polémiques détournent l'attention et monopolisent les journaux, les super-barrages se préparent à surgir.

CRÉDITS PHOTOS: Pages 6, CERN; 7, 8, 40, NASA; 14, 15, 16, 17, J.P. Langlois; 21, P. Benoit, Service Canadien des Forêts; 26, 27, G. Lescoufflair; 29, 30, Ontario Hydro; 44, 45, Pierre Caron.

PER  
J-69  
EX: 2



Si le bruit ne nous «casse les oreilles» qu'au sens figuré, ses divers effets sur la machine humaine n'en sont pas moins inquiétants. Des moyens de protection existent cependant, qu'il urge d'appliquer pour faire mentir la fâcheuse équation: richesse d'une société = vacarme. Sinon, ce vacarme finira par nous coûter cher.

(photo: J.P. Langlois)

LE MAGAZINE **québec**  
science

**LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE**

Téléphone : (418) 657-2426  
Télex : 011 3488

**DIRECTEUR ET RÉDACTEUR EN CHEF**

Jean-Marc Gagnon

**RÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT**

Fabien Gruhier

**CHEF DES INFORMATIONS**

Jean-Marc Fleury

**CONCEPTION GRAPHIQUE**

Jean-Pierre Langlois

**SECRETARIAT**

Patricia Larouche  
Françoise Ferland

**PROMOTION ET PUBLICITÉ**

Jean-Marc Gagnon

**PHOTOGRAVURE ET IMPRESSION**

l'Éclaireur Itée, Beauceville

**DISTRIBUTION DANS LES KIOSQUES**

les messageries dynamiques inc.,  
Montréal

**COMITÉ DE RÉDACTION**

Michel Boudoux, Daniel Choquette,  
André Delisle, Gilles Paquette,  
Pierre Sormany

**COMITÉ D'ORIENTATION**

Armand Bastien, Commission des écoles catholiques de Montréal  
André Beaudoin, Ministère de l'Éducation  
Paul Bélec, INRS — Études urbaines et régionales (Université du Québec)  
Louis Berlinguet, Université du Québec  
Roger Blais, Centre hospitalier de l'Université Laval  
Claude Boucher, Université de Sherbrooke  
Maurice Brossard, Université du Québec à Montréal  
Yvan Chassé, Université Laval  
Pierre Dansereau, Centre de recherche écologique de Montréal

Jacques Desnoyers, Université de Sherbrooke

Guy Dufresne, Consolidated Bathurst

André Fournier, Ministère de l'Éducation

Gordin Kaplan, Université d'Ottawa  
Paul Laurent, Hydro-Québec

**COMITÉ DE SOUTIEN**

**BELL CANADA**

M. René Fortier  
Vice-président exécutif  
Zone de l'Est

**INSTITUT DE RECHERCHE DE L'HYDRO-QUEBEC (IREQ)**

M. Lionel Boulet, directeur

**BANQUE DE MONTRÉAL**

Monsieur C.W. Harris  
Vice-président et secrétaire

**LA BRASSERIE LABATT LTÉE**

M. Maurice Legault, président

**HOFFMANN-LAROCHE LTÉE**

M. John S. Fralich, président

**IMASCO LTÉE**

Les produits Imperial  
Tobacco Limitée

Le magazine QUÉBEC SCIENCE est publié dix fois l'an par l'Université du Québec en collaboration avec le ministère de l'Éducation et le Conseil national de recherches du Canada.

**TOUS DROITS DE REPRODUCTION, DE TRADUCTION ET D'ADAPTATION RÉSERVÉS 1973- ©**

Université du Québec, 2875 boulevard Laurier, Ste-Foy, G1V 2M3 --  
Dépôt légal, bibliothèque nationale du Québec, quatrième trimestre 1973.  
Imprimé au Canada  
Courrier de deuxième classe, enregistrement no 1052.

**PORT DE RETOUR GARANTI**

Université du Québec  
QUÉBEC SCIENCE  
Case postale 250  
Sillery, Québec  
G1T 2R1



case  
postale  
250

**L'AMÉNAGEMENT DE LA JACQUES-CARTIER**

Ce mémoire a pour objet de porter à l'attention de la Commission Parlementaire des Richesses Naturelles la position d'un écologiste, ayant oeuvré dans le domaine de la cartographie écologique du territoire québécois durant 15 ans, sur la question de l'opportunité de procéder à des aménagements hydro-électriques dans le bassin de la rivière Jacques-Cartier.

Je pense que toute décision d'aménagement sectoriel (forêt, énergie, récréation, faune, etc...) dans le bassin de la rivière Jacques-Cartier doit être prise dans le cadre d'un aménagement véritablement intégré de l'environnement de ce territoire. Or ce dernier doit découler d'une véritable planification écologique. Une telle planification pourrait être réalisée par un organisme para-gouvernemental qui pourrait s'appeler «Société de Développement de la Jacques-Cartier».

Les raisons qui motivent ma position sont les suivantes:

1. L'utilisation de la Jacques-Cartier doit se faire dans un esprit d'aménagement intégré des ressources, et non strictement de «conservation». Je suis convaincu qu'il existe dans ce territoire, une certaine **compatibilité** entre l'utilisation du potentiel hydro-électrique et l'utilisation du paysage pour la récréation dans la nature, surtout si l'on songe que le coût de la seconde peut être défrayé par la première, ce qui entraîne même une certaine **complémentarité** économique.

2. La Jacques-Cartier ne revêt pas plus de caractère «unique» que d'autres sites de la région de Québec, lesquels sont utilisés par et pour des intérêts privés et donc à toute fin pratique rendus inaccessibles au grand public: Lac St-Joseph, Lac Beauport, Lac St-Charles, Rivière St-Charles entre la prise d'eau de Château d'Eau et Duberger, la Rivière Montmorency, les rives du St-Laurent, l'île d'Orléans, etc... N'est-il pas infiniment plus révoltant que les masses populaires de la région de Québec soient si dépourvus de sites récréatifs de type «populaire»: lacs pour la baignade, forêts urbaines, parcs urbains, etc...! On peut même dire qu'il existe encore dans la région de Québec de nombreuses vallées sauvages. De plus la rivière Malbaie pourrait être utilisée avantageusement comme zone de réserve naturelle avec aménagement récréatif de type extensif, ce qui aurait pour avantage de contribuer au développement d'une région qui en aurait grandement besoin: le comté de Charlevoix.

3. Il existe une réalité évidente: le lac créé par un aménagement hydro-électrique sera le seul lac accessible au grand public de la région de Québec.

4. Sans doute, aucune garantie n'a pu jusqu'ici être obtenue quant à l'ampleur du projet hydro-électrique proposé. Ceci ne veut pas dire qu'on ne pourrait en obtenir! De toutes façons, où sont les garanties qu'il se fera du développement récréatif populaire dans la région de Québec? Je suis tenté de dire, en le déplorant, que l'aménagement hydro-électrique est peut-être la seule façon de trouver les montants nécessaires à un développement récréatif.

5. La Jacques-Cartier, «musée vivant», est sans doute un objectif très valable pour les écologistes et les amoureux de la nature, mais cela reste à mes yeux un objectif qui ne servira qu'à une minorité de privilégiés. On supprime les clubs de chasse et pêche mais on crée des clubs pour écologistes! Ceci dénote une forme très subtile de «ségrégation» ou «apartheid»: on aménage la nature pour ceux qui sont capables de l'admirer et on ignore la masse de ceux qui n'ont eu ni la chance, ni les moyens de l'apprécier; ces derniers sont des gens pour qui nos concepts de parcs, terrains de pique-nique, sentiers de nature, écosystèmes, chaînes trophiques, etc... sont sans signification aucune; ce sont des gens qui peuvent même avoir peur de la solitude, peur du silence, peur de la fo-

rêt! L'écologiste n'a-t-il pas plus de responsabilité à leur égard qu'à l'égard de ceux qui sont déjà sensibles aux beautés de la nature? Dans ce cas, il est impérieux de procéder au plus vite à de nombreux aménagements récréatifs de type «populaire», ce qui comprend des aménagements tels que: bateaux-mouche, téléphériques, routes et sentiers touristiques, restaurants populaires avec vue panoramique, etc...; bref toute une infrastructure d'accueil permettant l'utilisation massive du territoire pour les loisirs.

En résumé je suis en faveur de l'utilisation de la rivière Jacques-Cartier pour des aménagements hydro-électriques pour autant que le bénéfice économique obtenu servira à la réalisation d'aménagements récréatifs pour la masse.

Michel Jurdant, ing. for., M. Sc., Ph. D.  
Écologiste  
Ministère de l'Environnement du Canada

## LA TOURBE ET LES POUMONS

Suite à l'article paru dans le numéro de juin 1973 de QUÉBEC SCIENCE («L'industrie de l'amiante ou mourir pour gagner sa vie»), je me demande si l'exposition à la poussière de tourbe est néfaste pour les poumons. Si vous pouvez me répondre, veuillez donner un peu d'explications. Merci!

Roy Paul  
St-Modeste  
Rivière du Loup

*Il ne semble pas que la tourbe ait à ce jour provoqué d'inquiétudes quant à d'éventuelles répercussions sur la santé des travailleurs soumis à son contact.*

*Nous avons néanmoins transmis la question de notre correspondant à un spécialiste qui y répondra dans notre prochain numéro.*

## OIES BLANCHES ET MERCURE

Les enfants de la famille sont abonnés à QUÉBEC SCIENCE, mais les parents s'y intéressent aussi. Ainsi je lisais en page 30 du numéro de mai 1973 un «flash» intitulé: «Les plantes comme agent dépolluant».

Le dernier paragraphe se lit comme suit: «Ceux-ci préviennent d'avance une objec-

tion bien sûr. Scirpus americanus constitue l'essentiel de la nourriture de la grande oie blanche. Mais, des dosages de mercure sur une douzaine de ces oiseaux n'ont pas permis d'établir qu'un seul de ceux-ci soit mort d'intoxication.»

Je me pose la question suivante: le mercure n'a pas encore tué d'oie blanche, mais connaît-on le degré d'absorption de ce métal par les oies? Si des humains mangent de ces oies, qu'arrivera-t-il? Il est reconnu que l'absorption de mercure par les humains leur cause des torts très graves.

Je serais intéressée à en savoir davantage sur cette question. Serait-il possible d'en faire un article dans le magazine un de ces jours?

Madame Yvonne Juneau  
Tracy

*Nous prenons bonne note de cette suggestion.*

## L'IMAGINATION DES MATHEUX

Je vous envoie un mandat-poste pour prolonger mon abonnement à QUÉBEC SCIENCE. Surtout parce que c'est «québécois» et pas «cher».

J'aimerais en profiter pour vous dire que la chronique Echec et maths baisse le calibre de ses thèmes un peu trop à mon goût. Si M. Claude Boucher veut animer l'imagination des «matheux» du Québec, je crois qu'il s'y prend mal. Il ne suffit pas d'une très simple question comme le no 22 et quelques précédents, suivie un mois plus tard d'une très courte réponse, comprimée dans un rectangle (9 cm x 12 cm). A ce sujet, je renverrais M. Boucher à la chronique «Mathematical Games» dans Scientific American, où il verra sûrement ce que je veux dire par imagination et présence mathématique.

Ma pensée n'est pas de voir disparaître la chronique «Echec et maths», au contraire, c'est de la voir s'épanouir sur au moins une page complète par mois d'où la nécessité au responsable d'amener des commentaires intéressants sur le thème du mois.

André Ouellet  
Thetford-Mines

*(On trouvera la réponse de Claude Boucher dans le cadre de sa chronique «Echec et Maths» en page 50.)*

## des morceaux de lune pour tous

Après dix années d'un travail de détective acharné, des savants de la NASA, ont découvert de nouveaux éléments de preuve établissant qu'il y a déjà entre 10 à 100 millions de tonnes de matière lunaire sur Terre. Quelle déception pour l'agence américaine de l'aéronautique et de l'espace ne s'est-elle pas réservée à elle-même!

La dernière pluie de morceaux de sol lunaire, appelés tektites, se serait produite il y a 700 000 ans lorsqu'un météorite de la taille d'une petite montagne aurait écorché la surface lunaire, créant le cratère Tycho, large de 90 kilomètres et profond de 14,4 kilomètres.

Des millions de tonnes de Lune auraient été soulevées et auraient pris trois jours pour parcourir 384 000 kilomètres avant de venir s'abattre sur l'Australie, les Philippines et l'Asie du Sud-Est.

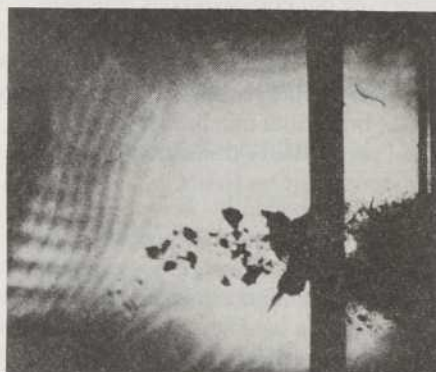
Le Dr Dean Chapman, directeur de la division thermo-et gaz-dynamique au centre de recherche Ames de la NASA, en Californie, étudie les tektites depuis 1959. Dernièrement, il a pu rapprocher la composition chimique d'un caillou analysé sur le bord du cratère Tycho par la sonde automatique Surveyor-7, en 1968.

Le Dr Chapman a aussi identifié l'origine lunaire précise de la pluie de tektites australiennes. Il s'agit d'un rayon de matériau projeté, «le rayon Rosse», qui peut être facilement observé sur la surface lunaire, émergeant du cratère Tycho et se prolongeant sur un millier de kilomètres dans la direction 19 degrés nord de l'est lunaire, et passant au-dessus du petit cratère Rosse.

En passant au crible un million de tektites et en analysant un échantillonnage de 600 d'entre eux choisis parmi 200 sites différents, le savant de la NASA, a tracé leur impact d'atterrissage qui a la forme d'un «S» incliné, écrasé sur la surface de la Terre. Des milliers de calculs sur ordinateur ont prouvé que seulement une projection d'objets à partir du cratère Tycho et voyageant dans la direction du cratère Rosse pouvait avoir créé ce dessin particulier sur la Terre.

Les tektites ne peuvent provenir des nuages de rochers dispersés dans l'espace car ils ne possèdent pas l'isotope 26 de

## le canon à électrons s'attaque au roc



*Photographie ultra-rapide d'une plaque de granite de 1 cm se désagrégeant sous l'impact d'une seule giclée intense d'électrons provenant de la droite. La pression créée dans le granite par les électrons n'a pas seulement désintégré le côté de la plaque où ils pénétraient, mais s'est répercuté à travers la roche en fracturant également le côté gauche.*

Au cours d'études entreprises pour la construction de l'injecteur destiné à un accélérateur à anneaux d'électrons, des chercheurs de Berkeley, Californie, ont constaté que des faisceaux intenses d'électrons pouvaient causer des dommages mécaniques considérables aux matériaux placés sur leur trajectoire. Par la suite, certaines expériences concernant les effets des faisceaux sur les roches ont été entreprises en vue d'une application pratique à la construction des tunnels.

Le phénomène en cause est connu sous le nom d'«éclatement par choc» (shock spalling). Il se produit lorsqu'on crée à l'intérieur de la roche des contraintes intenses grâce à des dépôts d'énergie localisés sous la forme d'impulsions de durée inférieure à la microseconde (millionième de seconde). Des quantités modestes d'énergie peuvent créer des ondes de tension supérieures à la résistance à la traction de la roche et donner lieu à des

l'aluminium qui est produit par le bombardement cosmique.

Ils ont l'allure de morceaux de verre qui ont été fondus par la chaleur de l'impact du météorite sur la Lune et ensuite déformés par la pression aérodynamique, lors de la rentrée dans l'atmosphère terrestre.

La réflexion de la lumière du Soleil sur des milliards de ces objets vitreux, dispersés dans l'espace, a dû étonner grandement l'homme de Java dont les os fossiles ont été découverts près de tektites.

Au moins trois de ces cataclysmes cosmiques auraient arrosés la Terre de débris: le premier, il y a 35 millions d'années, aurait atteint les Etats-Unis; le second, il y a 15 millions d'années, aurait échoué en Tchécoslovaquie; et le dernier aurait formé les tektites australiennes, créées il y a 700 000 ans.

Tout de même, la NASA continuera de traiter précieusement les parcelles de sol lunaire ramenés par ses astronautes. Les chocs subis par les tektites n'en font pas des représentants assez objectifs de la croûte lunaire.



## perception des ondes uhf

Des expériences ont démontré que les humains peuvent capter des ondes radio sous forme de signaux sonores. Pourtant, l'énergie de ces ondes n'est pas de nature acoustique mais électromagnétique. Ce phénomène existe bien quand même et est limité à la bande des ultra-hautes fréquences (UHF), de 0,3 à 3 GHz.

Cette portion du spectre électromagnétique peut pénétrer dans la tête et traverser le cerveau. Aux fréquences plus élevées, l'énergie est absorbée par la peau, tandis que les fréquences plus basses sont réfléchies.

MM. Allan Frey et Rodman Messenger, qui résument leurs travaux dans **Science**, 27 juillet, n'ont pas pu identifier comment les radiations UHF pouvaient se transformer en «bzzzz...» et en «ssss...».



«mini-explosions». Ces ondes sont susceptibles de traverser entièrement la roche et d'occasionner de nouveaux éclatements au sein de celle-ci. (voir photographie)

L'éclatement par choc s'avère d'une efficacité supérieure à l'emploi des faisceaux d'électrons ou des lasers pour forer la roche par fusion ou évaporation.

Les expériences ont été faites avec des faisceaux d'électrons dont les caractéristiques étaient, par exemple, les suivantes: durée de l'impulsion, 50 nanosecondes (milliardièmes de seconde); densité de courant, 1 400 ampères par centimètre carré; énergie moyenne, environ 1 Mev; diamètre du faisceau, quelques cm. Une telle impulsion est capable de creuser environ 1,6 centimètre cube de matériau en laissant un cratère de quelque 1 mm de profondeur. Détail intéressant, les roches humides, fréquentes dans les galeries de forage, s'y prêtent mieux que les roches sèches.

## les microbes se souviennent

On sait que les bactéries vont vers des concentrations plus fortes de certaines substances qui leur plaisent. Mais que d'aussi petits êtres, auxquels on n'accorde pas de cerveau, puissent se diriger alimente un débat qui dure depuis 1880.

De façon générale, on croit que les bactéries se guident selon les différences de concentrations chimiques.

Or, M. Daniel Koshland et ses collaborateurs démontrent dans les *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* que cela est impossible. Elles sont bien trop petites.

Parce qu'elles ne mesurent que 2 micromètres (millionnièmes de mètre) de longueur, il leur faudrait en effet être ca-

pable de détecter une variation de concentration aussi faible qu'une partie dans dix mille. Les variations statistiques de concentration entre la tête et la queue de la bactérie rendent une telle mesure impossible.

La seule façon de résoudre le problème est d'accorder une petite mémoire aux bactéries étudiées, la salmonelle et *Escherichia coli*. Or la mémoire est un des principaux attributs du cerveau.

Les auteurs suggèrent que ces bactéries possèdent une mémoire temporelle. Il semble bien en effet qu'elles effectuent des comparaisons dans le temps et non dans l'espace.

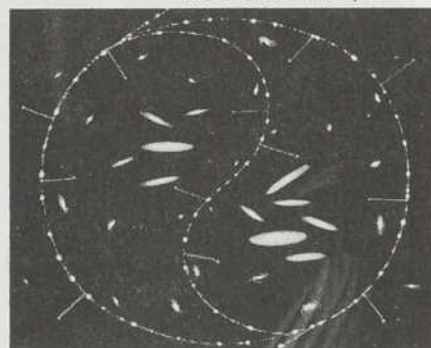
Laissées à elles-mêmes, les bactéries nagent en ligne droite et virevoltent plus ou moins souvent pour changer de direction.

Lorsqu'on les transporte d'un milieu pauvre à un milieu riche en sérine (une protéine du sang dont elles raffolent), elles commencent par se déplacer en ligne droite. Par contre, si elles passent d'un milieu riche à un milieu pauvre, elles virevoltent plusieurs fois avant de garder un cap fixe. Enfin, dans un milieu de concentration graduée, les chercheurs ont observé qu'elles changent beaucoup moins souvent de direction en remontant le gradient de concentration, d'où un déplacement positif vers la source de sérine.

Etant donné que ces bactéries se déplacent de 30 micromètres par seconde (0,000 067 milles à l'heure), elles pourraient alors parcourir 1 000 fois la distance de leur corps en une minute (environ un centième de pouce). La précision exigée n'est alors que d'une partie sur dix.

Au lieu d'une superaptitude à la chimie, les chercheurs préfèrent donc accorder une mémoire d'une minute aux bactéries.

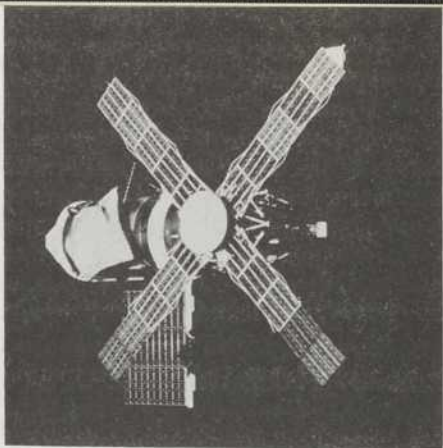
Cette constatation promet des travaux intéressants sur la mémoire et les mécanismes du cerveau. C'est aussi une réhabilitation des bactéries qui, après tout, ne sont pas si bêtes.



## univers interdits

Ce dessin, publié par l'Administration américaine de l'Aéronautique et de l'Espace, illustre de façon stylisée le concept de la symétrie de la matière et de l'antimatière dans l'univers. Les deux «gouttes» représentent chacune d'énormes régions de l'univers, l'une formée d'amas de galaxies, l'autre d'amas d'antigalaxies. La matière tel qu'on la connaît constitue le matériau des centaines de milliards d'étoiles des galaxies, tandis que les étoiles des antigalaxies sont faites d'antimatière. L'antimatière, on le sait, n'a pas encore été observée directement. Par contre, les physiciens savent créer en laboratoire tous les éléments de base d'un atome d'antimatière. Ces antiparticules ont une charge électrique, ou un moment magnétique (antineutron), opposé à celui des particules. De plus, lorsque particules et antiparticules se rencontrent, elles se transforment brutalement en énergie. Une partie de cette énergie apparaît sous la forme de rayons gammas (symbolisés par les flèches). Or, les expériences de détection des rayons gammas effectuées au cours des expéditions Apollo 15, 16 et 17 tendent à corroborer un modèle d'univers fait d'autant de matière que d'antimatière. Si cette théorie devait être établie avec certitude, elle ne ferait que confirmer le principe de symétrie, une des pierres angulaires de la physique moderne. Ce modèle d'univers a été étudié, entre autres, par le Pr Roland Omnes, d'Orsay, France, Jean-Loup Puget, de l'Observatoire de Paris, et le Dr Floyd Stecker, du centre Goddard de la NASA.





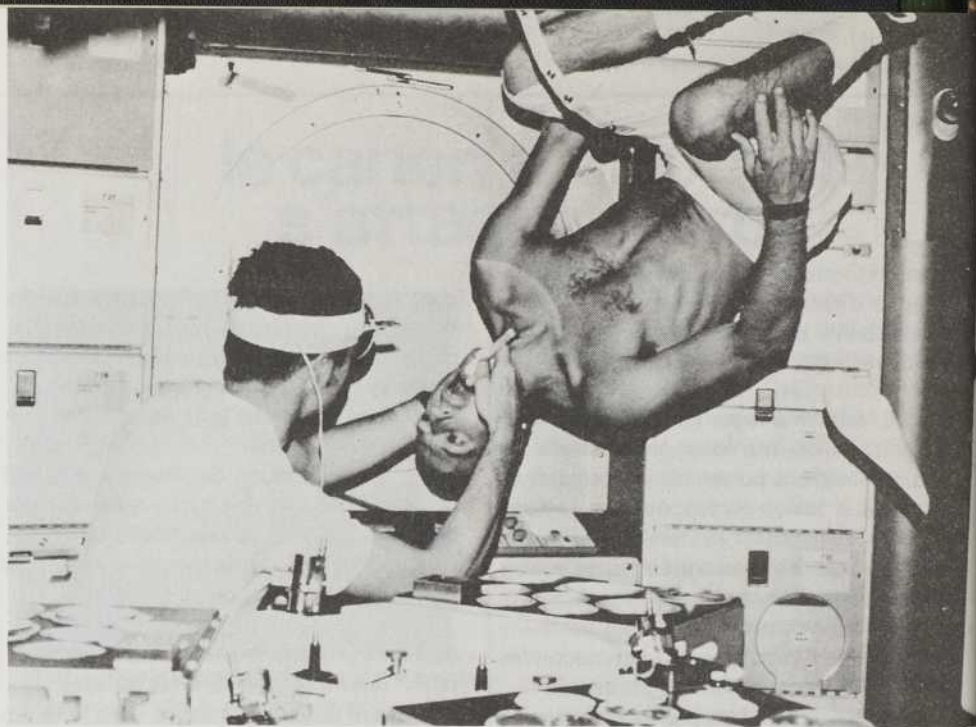
## la vie quotidienne dans le cosmos

Ces deux extraordinaires documents photographiques illustrent mieux qu'aucun texte les péripéties du vol Skylab.

Sur un fond totalement noir, symbole de l'inhospitalité du milieu spatial, le laboratoire du ciel détache sa silhouette avec une netteté rassurante. Infirmes, il lui manque un panneau entier de cellules solaires, mais, preuve de la détermination des hommes, une ombrelle sommaire le protège contre l'ardeur du Soleil. Le «laboratoire du ciel» a été photographié du module de commande, juste avant le retour sur Terre des astronautes.

L'autre document montre le Dr Joseph Kerwin, premier médecin-astronaute américain, en train de faire subir un examen buccal au commandant de la première mission Skylab, Joseph Conrad. La photo est l'oeuvre de l'astronaute Paul Weitz, pilote de Skylab et troisième membre de la mission.

Couronné par un succès fantastique, le premier voyage dans le laboratoire spatial Skylab a posé une multitude de problèmes, dont les premiers quelques secondes après son lancement, le 14 mai 1973. Onze jours plus tard, les trois astronautes partaient le rejoindre, les bras pleins d'équipement de secours. Par la suite, ils devaient surmonter problème après problème jusqu'à leur retour sur Terre, le 22 juin 1973. Malgré tout, Weitz, Kerwin et Conrad ont réussi à accomplir la majeure partie de leur mission. Ce dernier a même démontré que quelques petits coups de marteau appliqués avec adresse peuvent remettre en marche des équipements valant des centaines de millions de dollars. De là, à établir hors de tout doute la nécessité de la présence de l'homme dans l'espace, n'y a-t-il plus qu'un petit pas à franchir.



# 98,5 % des enfants vont à l'école

Le cinq septembre, et dans les jours qui vont suivre, plus d'un million six cent mille bambins, écoliers et étudiants vont prendre le chemin de la maternelle, de l'école, du Cegep et de l'université.

Cela fait beaucoup de monde mais doit-on en déduire que tous les enfants du Québec vont à l'école? Deux chercheurs du ministère de l'Éducation, MM. Desmond Dufour et Michel Amyot, se penchent sur cette question de la scolarisation depuis plusieurs années.

Leur dernière analyse remontait à 1969 mais, depuis cette date, la structure scolaire a évolué et une politique de démocratisation a été mise en place. Dans un récent rapport, MM. Dufour et Amyot ont mesuré l'évolution de la scolarisation de la population d'âge scolaire du Québec de 1961 à 1981. Ce genre de prévision, surtout en ce qui concerne les tendances vers les secteurs professionnel ou général, ont leur importance pour la conception de modèles économiques et la prévision de main-d'œuvre.

De ces études il ressort que c'est au cours de la dernière décennie que les progrès de la scolarisation ont été les plus importants. De sorte qu'à l'heure actuelle on estime que 98,5% des enfants de six à quatorze ans sont scolarisés. Pour les dix prochaines années ce pourcentage

variera peu. Les progrès enregistrés pour atteindre ce sommet se situent surtout chez les moins de six ans, c'est-à-dire grâce au développement des maternelles, et chez les plus de 14 ans.

Devant de tels résultats on peut certainement conclure que la politique de démocratisation scolaire a réussi. Signalons que le terme «démocratisation scolaire» signifie seulement que les critères d'accès physique à l'enseignement sont satisfaits: il existe, quantitativement, assez d'écoles, de classes, de moyens de transports pour que tous les enfants de six à quatorze ans aient la possibilité d'étudier.

Pour les plus de 17 ans on note que les taux continuent à croître, mais beaucoup plus modestement qu'au cours de la dernière décennie. Il s'agit du Cegep et de l'université.

Un deuxième grand volet de ces analyses est en cours d'études: la répartition entre secteur professionnel et secteur général. Grâce à leurs analyses statistiques, MM. Dufour et Amyot devraient pouvoir être en mesure, d'ici peu de temps, de prévoir l'évolution du choix des jeunes québécois: ceux qui veulent tout de suite un métier, et ceux qui préfèrent continuer plus avant, jusqu'à l'université.



# le soleil, une étoile variable...

Depuis près de vingt ans, le Dr Ray Davis du Laboratoire de Brookhaven, aux États-Unis, fait la chasse au SNU (solar neutrino unit), c'est-à-dire, aux neutrinos émis par le Soleil.

Cette «chasse» est compliquée parce que les neutrinos sont d'étranges particules presque insaisissables. Ils n'ont pas de charge électrique, leur masse avoisine le zéro et il n'est même pas question de leur donner un volume. Cette insignifiance physique leur accorde une probabilité élevée de traverser toute la Terre, sans en perturber un seul atome. Elle permet aussi aux neutrinos fabriqués au cœur du Soleil d'en sortir immédiatement. De cette façon, en l'espace de quelques minutes nous pouvons interroger des témoins de l'activité la plus intime du Soleil.

Mais la lumière solaire qui prend huit minutes pour nous parvenir n'indique-t-elle pas que tout va bien dans notre étoile? Justement, disent les astrophysiciens, il ne faut pas s'y fier. Bien entendu, le rayonnement solaire qui vient éclairer la Terre provient de processus qui se poursuivent au cœur du Soleil, mais cette lumière prend quelques dizaines de millions d'années avant de diffuser à travers l'astre du jour. La lumière qui nous éclaire aujourd'hui ne nous renseigne donc que sur ce qui se passait au cœur du Soleil il y a des millions d'années. D'où le grand intérêt représenté par la chasse aux neutrinos.

Pour les capturer, le Dr Davis a placé sous terre un immense réservoir de 400 000 litres de tétrachlorure de carbone ( $\text{CCl}_4$ ). Il n'y a en effet qu'une très légère probabilité qu'un neutrino frappe un atome de chlore pour manifester son passage. De plus un atome de chlore sur cinq environ est sensible aux neutrinos. Ceci parce que le chlore est fait d'un mélange d'atomes de poids atomiques 35 et 37.

Chimiquement ces deux sortes

d'atomes de chlore (isotopes) se comportent de la même façon, mais les réactions nucléaires qui impliquent l'isotope plus lourd, 37, ne sont pas les mêmes que pour l'isotope 35. En particulier, lorsqu'un neutrino vient frapper un atome de chlore de poids atomique 37, il le transforme en l'isotope de poids atomique 37 de l'argon. Ce gaz a des propriétés chimiques différentes du chlore, c'est devenu le gaz inerte argon, mais le poids atomique est demeuré le même. Grâce à leurs propriétés chimiques différentes on peut détecter les atomes d'argon en filtrant le tétrachlorure de carbone. On obtient finalement une idée du nombre de neutrinos capturés.

Or, les résultats du Dr Davis sont venus bouleverser complètement l'idée que l'on avait de notre bon vieux Soleil, brûlant tranquillement son hydrogène.

Selon les prédictions des premiers modèles du Soleil, celui-ci devait émettre 28 SNU, ou «unité de neutrino solaire». Cette unité est égale à un neutrino solaire capturé par  $10^{36}$  atomes de chlore 37 par seconde! Un peu avant 1968, les théoriciens diminuèrent le nombre de neutrinos qui devaient être émis par le Soleil. Ils étaient sages, car le Dr Davis obtint seulement 3 SNU, cette année-là.

Aujourd'hui, il a découvert que le nombre maximum ne dépasse pas un SNU. Certains se demandent même si on a déjà observé un seul neutrino solaire! Par contre, les théoriciens s'entendent aujourd'hui pour dire qu'on devrait absolument compter entre 6 et 8 SNU.

Dans *Nature*, MM. F.W.W. Dilke et D.O. Gough, de Cambridge, ont suggéré une explication dramatique à cette contradiction entre l'expérience et la théorie.

En un mot, ils disent que les rayons qui nous réchauffent aujourd'hui ne reflètent pas l'état actuel du cœur de notre étoile. Il faut plutôt se fier aux neutrinos. Or, ceux-ci nous révèlent que le cœur du

Soleil vient de subir des transformations importantes. Selon ces astrophysiciens, le centre du Soleil subirait périodiquement un violent brassage tous les quelques centaines de millions d'années. Ces instabilités seraient ensuite responsables d'une diminution de luminosité, des ères glaciaires et des chutes dans l'émission de neutrinos.

Il y a 4 millions d'années, l'hélium  $^3\text{He}$  du cœur du Soleil aurait soudainement commencé à brûler intensément. A ce moment, il y aurait eu forte émission de neutrinos suivie d'une brusque chute. La luminosité de notre étoile aurait alors diminué pendant un million d'années, puis aurait recommencé à croître lentement pour atteindre sa valeur présente, après trois millions d'années. Elle devrait continuer à augmenter pendant 2 millions d'années, avant de recommencer à décroître.

Enfin, les auteurs concluent que le minimum de luminosité qu'aurait connu le Soleil, il y a trois millions d'années, serait responsable de la «grande ère glaciaire» du Pléistocène qui, elle, est généralement située il y a deux millions d'années.

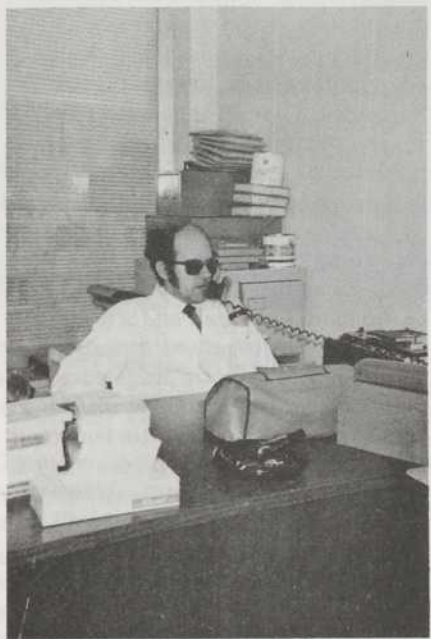
En fait, la parole est maintenant aux climatologues pour voir s'ils acceptent d'ajuster les ères glaciaires au modèle solaire de Kilke et Gough. Le modèle prédit des variations maximum de 5 pour cent de la luminosité solaire. Ceci pose un autre problème puisque l'on discute encore pour savoir si une telle variation peut modifier ou non le climat terrestre.



## la boussole des salamandres

Comment s'orientent les amphibiens lorsque le Soleil vient de se coucher et qu'ils doivent regagner la rive, les salamandres, par exemple? Selon des chercheurs américains, (*Science*, 20 juillet), celles-ci s'en sortent en percevant la polarisation de la lumière solaire. En effet, il existe une relation précise entre le vecteur électrique de la radiation solaire et la position du Soleil. Cette relation se maintient quelques temps après le coucher du Soleil et par plus de 15 mètres d'eau de mer. Ces batraciens n'ont donc même pas besoin de faire surface pour connaître la direction de la rive à toute heure du jour et après le coucher du Soleil.





On frappe et une voix bienveillante crie: «Entrez!» Seul détail insolite: un gros chien bougon est allongé au pied de la table. A part ça rien ne distingue cette pièce du bureau de n'importe quel autre professeur de chimie d'université: une bibliothèque pleine à craquer, des assemblages de boules multicolores représentant diverses molécules, un magnétophone, une machine à écrire, des piles de fiches et de papiers. Après quelques minutes d'attention cependant, le visiteur non prévenu se demanderait probablement pourquoi les rayons sont garnis non de livres mais de bandes magnétiques. Et il finirait bien par remarquer le clavier étrange de la machine à écrire: il s'agit d'une **machine à écrire en Braille**.

Jean-Pierre Cartier est en effet à la fois chimiste et aveugle («ou plutôt **handicapé visuel** — corrige-t-il — car bien des gens, qui ont leurs yeux, sont néanmoins aveugles **moralement**...»). Nul n'ignore que la chimie est par excellence une science expérimentale. Donc si l'on peut à la rigueur concevoir un mathématicien aveugle dictant ses équations, on imagine mal un chimiste dans la même situation. La chimie est avant tout observation. Observation: la couleur d'une solution, la formation d'un cristal, la précipitation d'un solide, et le cadran d'un instrument de mesure. Alors? «Alors? Voilà une des raisons pour lesquelles j'ai tenu à faire un docto-

## le refus du ghetto

rat: aveugle ou pas, un docteur en chimie ne met quasiment jamais les pieds au laboratoire. Pourquoi ne pourrais-je, tout comme mes collègues, effectuer des travaux de recherche sur la base des résultats obtenus au laboratoire par mon assistante? »

Ainsi M. Cartier, qui perdit la vue peu après son baccalauréat, et qui n'en a pas moins — après mûres réflexions — poursuivi ses études et obtenu son «Ph.D.», enseigne à l'Université du Québec à Montréal et étudie les «effets de la lyophilisation sur la structure d'acides aminés en solution aqueuse diluée». Mais, en interviewant ce chimiste malgré tout comme les autres, QUÉBEC SCIENCE rencontrait un de ses collaborateurs: M. Cartier diffuse en effet notre magazine, sous forme d'«édition sonore», sur ruban magnétique, qu'il réalise chaque mois à ses frais, expédiant une centaine de bobines à diverses institutions et aux handicapés visuels qui, comme lui, s'intéressent aux sciences. Quel autre lecteur, muni de ses deux yeux, pourrait se vanter d'assurer une telle répercussion à notre revue?

Et pourtant que de difficultés techniques! Il n'est pas si simple de multiplier par cent un enregistrement magnétique: inlassablement il faut repasser la bande originale. Et les destinataires n'ont pas tous — loin de là — le même modèle de magnétophone. Idéalement on devrait donc leur offrir le choix parmi des bandes de diverses dimensions — incluant les cassettes — enregistrées à différentes vitesses. Un vrai casse-tête... Mais Jean-Pierre Cartier en a vu d'autres. Les études bien sûr: ça n'a pas été facile. Imaginez-vous la rédaction d'une thèse de chimie avec trois ou quatre magnétophones et une machine à écrire! Il n'hésite pas cependant à dire aux jeunes aveugles: «Allez-y. Rien ne vous empêche de réussir, en sciences expérimentales comme ailleurs. L'important est de ne pas se laisser enfermer dans un ghetto, de prouver qu'on peut faire autant et aussi bien que les autres.»



## publicité

Les consommateurs américains (c'est-à-dire les Américains) ont bien de la chance: ils possèdent en Ralph Nader un procureur efficace et talentueux. Il faut dire que nul autre peuple n'en avait plus besoin qu'eux: les dépenses publicitaires, aux États-Unis, atteignent annuellement le chiffre de \$20 milliards.

Au Canada, nous en sommes, depuis peu, à \$2 milliards. Soit, compte tenu de la différence de population, un taux qui n'a plus grand chose à envier à celui de nos voisins. Il était donc fatal que le besoin d'un «protecteur du consommateur» se fasse sentir, d'autant que les lois canadiennes régissant la publicité présentent encore de nombreuses lacunes. Notre «Nader» est apparu en la personne du professeur Ronald Cohen, de l'Université McGill (où il enseigne le Droit). Cohen, en plus d'enseigner les lois relatives à la consommation, agit en effet au sein de divers organismes tels le Centre pour les lois d'intérêt public, le Conseil québécois pour la protection du Consommateur et la Society To Overcome Pollution (STOP).

Avocat de profession, tout comme son célèbre «homologue» américain, Cohen a eu l'occasion de se pencher sur les nombreuses carences de la loi canadienne — et des diverses lois provinciales qui se caractérisent par leur manque d'uniformité — lors de la préparation d'un rapport rédigé à la demande du Canadian Consumer Council. Ses conclusions ne surprendront personne: la publicité, dans la presse, à la télévision ou ailleurs, charrie un formidable torrent de mensonges et se préoccupe bien davantage de créer des besoins que d'éclairer le consommateur. D'où l'impérieuse nécessité d'une législation adéquate, mais aussi d'un peu de bonne volonté: les industriels devraient, dans leur propre intérêt, faire de la bonne publicité. Et les diffuseurs, ou les éditeurs de journaux, devraient systématiquement refuser les annonces non conformes à une certaine éthique. (Ajoutons que le public devrait savoir distinguer d'une parole d'Évangile les slogans démagogiques et les promesses trop belles pour être vraies...)

# interdire le mensonge

Quelques-uns des «trucs» malhonnêtes — et d'emploi pourtant quotidien — dénoncés par Cohen:

- L'annonce d'un prix de vente soi-disant «inférieur au prix de revient» quand le bénéficiaire demeure en réalité substantiel.
- L'affichage d'un prétendu «prix régulier» très élevé alors que le véritable prix normal du produit est en réalité à peine supérieur au «prix d'aubaine».
- Les offres «gratuites»...subordonnées à l'achat d'un autre article.
- Les concours où les premiers prix promis aux gagnants n'existent que dans l'imagination de l'annonceur...et de ses victimes.
- Une liste de performances s'appuyant sur des tests non effectués.
- Une fausse indication d'origine (un article de fabrication étrangère dont la boîte porte la mention «fait au Canada» par exemple).  
Etc...

Pourtant le client lésé se plaint trop rarement, n'accordant sans doute qu'une confiance limitée aux mécanismes d'ores et déjà à sa disposition, tel le ministère fédéral de la Consommation. Il semble cependant qu'avec les années (et les déceptions? ...) le sens critique du consommateur s'affine quelque peu: il s'inscrit actuellement devant les tribunaux douze fois plus de réclamations, relatives à des publicités mensongères, qu'il y a seulement cinq ans. On ne peut évidemment que se réjouir d'une telle évolution.

M. Cohen passe en revue les divers contrôles privés de la publicité. Les manufacturiers et les commerçants eux-mêmes s'efforceront de ne pas déplaire à leurs clients...dans la mesure où la vigilance de ceux-ci sera telle qu'il s'avérera plus lucratif de les satisfaire que de les «fourrer». Et ils feront tout pour éviter des ennuis avec la justice, à condition que les lois soient suffisamment sévères: pourquoi en effet se conformer au règlement aussi longtemps qu'il est moins coûteux de le violer au prix d'une faible amende?

Les media (journaux, revues, télédiffuseurs...) refusent généralement les annonces par trop malhonnêtes. Mais les politi-

ques varient beaucoup à cet égard: certains journaux, placés dans une situation financièrement difficile — ou soucieux de demeurer florissants... — se montrent en effet moins stricts que d'autres. Leur bonne foi peut de plus être surprise. Radio-Canada par contre mérite à cet égard une mention: la télévision d'État se révèle en effet particulièrement sévère vis-à-vis de ses annonceurs, refusant la publicité de telle compagnie d'assurance «offrant à meilleur compte la même protection que l'on trouvait ailleurs» aussi longtemps que la preuve n'en a pas été faite. Refusant également les publicités «pour enfants» du genre «demandez donc 25 cents à Maman...» avant même qu'aucun règlement ne l'y ait obligée. Mais les postes de radio privés, et surtout les petits, ne se comportent hélas pas toujours (et souvent pas du tout) de la même façon, acceptant systématiquement n'importe quoi.

Restent les associations de commerçants ou de manufacturiers dont on ne doit sembler-t-il pas attendre grand chose au chapitre de l'éthique publicitaire: la seule sanction à leur disposition consiste en l'exclusion du membre ayant violé un règlement, mais tirant de cette violation un profit supérieur à celui de son appartenance à une corporation qu'il quitte donc sans trop de

sanglots... Il existe cependant des associations d'annonceurs collaborant avec des groupes de media pour faire respecter un Code Canadien de la publicité dont les normes interdisent par exemple d'exploiter à des fins publicitaires les superstitions ou les craintes populaires, d'offrir de faux espoirs aux personnes handicapées physiquement ou mentalement, ou de porter atteinte à la décence publique.

Mais les législations complètes, fédérales et provinciales, permettront seules de soumettre la publicité à un contrôle de jour en jour plus indispensable. Il faut toutefois noter que la mise au point de telles lois se heurte à de sérieux obstacles techniques dont M. Cohen donne un exemple: comme dit plus haut, il est très fréquent qu'un produit soit mis en vente à un prix sensiblement inférieur à un autre, plus ou moins hypothétique, dit «prix régulier». Le problème est de définir des critères légaux en vertu desquels le prix régulier serait réellement établi comme tel. Seule solution: obliger le manufacturier à vendre une certaine proportion (à préciser!) de son produit à ce prix «haut» avant de l'autoriser à faire état d'un «prix d'aubaine». On imagine les difficultés...



## des revues pour tous les goûts

Il y a trop de revues scientifiques dans le monde, mais pas assez au Canada.

Les revues scientifiques canadiennes se portent bien, merci, en particulier celles publiées par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC).

Tel est l'avis exprimé par M. C.T. Bishop, rédacteur en chef des dix journaux scientifiques du CNRC, et M. H. William-

son, directeur administratif du service de rédaction du CNRC, au cours d'une entrevue, dans leurs bureaux d'Ottawa.

Les dix journaux scientifiques du CNRC couvrent la biochimie, la botanique, la chimie, les sciences de la terre, les recherches forestières, la géotechnique, la microbiologie, la physique, la physiologie et la pharmacologie, et la zoologie. Ils se

classent dans le premier 5 pour cent des plus importantes publications scientifiques au monde, souligne M. Bishop. Une étude de l'«Institute for Scientific Information», de Philadelphie, démontre, entre autres, que le «Journal canadien de chimie» et le «Journal canadien de physique» occupent respectivement la 59ième et la 95ième positions parmi les revues les plus citées.

(La fréquence avec laquelle les articles d'une revue sont mentionnés en référence par les auteurs d'articles scientifiques s'avère le meilleur critère d'évaluation d'une revue scientifique.)

Ainsi, l'étude de l'Institut de Philadelphie indique que seulement 152 revues publient 50 pour cent des articles utilisés par la communauté scientifique. Pour rejoindre 84 pour cent des articles cités, il faut consulter jusqu'à 2 000 revues. Par ailleurs, M. Bishop estime qu'il y a entre 30 et 35 000 revues scientifiques dans le monde!

«Bien entendu, c'est trop, même pour le monde entier», commente M. Bishop. Pourtant, il ajoute aussitôt, «Mais il n'y en a pas assez au Canada.» Pour expliquer cette contradiction il souligne qu'il y a un manque de revues canadiennes en sciences appliquées. Il serait nécessaire d'en créer pour que le Canada apporte sa contribution à la somme des communications scientifiques et pour maintenir à un niveau élevé les travaux scientifiques exécutés au Canada, a déjà écrit M. Bishop dans le bulletin du CNRC.

Le rédacteur en chef des publications du Conseil indique que le CNRC a des projets de nouvelles revues, mais qu'il faudra attendre une conjoncture budgétaire favorable.

Le CNRC dépense 1,7 millions de dollars pour ses publications. Une seule revue comme le «Journal canadien de physique» coûte 200 000 dollars par année, soit environ 80 dollars la page, dont 66 pour la réalisation physique et seulement 14 pour les frais indirects.

Convaincu que plusieurs des 35 000 revues scientifiques disparaîtront —40 pour cent de celles nées en ce siècle n'existent plus— M. Bishop demeure malgré tout optimiste quant à l'avenir de ses revues.

Elles sont parmi les meilleures, dit-il. Elles sortiront vainqueurs de l'élimination sélective qui va survenir depuis que l'«Institute for Scientific Information» a clairement identifié les plus importantes. Une bibliothèque, affirme M. Bishop, peut très bien maintenant ne s'abonner qu'à 500 revues.

«Il est impossible qu'il y ait une concertation entre les éditeurs du monde entier pour limiter le nombre des revues. On trouve trop d'intérêts différents parmi les éditeurs: des gouvernements, des associations savantes et des compagnies privées..»

Invité à commenter le fait qu'il y ait si peu d'articles rédigés en français dans les revues du Conseil, M. Williamson a révélé que 75 pour cent des francophones choisissent de rédiger en anglais. Ceci explique pourquoi seulement 2 pour cent des articles apparaissent en français. Cette situation traduit d'ailleurs une réalité internationale car l'anglais s'est imposé comme la véritable langue scientifique universelle. MM. Bishop et Williamson

estiment par ailleurs que les scientifiques francophones canadiens publient proportionnellement autant que leurs confrères anglophones. D'un autre côté, si les journaux canadiens contiennent environ 25 pour cent d'articles rédigés par des scientifiques étrangers, c'est qu'il s'agit tout simplement d'une coutume universelle adoptée par les grandes revues.

Enfin, les octrois de recherche étant souvent accordés d'après le nombre d'articles publiés, ce n'est pas demain qu'il cessera d'y avoir trop de revues scientifiques. Plusieurs ont d'ailleurs des vocations très spécialisées, mais jugées nécessaires. Somme toute ce n'est pas tellement d'être lu qui compte, mais d'être publié. \*

## fusion-laser illégal?

Le dernier budget du gouvernement américain allouait 50 millions de dollars pour des recherches destinées à mettre au point une bombe thermonucléaire (bombe H) déclenchée par laser. Par ailleurs, en France, en URSS et aux Etats-Unis des laboratoires importants tentent d'amorcer des réactions de fusion thermonucléaire contrôlées. Ces dernières recherches sont à vocation pacifique et visent à maîtriser une source d'énergie pratiquement inépuisable.

L'humanité pourrait se passer avec profit des recherches sur la bombe H déclenchée au laser, par contre, les recherches sur la fusion contrôlée sont extrêmement importantes. Mais voilà que l'Institut international de recherche pour la paix de Stockholm souligne dans son dernier rapport que de telles études sont interdites si on applique à la lettre le Traité sur l'arrêt partiel des essais nucléaires, signé le 5 août 1963 par l'Union soviétique, la Grande-Bretagne et les Etats-Unis.

Ce traité, dont l'Institut a voulu souligner le dixième anniversaire en lui consacrant son rapport de recherche no 11, interdit en effet aux nations signataires de vérifier l'efficacité de leurs engins nucléaires dans l'atmosphère, dans l'espace et sous l'eau. Il permet uniquement la poursuite des essais souterrains. Il

semble donc que les micro-explosions produites pendant les essais de fusion par laser devraient aussi se poursuivre sous terre!

Quant au Traité partiel lui-même, l'Institut conclut qu'il n'a connu qu'un succès partiel. Il a réduit la contamination radioactive de l'atmosphère. Il a contribué à empêcher une plus grande dissémination des armes nucléaires et il a tracé la voie pour le Traité sur la non-prolifération. De plus, il a contribué à abaisser la tension internationale.

Par contre, le Traité sur l'arrêt partiel des essais nucléaires n'a pas ralenti la course aux armements entre l'URSS et les USA, excepté pour ce qui est des restrictions imposées au développement des gros engins thermonucléaires. Les super-grands ont continué de façon intensive leurs essais souterrains. 424 explosions nucléaires ont eu lieu entre le 5 août 1963 et le 31 décembre 1972, c'est-à-dire près de la moitié du total de 924 explosions, annoncées et présumées, exécutées depuis 1945. La Chine et la France ne participent à ce total que pour 52 explosions depuis 1963, dont 42 ont été effectuées dans l'atmosphère. (Ces deux pays, avec le Pakistan et l'Argentine, n'ont pas signé le Traité partiel.)

Au 24 juillet dernier, 13 explosions souterraines supplémentaires avaient été effectuées, 8 par les USA, 3 par l'URSS, une par la Chine et une par la France. Ceci explique la réserve des experts de Stockholm.

\*



M. Michel Slivitsky, directeur du Centre de recherche sur l'eau de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), à l'Université du Québec, vient d'être nommé secrétaire du comité ministériel des politiques scientifiques nouvelle formule, à Québec. Cette nomination s'inscrit dans le cadre d'une restructuration des organismes québécois de politique scientifique qui n'est pas encore terminée.

Avant de quitter ses bureaux du Complexe scientifique, tout près de la capitale provinciale, le dernier-né des « mandarins » du gouvernement québécois a bien voulu accorder une entrevue à **QUÉBEC SCIENCE**.

M. Slivitsky a commencé par un bref retour en arrière pour nous expliquer la nature précise de ce « Comité ministériel des politiques scientifiques ».

En mars 1971, rappelle-t-il, le gouvernement créait le « Comité ministériel des politiques scientifiques » pour définir une politique de la Science visant le développement économique et social. Ce comité comprenait le ministre de l'Éducation, de l'Industrie et du Commerce, des Affaires Sociales et de l'Environnement (le ministre des Affaires Intergouvernementales a été ajouté par la suite). En janvier 1972, le gouvernement créait un organisme consultatif « le Conseil de la politique scientifique » comprenant douze (12) personnes du monde universitaire, du gouvernement et de l'industrie afin que le Comité puisse bénéficier des connaissances de personnes aptes à l'éclairer dans l'établissement de sa politique.

Parce que M. Guy St-Pierre était alors à la tête du ministère de l'Éducation du Québec (MEQ), et qu'il était aussi président du comité ministériel, l'administration de la politique scientifique fut installée au MEQ.

Cette administration comptait un secrétaire principal, M. Laurie Gauvin. Ce dernier avait une tâche assez complexe puisqu'il était secrétaire des trois organismes de politique scientifique du Québec.

# la science se rapproche du pouvoir québécois

En plus d'être secrétaire du comité et du conseil mentionnés précédemment, il était aussi membre de la commission de la recherche du Conseil des universités.

Il y a plusieurs mois, M. St-Pierre a quitté le MEQ pour diriger le ministère de l'Industrie et du Commerce (MIC). On s'est alors demandé si le secrétariat ne devait pas suivre M. St-Pierre au MIC. Ce dernier demeurait président du comité ministériel des politiques scientifiques.

Cette question, et d'autres posées par les conflits de responsabilités avec lesquels était aux prises le secrétaire, devait finalement amener le gouvernement à restructurer son appareil de politique scientifique. En effet, M. Gauvin, lié par le secret d'un comité du Cabinet, organisme décisionnel, siégeait aussi sur deux organismes consultatifs, le Conseil des universités et le Conseil de la politique scientifique.

Cet été, le gouvernement a donc décidé de séparer ces responsabilités conflictuelles en se réservant l'exclusivité d'un secrétaire pour son comité ministériel. M. St-Pierre a demandé à M. Slivitsky d'occuper ce poste. M. Gauvin demeurera tout probablement au service du MEQ.

Mais où se situe exactement le poste de M. Slivitsky dans la structure gouvernementale?

En entrant au gouvernement, M. Slivitsky va se joindre à l'important Secrétariat général du Conseil exécutif, dont M. Julien Chouinard est le grand patron. Jusqu'à tout dernièrement le secrétariat ne comptait que deux comités, celui des questions économiques et celui des questions intergouvernementales. Il en comptera désormais un troisième, celui des politiques scientifiques. Ceci illustre très bien l'importance que le gouvernement du Québec a l'intention d'accorder aux questions de politiques scientifiques.

«Le rôle du secrétaire de ce nouveau comité, explique M. Slivitsky, est de faire en sorte que les ministres aient tous les éléments en mains avant de prendre des décisions concernant la politique scientifique et de voir par la suite à ce que ces décisions soient exécutées.»

La création de ce comité démontre que le gouvernement va attacher de l'im-

portance aux questions de politique scientifique, estime M. Slivitsky. «Les gouvernements, ajoute-t-il, commencent à percevoir que l'état des connaissances scientifiques d'un pays constitue un élément important dans son développement économique. Il suffit de comparer avec le passé. De plus en plus, le gouvernement touche à des domaines, l'énergie, par exemple, où il faut considérer les questions scientifiques.

«Un autre exemple, le problème du bien-être. Il est évident que cela touche aux questions de chômage, de sécurité sociale et de salaire garanti. Une politique de bien-être doit s'appuyer sur une infrastructure de connaissances scientifiques, en sciences sociales, en économique, etc.»

Présentement, M. Slivitsky voit quatre grands domaines de problèmes: la recherche universitaire («le MEQ, le Conseil des universités et la Commission de la recherche s'en occupent»), la recherche dans les ministères («où est-ce qu'on s'en va»), la recherche industrielle («la plus difficile à influencer, mais la plus économiquement productive») et, enfin, tout le secteur des interactions fédéral-provincial, ainsi que la coordination entre les quatre grands secteurs.

Au terme de l'entrevue, M. Slivitsky a d'ailleurs avoué à **QUÉBEC SCIENCE** que la concertation prioritaire actuelle du gouvernement tient plus d'un effort pour définir le rôle du Québec par rapport aux importantes décisions de politique scientifique que le fédéral se prépare à adopter, plutôt que de la mise en marché immédiate de politiques scientifiques québécoises originales.

La grande conclusion que tire Monsieur Slivitsky des récentes décisions du gouvernement du Québec: «le gouvernement a réalisé qu'on ne peut plus parler de développement économique sans parler de science et de technologie».

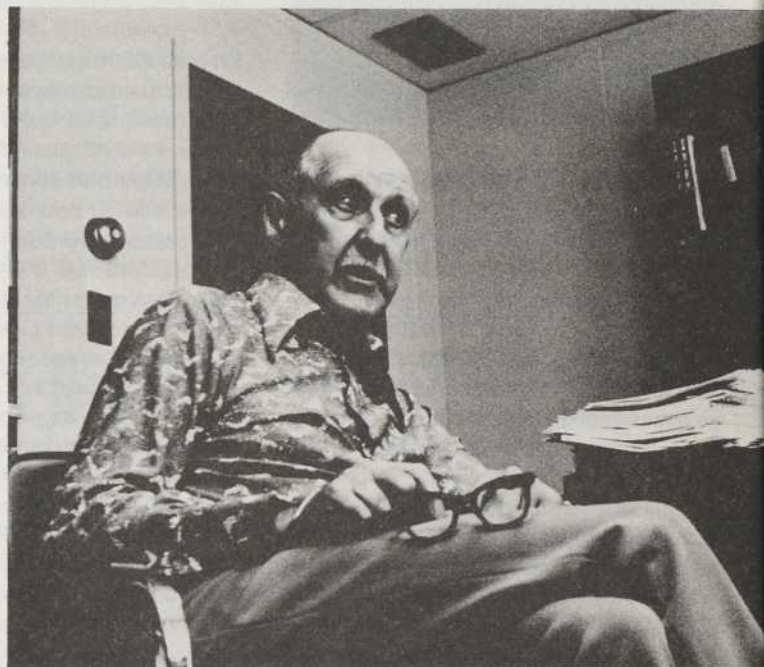
Quant aux décisions qui seront prises, il demeure muet car, ajoute-t-il, «ce n'est pas moi qui décide. Mon rôle est seulement d'aider ceux qui prennent les décisions. Pour les connaître, vous n'avez qu'à aller les voir.»



“  
**se laisser  
 polluer  
 par  
 le  
 confort,  
 l'argent  
 et  
 l'huile**  
 ”

Interview avec Pierre Dansereau  
 directeur du CREM  
 (Centre de recherches écologiques de Montréal)

propos recueillis par Fabien Gruhier



Pierre Dansereau recevait, au début de l'été, la « Médaille Massey » de la Société Royale de Géographie du Canada. La vénérable institution entendait ainsi honorer le coordonnateur du « projet EZAIM » (Ecologie de la zone de l'aéroport international de Montréal).

Il s'agissait en effet d'un précédent: les initiateurs et les responsables des grands projets qui se préparent à bouleverser — pour le meilleur et pour le pire — la réalité québécoise, n'ont guère pour habitude de se préoccuper outre mesure de répercussions sur le milieu. Or il en va différemment de « Mirabel », la future aire d'atterrissage montréalaise des jumbo-jets, supersoniques et autres engins volants de l'avenir: là, hormis le choix du site pour lequel ceux-ci furent mis devant le fait accompli, les écologistes se sont vu accorder largement voix au chapitre, et les aménagements se feront en fonction des conclusions de l'équipe multidisciplinaire que présidait Pierre Dansereau.

Le choix de ce dernier, pour une tâche aussi importante — et aussi inédite dans son principe — n'avait évidemment pas été le fruit du hasard: Pierre Dansereau possède, en tant qu'écologiste et bio-géographe, des « états de service » exceptionnels et jouit d'une notoriété internationale; nous nous contenterons à cet égard de mentionner qu'il fut professeur aux universités de Montréal, McGill, Michigan, Columbia, directeur du Jardin botanique de New York, fit des études spéciales pour l'UNESCO, et détient plus d'une demi-douzaine de doctorats honorifiques... Mais Pierre Dansereau a également la réputation de ne pas mâcher ses mots — la grande presse a fait état récemment de ses prises de position à propos de la Baie James ou du Parc Viau — dès l'instant qu'un développement économique à courte vue menace d'entrer en conflit avec la qualité de notre vie.

**Québec Science:** *Monsieur Dansereau, vous êtes «écologiste». Mais l'intérêt du grand public pour les questions relatives à l'environnement est en grande partie une mode récente. S'agit-il de la découverte de quelque chose qui existait depuis longtemps dans les préoccupations de l'«élite universitaire», ou bien d'une discipline aussi nouvelle que la faveur dont elle est l'objet? En d'autres termes depuis combien de temps vous définissez-vous comme «écologiste»?*

**Pierre Dansereau:** Ah! l'«écologie», voyez-vous, existait bien avant que ce mot figure au vocabulaire des journalistes! Je suis écologiste depuis 1939. Mais il faut bien reconnaître que les écologistes «à l'ancienne» se préoccupaient surtout de conservation. L'écologie, née dans le giron des sciences naturelles, est restée «pure» très longtemps. J'ai d'ailleurs bien peur que certains écologistes en soient encore là, c'est-à-dire qu'ils se voient davantage comme les conservateurs d'un musée de l'équilibre primitif que comme les agents dynamiques d'un équilibre second plus efficace que le premier et tout aussi harmonieux.

**Q.S.:** *Vous ne voyez donc aucune contradiction entre le progrès, les impératifs d'une économie moderne, et cet «équilibre harmonieux»?*

**P.D.:** Le malheur vient de ce que ceux qui prennent les décisions ne soient inspirés que par l'économie. Monsieur Robert Bourassa est censé être un économiste; il possède effectivement une bonne formation traditionnelle dans ce domaine. Mais enfin les économistes authentiques commencent à se rendre compte que la croissance à tout prix doit cesser sous peine justement d'un effondrement de l'économie. La croissance est une chose, mais elle s'accompagne d'antagonismes, lesquels, à un moment donné, exigent qu'on renverse la vapeur. Vous connaissez les prédictions du Club de Rome? Bon! On peut contester certains détails dans la méthodologie qui les a inspirés. Mais sur le fond, je m'inscris comme partisan d'une austérité grandissante. Car il y a des va-

leurs écologiques aussi — et sans doute plus — essentielles qu'un palmarès économique. Le grand public semble d'ailleurs — et heureusement — de plus en plus alerté à ce sujet.

D'où l'erreur fondamentale, à l'origine par exemple des «maux de tête» de l'Hydro-Québec. On nous dit: la consommation d'énergie double tous les dix ans; il nous appartient donc de faire face à cette demande prévisible dans l'avenir.

A cela l'écologiste répond deux choses: premièrement, ce n'est pas mon problème. Débrouillez-vous, mais de toute façon je vous affirme que ce serait un crime de détruire tel site indispensable à nos besoins, récréatifs ou autres, pour satisfaire à vos statistiques énergétiques. Et deuxièmement, je conteste ces statistiques à courte vue. Sans doute la consommation d'électricité a-t-elle doublé au cours des dix dernières années, mais ceci ne vous autorise nullement à supposer qu'il en ira de même dans la prochaine décennie. Car il existe là comme ailleurs des saturations et des maximums à ne pas dépasser.

La logique la plus évidente exige donc une réconciliation entre l'économie et l'écologie.

**Q.S.:** *Cette réconciliation est-elle —selon vous— en passe d'intervenir? Et d'abord, qu'est-ce que l'«Ecologie»?*

**P.D.:** L'écologie, c'est l'utilisation optimale des ressources. Optimale, c'est-à-dire sans sacrifier pour un profit à court terme les possibilités de l'avenir. Donc la préservation d'un équilibre, fût-il différent de l'équilibre naturel.

Quant à savoir si cet équilibre est en passe de devenir réalité, tout dépend des disciplines. Les forestiers, par exemple, ont, depuis longtemps, oeuvré en conformité avec un équilibre écologique. Si vous prenez les ingénieurs, il leur a fallu plus de temps. La General Motors —par exemple— ne s'est convertie —miraculeusement— qu'en 1965. Et si vous prenez les agronomes, ils ont mis un certain temps —c'est le moins que l'on puisse dire— à se rendre compte de la nocivité du D.D.T.

**Q.S.:** *Mais il ne s'agit pas seulement d'un problème économique. Prenons la Baie James: outre les questions d'énergie, il y a*

*une question humaine: les Indiens. Des tas de gens se posent en «défenseurs» des Indiens. Ne s'agit-il pas d'une sorte de «démagogie gauchiste»?*



**P.D.:** Oui je sais que les défenseurs des Indiens et de la chasse au castor sont souvent traités de démagogues, ou de «sentimentaux». Mais l'émotionnalisme n'est pas une exclusivité des défenseurs des Indiens: les industriels hystériques du développement, qui poussent des cris de putois quand on se permet de douter de leurs statistiques et de leurs affirmations, ne sont pas moins émotionnalistes. Entre ces deux extrêmes, rares sont les natifs de la balance, les partisans de ce juste milieu où se trouve l'équilibre. Alors c'est un problème de liberté. Bien sûr, le jeune Indien, qui a terminé une licence de Droit à McGill, a probablement d'autres ambitions que celles de perpétuer, à la Baie James ou ailleurs, le mode de vie de ses ancêtres chasseurs et pêcheurs.

Mais cette supposition raisonnable ne nous autorise pas à imposer aux Indiens notre mode de vie. Il faut leur laisser le choix. Evidemment, ce choix, aussi légitime soit-il, notre société le refuse à bien des Québécois: les gens de la Pointe St-Charles ont-ils le choix? Non!

Il y a des questions de justice sociale qui dépassent l'écologie.

Mais chaque espèce, ou sous-espèce,

a des aspirations, un milieu optimum qui lui convient pour développer le meilleur d'elle-même. Des tas de gens souhaiteraient habiter sur la rue Sherbrooke plutôt qu'à la campagne. Moi qui vis à Montréal le plus souvent, je ne pourrais vraiment pas me passer des fleurs et des écoreuils qui entourent ma maison d'Ou-tremont. C'est une question de choix. Choix que les technocrates de l'Hydro-Québec n'ont aucunement le droit de refuser aux natifs de la Baie James.

**Q.S.:** *Ne craignez-vous pas cependant que les écologistes, les Indiens et l'opinion publique soient manipulés par des gens aux intérêts moins «purs»? Certains ont prétendu, par exemple, que le financement du Comité anti-Baie-James était assuré par des hommes d'affaires ontariens peu désireux de voir le Québec bénéficier de la première route ouverte vers la Baie d'Hudson; ou par des industriels convaincus que de tels investissements porteraient préjudice à l'électricité nucléaire?*

**P.D.:** Oui? Vous savez, la «manipulation» est possible des deux bords. Alors je n'en tiens aucunement compte pour arrêter mon opinion. Mais c'est un fait que —pour reprendre l'exemple de la Baie James— le poids immense des travaux d'ingénierie proprement dits n'est aucunement équilibré par des études écologiques de la même ampleur, ou d'ampleur comparable. Ce que l'on sait de ce milieu, qui va être gravement bouleversé, est ridiculement insuffisant. Les décisions politiques et économiques sont donc à tout le moins prématurées. Je ne dis pas que je suis nécessairement opposé à un tel équipement hydroélectrique; je dis simplement que les décisions ont été prises trop tôt, et que les responsables se comportent en véritables apprentis-sorciers. Et que le bon sens exigerait d'arrêter tout le plus tôt possible, jusqu'à ce que l'on ait fait la preuve du bien-fondé écologique d'un tel investissement. Mais je ne suis pas naïf au point de croire qu'il soit encore possible d'enrayer le processus... Et je n'ai pas du tout l'impression d'être manipulé par qui que ce soit!

**Q.S.:** *Mais on devrait, selon vous, surseoir à l'équipement de la Baie James jusqu'à ce que des études écologiques précises et complètes permettent de conclure?*

**P.D.:** Absolument!

**Q.S.:** *Est-ce à dire qu'il existe une éco-*

*logie objective permettant d'affirmer: tel projet est mauvais ou tel autre est bon?*



**P.D.:** C'est toujours la même histoire: la science est objective, mais les scientifiques ne le sont pas.

A la question: y a-t-il un seul cas où un homme soit mort à cause de l'abus du D.D.T.? La science est bien forcée de répondre: non! Mais ceci n'autorise pas les scientifiques à dire: il faut continuer à utiliser le D.D.T. C'est une question d'opinion. Ceci dit, à mon avis, dans le doute, il est sage de s'abstenir.

De toute façon, pas plus qu'aucune autre science, l'écologie n'a à se prononcer sur le caractère *bon* ou *mauvais* des options qui lui sont soumises. Elle se borne à étudier les conséquences prévisibles de telle ou telle intervention, et à dire: si on fait ceci, voilà ce qui risque d'arriver.

Exemple: dans le site de l'aéroport Mirabel de Ste-Scholastique, il existe un ensemble de dunes magnifiques. Nous disons: voici un paysage superbe qu'il serait intéressant de préserver pour des fins récréatives. Or les entreprises chargées des travaux vont, dans ces dunes, puiser le sable dont elles ont besoin pour fabriquer leur béton. Il nous semble que c'est dommage de détruire ainsi un tel site. Ça peut-être une bonne chose: l'économie réalisée, en évitant d'aller chercher du sable plus loin, permettra éventuellement des «investissements récréatifs» de valeur supérieure aux dunes

sacrifiées. Peut-être. Et peut-être pas. Le rôle de l'écologiste consiste justement à souligner ce genre d'alternative. Pas à dire: «c'est bon» ou «c'est mauvais».

**Q.S.:** *Alors, puisque nous parlons de Mirabel, êtes-vous satisfait, en tant qu'écologiste, du rôle qu'on vous fait jouer dans l'élaboration du projet, et de l'accueil réservé à vos avis?*

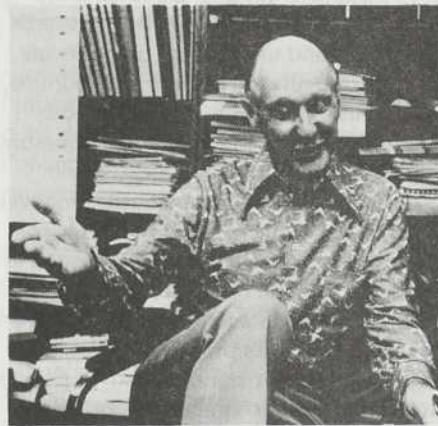
**P.D.:** Il faut distinguer deux phases: le site de l'aéroport étant déterminé, les autorités fédérales nous disent: nous allons faire un aéroport là! Bon, il s'agit pour nous au moins de limiter les dégâts infligés à l'environnement, et si possible de contribuer à un aménagement intégré, satisfaisant en tous points, qui, à aucun égard, n'autorisera à regretter la situation antérieure, c'est-à-dire l'absence d'aéroport. La construction, donc, d'un nouvel équilibre de «qualité» au moins égale à l'équilibre primitif. C'est ce que nous prétendons faire avec «Mirabel», et les études menées à bien, qui vont de la géologie jusqu'à la psychologie sociale, en passant par tous les aspects de la vie animale, végétale, humaine, et des divers niveaux de rapports entre les êtres, nous permettent d'être optimistes.



Quant à la première phase, le choix du lieu, alors évidemment nous n'avons pas été consultés. On ne nous a pas demandé de recommander tel site plutôt que tel autre. On nous a imposé celui de Ste-Scholastique. Il se trouve que ce site est écologiquement satisfaisant. Tant mieux. Mais il est certain que nous aurions pu influencer le choix des autorités et dire: du point de vue écologique, tel ou tel autre

**Q.S.:** *Pour interdire les aménagements d'envergure?*

**P.D.:** Certainement pas. L'attitude des écologistes est au contraire très positive et je suis moi-même horrifié par ces mystiques de l'écologie dont le seul credo est le retour à un état pseudo-sauvage. Il n'est pas question d'interdire le progrès, mais de mettre au service de la collectivité notre connaissance de l'environnement, afin de permettre des planifications harmonieuses et ne plus s'en remettre au hasard. Il est d'ailleurs, je le répète, grand temps d'en arriver là, car le règne du gaspillage et de l'à-peu-près n'a que trop duré: regardez un peu partout à travers la Province, ces «aménagements» qui se font à l'aveuglette, ces routes tracées en dépit du bon sens, ces forêts saccagées, ces dunes et ces falaises —aboutissement d'une évolution géologique qui s'est poursuivie durant 500 millions d'années— détruites en quelques jours.



Le tout avec la bénédiction, selon le cas, du ministère du Tourisme ou de la Voirie, et par la vertu des bulldozers de contracteurs locaux tous plus ignorants les uns que les autres. Du «bon monde» pourtant. Mais ils ne savent pas, et ils doivent faire tourner leur équipement afin de le rentabiliser. Alors le bulldozer, croyez-moi, il fonctionne. Et il fait des choses qui dresseraient les cheveux sur la tête de n'importe quel étudiant connaissant l'ABC de l'écologie. Seulement voilà: il n'y a pas de loi exigeant qu'une équipe interdisciplinaire —incluant bien entendu des ingénieurs, car les grosses erreurs sont plus souvent le fait des contremaîtres que des ingénieurs— prenne connaissance des dossiers AVANT le début des travaux. Il faut pourtant en arriver là très vite: tout aménagement important doit être soumis préalablement à l'avis d'une équipe d'écologistes, et cet avis ne doit plus être purement consultatif. Il est de plus essentiel de planifier: la ville de Montréal, avec le massacre du parc Viau

site, c'est mieux que Ste-Scholastique. C'est possible.

J'ajoute que la participation d'un écologiste à l'implantation d'un super-aéroport ne signifie nullement que l'écologiste, en tant que citoyen, soit pour (ou contre) la «philosophie» du projet; on ne nous a pas demandé: faut-il, au Québec, un super-aéroport? C'est une décision qui, naturellement, est du ressort des autorités représentant les citoyens dans leur ensemble, non des écologistes.

**Q.S.:** *Mais vous vous êtes plaint, souvent, du peu de cas que font les autorités de l'avis des écologistes.*

**P.D.:** Ah oui! Pour ce qui est du ressort des écologistes. Je maintiens que le plus souvent, nous sommes mis devant le fait accompli. Quand toutes les décisions essentielles sont prises, alors on vient nous chercher et on nous charge de limiter les dégâts. C'est exactement ce qui s'est passé avec la Baie James.

**Q.S.:** *Vous avez pourtant, de plus en plus, l'appui de l'opinion publique?*

**P.D.:** Oui, de plus en plus, la pression de l'opinion appuie les écologistes, et c'est une évolution très heureuse. Il était d'ailleurs temps. Regardez l'aménagement de la Jacques-Cartier: il semble que l'Hydro ait abandonné la partie, grâce à l'opinion. J'espère qu'il s'agit bien d'une prise de conscience du public face aux problèmes qui le concernent, et non d'une agréable exception confirmant la règle de la passivité. Mais il y a le cas du Parc Viau: horrible gaspillage d'espace vert malgré les campagnes de presse et l'attitude du ministre de l'Environnement, lui-même hostile au projet. C'est bel et bien la preuve qu'on ne peut s'en remettre chaque fois aux débats publics, et qu'il faut de toute urgence une législation très précise.

et bientôt de la gare Windsor, avec la scandaleuse liberté laissée aux constructeurs privés, constitue un exemple éloquent de sabotage anarchique et une implacable démonstration par l'absurde de cette nécessité d'une orchestration du développement.

**Q.S.:** *Pour ceci, il faut... des écologistes. Il était donc grand temps qu'on se mette à en former. Or l'Université du Québec à Montréal offre désormais, sous votre présidence, une option «Ecologie» au niveau de la maîtrise. Avez-vous de nombreux candidats?*

**P.D.:** Une trentaine. C'est-à-dire que, sélection faite, on peut compter sur une bonne vingtaine. Ce qui est le chiffre prévu et espéré pour commencer.

**Q.S.:** *Voici donc que le Québec se préoccupe d'environnement. Les spécialistes requis seront formés; les lois, on peut supposer qu'elles arriveront tôt ou tard. Les sociétés riches et évoluées seront de plus en plus réfractaires à l'industrialisation polluante. Ceci va nécessairement aboutir au transfert de ces industries polluantes dans les pays les plus pauvres, ceux qui n'ont pas les moyens de faire la fine bouche devant la création de quelques emplois.*

**P.D.:** Exactement. C'est un mouvement déjà sérieusement engagé.

**Q.S.:** *Ça n'est pas très... charitable.*

**P.D.:** Certes non, mais consolez-vous: le Québec n'a vraiment aucune raison de se faire à cet égard un complexe de culpabilité. Bien au contraire: nous participons à cette surenchère des pays pauvres. Regardez-les, ces gens qui réclament à tout prix chez eux le port pour superpétroliers dont les Etats-Unis ne veulent pas, qui revendiquent à grands cris le faux avantage de se laisser polluer par le confort, l'argent et l'huile.

Il se peut même que leur appartenence à une population sous-développée favorise les écologistes québécois dans l'aide qu'ils apportent d'ores et déjà au tiers-monde. A l'Université du Québec, nous avons le ferme propos de former des spécialistes qui s'attaqueront aux problèmes des pays tropicaux et des zones défavorisées.



# la tordeuse ne passera pas

par Michel Boudoux

Dans le ronflement assourdissant de leurs moteurs, trois T.B.M. Avenger volant au ras des arbres larguent brusquement en longues traînées blanchâtres leur cargaison mortelle sur une population aussi désarmée que surprise par tant de violence. Puis le calme revient, mais quelques heures à peine après l'attaque, le Fenitrothion a déjà commencé sa sinistre besogne et d'innombrables petits cadavres jonchent le sol...

Rassurez-vous: nous ne sommes pas au Viet Nam, mais bien au Québec, et ce ne sont pas des flots de napalm que les pilotes larguent sur d'innocentes populations civiles: ici les aviateurs —et les conseillers scientifiques qui, du sol, les dirigent— oeuvrent d'arrache-pied pour sauver l'une de nos plus belles —et importante— richesses naturelles: la forêt.

Leur ennemi commun: un insecte défoliateur, *Choristoneura fumiferana*, plus communément appelé la Tordeuse des bourgeons de l'épinette. Leur champ de bataille: 53 000 kilomètres carrés de la forêt québécoise actuellement infestés par cet insecte au demeurant plein de vitalité... Leur but: arrêter l'épidémie et sauver ce qui peut encore l'être!

## UN ENNEMI DE 23 MILLIMÈTRES

Mais quel est donc exactement cet ennemi si terrible qu'il faille aller jusqu'à faire donner l'aviation pour le rendre, ou tenter de le rendre, inoffensif? En réalité, il s'agit d'un insecte —un lépidoptère— de taille somme toute moyenne (à l'état adulte il mesure quelque 23 mm), de couleur grise et tacheté de brun sur les ailes.

Décrit pour la première fois par l'entomologiste Clémens en 1865, il fut appelé alors Tordeuse des bourgeons de l'épinette, ce qui semble assez paradoxal à bien des gens aujourd'hui lorsqu'ils apprennent que cet insecte s'attaque surtout... au sapin. Pourquoi alors l'avoir nommé ainsi? Eh bien! simplement parce qu'à cette époque l'épinette était l'essence la plus communé-

ment employée par l'industrie forestière, faisant ainsi passer au second plan les dégâts que cet insecte pouvait causer au sapin. Depuis, le sapin est devenu une essence commerciale de première importance que les forestiers entendent à tout prix protéger et développer. D'ailleurs il faut noter que la tordeuse s'attaque également à d'autres arbres, bien que plus rarement, par exemple aux pins et aux mélèzes. Le cycle évolutif de cet insecte est relativement simple. De la mi-juillet à la fin août, la Tordeuse des bourgeons de l'épinette pond une dizaine de petits tas de 15 à 20 oeufs, de couleur vert-pomme, en dessous des aiguilles de l'arbre-hôte. Une masse d'une vingtaine d'oeufs mesure en moyenne 5 mm.

Ceux-ci vont passer toute la mauvaise saison dans leur abri d'hiver (l'hibernaculum). Au printemps suivant, lorsque la neige sera presque complètement fondue en forêt, les larves sortiront et se dirigeront vers l'extrémité des branches, attirées par la lumière (phototropisme positif), pour y attendre le débourrement des bourgeons. A l'éclosion, la larve mesure environ 1,5 mm, mais elle atteindra 20 mm à maturité.

Agée, la larve est brun foncé sur le dessus et d'un brun pâle sur le dessous. Son corps est parcouru par plusieurs séries longitudinales de tubercules blanc crème. Dès que les bourgeons sont ouverts, les larves commencent à se nourrir des jeunes aiguilles. Environ un mois après, vers la quatrième semaine de juin, la larve devient une chrysalide. Ce stade dure entre 8 et 10 jours, après quoi émerge le papillon. Celui-ci mesure environ 23 mm. Il est généralement gris et ses ailes antérieures sont couvertes de bandes et de taches brunes.

## LA GUERRE EST OUVERTE

C'est à l'état de larve que l'insecte cause le plus de dommages aux forêts. Les biologistes distinguent d'ailleurs durant cette très courte période (environ un mois) six stades différents désignés sous les noms L1, L2... L6.

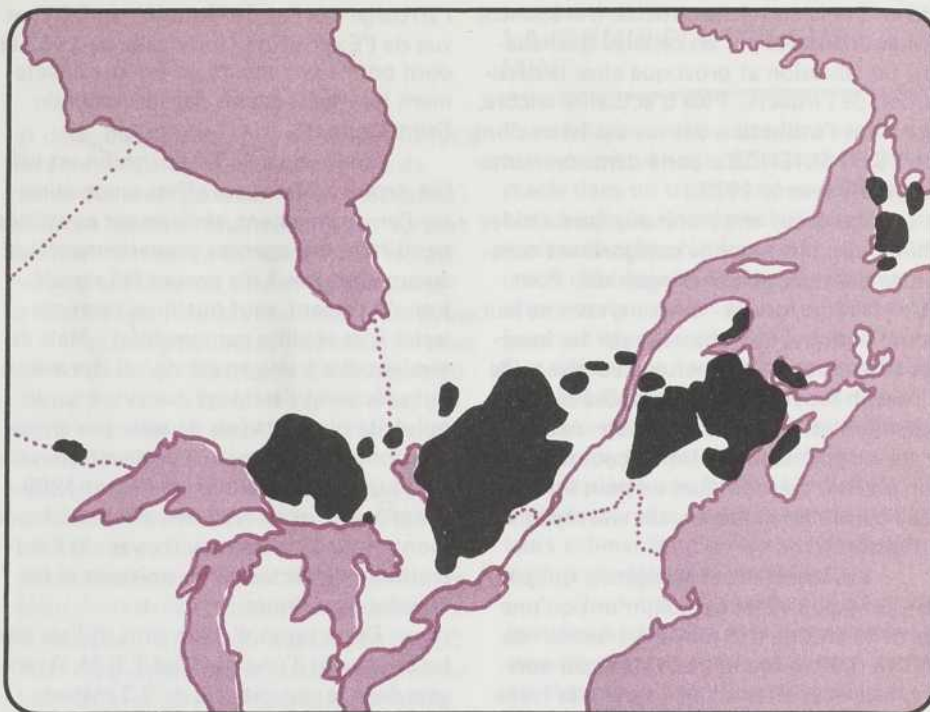
Avec l'arpeuse de la pruche (*Lambdina fiscellaria fiscellaria* Guen.) et la mouche à scie du pin gris (*Néodiprion Swaencki*), la Tordeuse des bourgeons de l'épinette constitue le centre de la lutte menée actuellement par différents services forestiers au Québec contre les insectes nuisibles. Selon une nouvelle entente datée de juillet 1972, le Centre de recherches forestières des Laurentides, relevant du Service canadien des forêts, s'occupe de l'inventaire général des insectes (et aussi des maladies) des arbres, tandis que le ministère des Terres et Forêts du Québec est responsable des enquêtes et des inventaires spéciaux en vue des opérations de lutte, ainsi que, bien entendu, des opérations d'arrosage sur le terrain.

Grâce à ces nouvelles structures de lutte et surtout de contrôle permanent, les services forestiers responsables seront, mieux encore que par le passé, à même d'intervenir rapidement chaque fois qu'un nouveau foyer d'infection sera signalé quelque part dans la province, mais surtout en s'inspirant du vieil adage «il vaut mieux prévenir que guérir» il est plus que vraisemblable que dans un avenir très proche, les différentes populations d'insectes dangereux pour la forêt seront entièrement sous contrôle permanent. La lutte biologique intégrée —dont nous parlerons plus loin— y sera sans doute pour beaucoup!

## DÉJÀ AU 18 IÈME SIÈCLE

Si la Tordeuse des bourgeons de l'épinette existe continuellement dans nos forêts à l'état endémique, c'est-à-dire sans prolifération excessive, l'épidémie survient lorsque par hasard sont réunis dans un même lieu géographique un certain nombre de conditions propices: température, humidité, forte densité de peuplements, arbres déjà malades. Des épidémies du genre de celle que nous connaissons actuellement revêtent une exceptionnelle gravité, étant donné l'utilisation de plus en plus intensive de la forêt. Mais il n'en reste pas moins que le fait n'est pas nouveau. Des docu-

*Aires d'infestation de la Tordeuse des bourgeons de l'épinette dans l'est du Canada et l'état du Maine, en 1972.*



ments anciens, datant du 18<sup>ième</sup> siècle mentionnent déjà les dégâts infligés par cet insecte aux forêts d'Amérique du Nord. Actuellement, l'invasion de la tordeuse —la troisième depuis le début du siècle— s'étend depuis l'est de l'Ontario jusqu'à l'île du Prince-Edouard, en passant par le Nord de l'Etat du Maine.

L'invasion précédente débuta en 1939 pour se terminer en 1958. Si aujourd'hui, la situation était la même que celle qui prévalait en 1958, il serait vraisemblable que l'invasion actuelle se terminerait aux alentours de 1985 après avoir traversé toute la Province d'ouest en est et causé des dégâts inestimables aux forêts: on a avancé le chiffre de \$12 600 000!

Mais heureusement, les conditions de lutte ont totalement changé et le rapport des forces n'est plus ce qu'il était il y a vingt ans. Forts de leurs expériences précédentes, les services de la lutte contre la tordeuse, du ministère des Terres et Forêts du Québec, sont maintenant en mesure d'enrayer —et sans doute de bloquer— l'invasion grâce aux pulvérisations d'insecticide par voie aérienne.

Ces pulvérisations ont commencé d'une façon systématique en 1971 et ont lieu annuellement depuis. Rien qu'en 1972, de fin mai à début juin, un bloc de 8 000 kilomètres carrés de forêt durement atteinte a été traité: les résultats furent excessivement satisfaisants sur plus de 80 % du territoire. Cet été, en 1973, les mêmes opérations se sont répétées sur une plus grande échelle encore.

A partir des années cinquante, des pulvérisations aériennes avaient déjà donné des résultats encourageants. Malheureusement à cette époque, faute de connais-

ces précises sur ses effets secondaires, l'insecticide employé avait été le DDT, dont des études plus récentes ont révélé l'impact parfois catastrophique sur l'environnement.

Certes, cet insecticide puissant avait permis d'enrayer des foyers d'infection potentiellement très dangereux —ce fut le cas entre autres en Gaspésie— mais les réactions hostiles qu'il avait soulevées dans le public avaient conduit les gouvernements à en prohiber l'usage généralisé, à juste titre d'ailleurs. Aujourd'hui les experts ont un avis plus nuancé sur la question et certains ont même été jusqu'à suggérer qu'on réutilise le DDT dans certains cas très précis, en prenant bien entendu toutes les précautions voulues.

Avant de voir plus en détails quels sont les moyens de lutte contre cet insecte et quelles sont les perspectives d'avenir, il n'est peut-être pas mauvais de rappeler en quelques mots les différents types d'insecticides chimiques actuellement utilisés ainsi que leurs modes de fonctionnement respectifs.

En gros, il est possible de classer les insecticides par leur mode de pénétration dans l'organisme de l'insecte. On distinguera alors les insecticides de contact, les insecticides d'ingestion et les insecticides gazeux ou fumigènes. Cette séparation en trois catégories n'a d'ailleurs rien d'absolu, mais elle est néanmoins commode lorsqu'on s'interroge sur les dangers que représente tel ou tel produit.

## UNE QUESTION DE SOLVANT

Alors que les insecticides de contact sont très toxiques pour les insectes, ils le sont beaucoup moins pour les vertébrés! Ceci s'explique aisément par le fait que la peau de ces derniers offre une barrière difficile à franchir pour les poisons, tandis que la cuticule recouvrant les insectes constitue une protection très insuffisante. En effet, on a constaté que les insecticides pénètrent d'autant plus vite à travers le tégument des insectes que leur solubilité est plus poussée. Ainsi la nicotine, le DDT ou encore le pyrèthre ont une action beaucoup plus immédiate que les arsénicaux ou les fluorures non solubles dans les graisses (lipides) qui franchissent plus lentement la cuticule. Cette propriété est évidemment une conséquence de la nature lipidique de la couche cireuse qui protège l'insecte. Voilà pourquoi la nature du solvant joue un rôle si important dans l'action des insecticides. Afin de réduire les dégâts envers la végétation, on utilise le plus souvent des solutions aqueuses, mais en fait les émulsions huileuses sont bien préférables: on a établi que le DDT en solution benzénique se révèle 4 à 6 fois plus actif contre les pucerons qu'en solution aqueuse.

Ouvrons ici une parenthèse pour signaler qu'il existe aussi des moyens physiques de lutte. Par exemple, il est possible de tuer certains insectes en les saupoudrant d'une substance inerte —telle la magnésie—

qui enlève la cire de la cuticule (revêtement lipidique sécrété par les cellules épithéliales) par abrasion et provoque ainsi la dessiccation de l'insecte. Plus d'actualité encore, signalons l'utilisation des rayons lasers dont QUEBEC SCIENCE a parlé dans son numéro de juillet-août 1973.

Mais pour en revenir aux insecticides chimiques, une seconde catégorie est constituée des insecticides d'ingestion. Pour être efficaces, ceux-ci devront, comme leur nom l'indique, être absorbés par les insectes et leur action s'effectuera au niveau de l'intestin moyen. Ce qui suppose bien entendu l'utilisation d'un poison relativement... appétissant. Ainsi la coumarine (un produit très toxique) ne peut être utilisée contre les mouches, car elle répugne à l'insecte.

Les insecticides fumigènes, qui pénètrent eux à l'état gazeux, n'ont qu'une paroi de chitine très mince à franchir: de 0,01 à 0,02 micromètres. Mais, par contre, leur dose létale (DL) varie très fortement avec l'âge de l'insecte. Ainsi on a constaté que chez *Tribolium* —un parasite du blé— l'ordre de susceptibilité était le suivant: oeuf — larve — adulte — nymphe.

## LA MORT PAR FÉNITROTHION

Dans le cas de la Tordeuse des bourgeons de l'épinette, l'insecticide le plus utilisé actuellement est le Fénitrothion. Il s'agit d'un ester phosphorique (le 0,0-diméthyl 0-(4-nitro-m-tolyl) thiophosphate) répondant à la formule générale  $C_9H_{12}NO_5PS$  et dont le poids moléculaire vaut 277.

Découvert en 1959 par une firme japonaise, ce produit devait très rapidement supplanter le DDT, un insecticide organochloré (le p.p'-dichloro-diphényl-trichloroéthane) que sa capacité d'accumulation dans les tissus animaux devait faire interdire par la plupart des pays.

Le Fénitrothion par contre a la particularité de se détruire quelques heures (ou au plus tard quelques jours) après son application. Plus de trente pays d'Amérique, d'Europe, d'Afrique et d'Asie l'utilisent actuellement à grande échelle. Les très nombreuses études auxquelles il a été soumis ont démontré qu'il ne présentait aucun danger, ni pour l'homme, ni pour les mammifères, ni encore pour les poissons ou les oiseaux, lorsque les doses appliquées ne dépassent pas 440 centimètres cubes par hectare. Ce qui n'était certes pas le cas du DDT, employé à doses massives il y a une vingtaine d'années, et qui a causé de sérieux dommages dans certains cas! Plus près de nous encore, que penser de

l'arrosage des Iles de Montréal au DDT en vue de l'Exposition Universelle de 1967 et dont on n'a pas encore pu évaluer exactement les dégâts causés dans les eaux du Saint-Laurent?

Au Québec, le Fénitrothion est utilisé depuis 1970 et ses effets secondaires sur l'environnement, sévèrement contrôlés par différentes agences gouvernementales: aucun effet nocif n'a encore été signalé jusqu'à présent, sauf quelques rares cas isolés (des abeilles par exemple). Mais ils seraient dus à une erreur de vol des avions qui exécutent l'arrosage: un avion aurait pulvérisé plusieurs fois de suite par erreur une zone dans laquelle se trouvait un rucher. De plus, des études menées depuis 1969 à Terre-Neuve et au Nouveau-Brunswick ont montré que l'arrosage au moyen du Fénitrothion n'affectait ni les poissons ni les insectes aquatiques.

Deux types d'avion sont utilisés pour les arrosages: d'une part, les T.B.M. Avenegers dont la capacité est de 2,3 mètres cubes (la concentration du Fénitrothion étant de 16 % en volume). Ou encore d'autres modèles plus gros tels les DC-6 et les Constellation qui peuvent emmener 11 mètres cubes. Signalons en passant que le Fénitrothion se dégrade tellement vite dans l'eau que les avions doivent être chargés immédiatement avant de prendre l'air.

Le coût moyen de ces applications est de \$1.25 par hectare, dont un tiers est défrayé par les compagnies forestières sur les territoires desquelles ont lieu les arrosages. La concentration utilisée est de 220 centimètres cubes par hectare.

## LES CRÉDITISTES ET LA PLUIE

Un organisme fédéral, l'Institut de recherches en répression chimique (ministère de l'Environnement) vient de publier une étude complète de 56 pages sur le Fénitrothion. Il en ressort clairement que les effets secondaires de cet insecticide sur l'environnement sont parfaitement connus et inoffensifs, du moins lorsque le produit est utilisé dans les conditions prescrites. Ce qui ne doit d'ailleurs pas empêcher le public de rester vigilant. Il incombe aux media d'information de dénoncer les abus ou les erreurs qui pourraient être commis. Par mesure préventive, il y aurait sans doute lieu d'interdire les pulvérisations de quelqu'insecticide que ce soit au-dessus des fermes ou encore des lacs et des rivières importants! Mais de là à insinuer comme certains créditistes que les pulvérisations d'insecticides sont responsables de la pluie et du mauvais temps, il y a une

marge qu'aucun esprit sensé ne pourra évidemment franchir; laissons-leur cette originalité...

«Le problème de la pollution ne doit pas nous faire oublier qu'il faut absolument protéger notre forêt et que l'utilisation des insecticides chimiques est encore jusqu'à maintenant la seule possibilité. En fait, les personnes actuellement atteintes de l'hystérie de la pollution et qui condamnent la dispersion des insecticides chimiques, pourraient tout simplement condamner notre forêt à la destruction et déséquilibrer bien plus la nature. Mais les scientifiques ont pleinement conscience de la complexité du problème de la lutte contre la tordeuse et de la protection de l'environnement.» Cette mise au point est d'ailleurs fort intéressante. Elle émane d'un chercheur scientifique engagé dans la lutte contre la tordeuse, le Dr W.A. Smirnoff, mais ne constitue nullement un plaidoyer pour l'usage des moyens chimiques. En effet, l'approche du Dr Smirnoff est bien distincte de ces moyens chimiques et s'inscrit dans ce qu'il est convenu d'appeler la *lutte biologique intégrée*.

## LE FRONT BIOLOGIQUE

Depuis plusieurs années déjà on étudie les possibilités d'ouvrir un autre front dans la lutte contre la tordeuse. Le principe en est simple: dans le cas de la Tordeuse des bourgeons de l'épinette, une bactérie,

*Larve de Tordeuse des bourgeons de l'épinette (Choristoneura fumiferana Clem.)*

## LA CHIMIE PLUTOT QUE LA FAMINE

*Bacillus thuringiensis*, provoque une maladie chez les larves. Mais le déclenchement de cette infection n'est possible que si les spores du bacille peuvent pénétrer dans le sang de la larve à travers les parois intestinales. Ces parois sont recouvertes d'une couche de chitine, substance très résistante. La pénétration des spores du bacille dans le sang de l'insecte est donc très difficile, surtout lorsque la température est basse. C'est donc à cette contradiction que se heurtaient les partisans de la lutte biologique. Et ce, jusqu'à la mise au point d'une nouvelle formule de *Bacillus thuringiensis* à laquelle on a ajouté une quantité infinitésimale d'une enzyme, la chitinase. Cette enzyme a la propriété d'hydrolyser la chitine. L'action se fait donc en deux temps: l'enzyme, en détruisant la chitine, ouvre une voie d'accès au bacille, qui peut alors pénétrer dans le sang de l'insecte et y répandre ses spores qui émettent des toxines mortelles pour leur hôte.

Dès 1971, cette nouvelle technique a été expérimentée et les premiers résultats furent très encourageants. Aussi a-t-il été décidé en 1972 d'arroser 40 kilomètres carrés. La mortalité chez l'insecte fut évaluée à 80%. Selon les chercheurs impliqués dans cette recherche, la lutte contre la tordeuse au moyen de *Bacillus thuringiensis* est très prometteuse et les résultats des applications qui ont eu lieu cet été permettront certainement de conclure en faveur de cette nouvelle technique. D'ores

et déjà, il est certain que ce moyen de lutte sera privilégié dans le cas des forêts de faible étendue, par exemple celles situées près des agglomérations et qui ont surtout un rôle récréatif... En effet, cette technique est absolument sûre et ne comporte aucun danger... si ce n'est pour la tordeuse.

«L'imagination au pouvoir», ce beau mot d'ordre qui fleurissait sur les murs du Quartier Latin à Paris en mai 68 n'est pas resté lettre morte pour les entomologistes. Après *Bacillus thuringiensis*, voici une nouvelle arrivée: petite certes mais combien nombreuse — le pouvoir n'appartient-il pas aux masses? — eh oui! la fourmi italienne s'inscrit à son tour et de plein droit dans la lutte biologique contre la tordeuse. En janvier dernier, QUEBEC SCIENCE consacrait un article au premier hiver de ces fourmis importées par le Dr Finnigan. Depuis un autre arrivage a eu lieu et les premières colonies commencent à se développer d'une manière très satisfaisante. Grands prédateurs d'insectes — elles chassent pratiquement six mois par année — nul doute qu'une fois devenues «opérationnelles» elles constitueront un apport précieux dans la lutte contre la tordeuse et contre un autre insecte nuisible: la mouche à scie du pin gris. Une expérience à suivre en tout cas!

Faut-il déjà conclure que les moyens de lutte chimique sont périmés et seront remplacés dans un très proche avenir par la lutte biologique intégrée? Sûrement pas: les insecticides chimiques ont joué un très grand rôle depuis le début du siècle et seront certainement encore appelés à en jouer un plus grand dans les années à venir. Des agronomes de réputation mondiale, tel René Dumont, n'ont pas hésité à affirmer que sans les insecticides et les engrais chimiques, l'humanité aurait connu au 20<sup>ième</sup> siècle une famine généralisée. Ceci à l'intention des ineffables naturalistes et de leurs «aliments de santé» supposés sans engrais chimiques ni pesticides!

Deux tiers de l'humanité ne mangent pas à leur faim et la lutte contre le sous-développement passe nécessairement par l'emploi d'engrais et de pesticides chimiques. N'en déplaise aux petits bourgeois des pays suralimentés qui trompent leur ennui dans les boutiques de luxe dites «macrobiotiques»... Mais, car il y a un mais, il est certain que par le passé des abus ont été commis: de bonne foi, mais aussi sous la pression des grosses compagnies de produits chimiques qui y trouvaient leur profit... certains ont cru que des pesticides puissants pouvaient être utilisés sans trop de discernement et sans s'inquiéter de leurs répercussions sur l'environnement. Aujourd'hui, la situation n'est plus la même: la population et les pouvoirs publics sont suffisamment sensibilisés aux effets secondaires que comportent certaines pratiques.

Des réglementations très précises sont en voie d'élaboration à l'échelle mondiale, régissant strictement l'usage des insecticides. Et si le coût des frais d'arrosage et des travaux de recherche peut parfois paraître très élevé, il ne faut surtout pas perdre de vue que la disparition d'essences forestières et d'immenses superficies boisées constitue à coup sûr une perte pour le patrimoine québécois qu'il est impossible d'évaluer en dollars.

Bref, insecticides sévèrement réglementés, contrôle permanent de l'impact sur l'environnement, lutte biologique intégrée, rayons lasers... l'avenir est bien sombre pour la tordeuse des bourgeons de l'épinette au Québec.





# faire TAIRE le BRUIT

par Guy Lescouflair

Au Kenya, des chercheurs de l'Organisation mondiale de la santé ont trouvé que chez certains peuples nomades, la pression sanguine ne s'élève pas avec l'âge, contrairement à ce qui se passe dans les pays occidentaux où l'hypertension est de plus en plus marquée après 40 ans. Quand les jeunes hommes de ces tribus s'engagent dans l'armée du Kenya, le changement de mode de vie s'accompagne d'une augmentation de la pression sanguine dès la seconde année de service militaire.

Au Soudan, chez les Mabans, un peuple vivant dans la brousse, loin de tout bruit mécanique, des chercheurs ont trouvé que des hommes d'un âge très avancé avaient une audition aussi bonne que les jeunes gens de 20 ans. Lorsqu'on fit entendre à ces hommes des enregistrements du bruit régnant dans une aciérie moderne, ils présentèrent les mêmes réactions physiologiques aux mêmes niveaux sonores que les ouvriers de l'aciérie.

## L'HOMME MODERNE: UN PRIMITIF

Ces deux exemples illustrent assez bien le fait que le comportement de l'organisme humain est essentiellement identique sous toutes les latitudes. Il n'existe pas, comme on le croit souvent, de facteur génétique spécifique qui mette l'homme de race noire à l'abri des maladies cardiaques, non plus qui immunise l'homme de la brousse contre la surdité de sénescence. Morphologiquement et physiologiquement, l'homme moderne diffère très peu de l'homme primitif. « Contrairement à

ce qu'on croit volontiers, écrit Jean Rostand, l'homme a depuis longtemps cessé d'évoluer... L'énorme différence qui existe entre le vieux tailleur de silex et son héritier moderne n'est que l'oeuvre de la civilisation... »

Or la civilisation a depuis longtemps gagné de vitesse nos possibilités physiologiques. Dans le film « 2001, Odyssée de l'espace », un ordinateur décide de saboter l'expédition cosmique que l'homme l'a chargé de diriger. Une lutte à mort s'engage entre l'homme et l'ordinateur: l'oeuvre de l'homme est devenue son agresseur.

Le bruit est l'oeuvre de l'homme. Il n'existe pas dans la nature, sauf accidentellement lors du déchaînement de certaines forces naturelles. L'homme primitif n'avait pour toute ambiance sonore que le bruissement du vent dans les feuilles, le clapotis du ruisseau, le cri des oiseaux. Ce corps primitif se retrouve soudain dans une ambiance acoustique mille fois plus intense! Naturellement il réagit à cette agression et cette réaction s'appelle le STRESS.

Le bruit agresse l'homme dans toute sa personne. L'organisation des voies auditives dans le cerveau se présente en

deux systèmes distincts: une voie directe, appelée système auditif spécifique, et une voie indirecte, non spécifique, qui s'embranchent à la première.

## CE BRUIT QUI TUE LES GLOBULES...

Lorsqu'un bruit intense atteint l'oreille interne, ses effets se répartissent sur ces deux voies. L'effet essentiellement auditif se manifeste par une lésion de l'oreille interne et une nuisance à la communication verbale. Cependant, les influx déclenchés par la stimulation auditive se répercutent aussi au niveau du cortex entier, par l'intermédiaire d'influx secondaires représentant la réaction d'alarme, **première phase** du stress. Cette réaction d'alarme est nécessaire à la survie même de l'homme: elle lui permet de concentrer son attention sur un stimulus auditif qui peut être signe d'un danger.

En même temps, des influx sont transmis aux centres du système nerveux autonome qui contrôle des organes internes tels le coeur et l'appareil digestif. Tout se passe donc comme si une centrale d'alerte prévenait les autres systèmes de la nécessité de déclencher une réaction de résis-

# BRUIT

tance, **deuxième phase** du stress.

La résistance rétablit la capacité fonctionnelle à la normale tant que l'agression ne dépasse pas ses possibilités de défense. Si l'agression est continue ou répétée avant une récupération complète, la résistance diminue de plus en plus jusqu'à la « limite de réversibilité », qui représente l'épuisement des ressources vitales, **troisième et dernière phase** du stress. (Voir QUÉBEC SCIENCE, vol. 11, no 6, mars 73)

L'effet non-auditif le plus étudié est celui que le bruit exerce sur la fonction cardio-vasculaire. Un bruit agressant cause une vaso-constriction périphérique c'est-à-dire un rétrécissement du calibre des vaisseaux s'accompagnant d'une diminution de la circulation sanguine et du nombre des globules rouges. Ceci s'observe du reste aisément chez le rat exposé à un bruit intense. Or, une privation de sang amène, à plus ou moins brève échéance, la mort des cellules concernées.

La courbe de fonctionnement circulaire de l'oreille interne suit la même allure que celle du fonctionnement général de l'organisme: sous l'influence de stimulations de courtes durées la circulation oscille autour d'une valeur normale. Par

contre si la stimulation est continue pendant assez longtemps, ou le temps de récupération trop court, la récupération n'est que partielle et le dommage auditif s'accumule jusqu'à la limite de réversibilité. A cette phase il y a mort des cellules.

Deux conclusions alors s'imposent:

1. le dommage auditif est cumulatif
2. le repos auditif ou la phase de récupération est d'une importance primordiale.

## ...ET DILATE LES PUPILLES

Ces énoncés sont confirmés couramment chez les cas d'exposition aux bruits industriels: pour des ouvriers jeunes, l'audition revient à la normale après quelques semaines de repos auditif. Mais, pour des ouvriers plus âgés, ayant été soumis beaucoup plus longtemps aux mêmes bruits, le même temps de repos auditif ne procure pratiquement aucune atténuation de la surdité acquise. Par conséquent, plus l'ouvrier est exposé, moins il a de chances de récupérer. Mais les méfaits du bruit ne se limitent pas à l'ouïe.

Chez des sujets exposés à un bruit uniforme de 90 décibels (dB) on constate une dilatation de la pupille pendant toute la durée de l'exposition. Cette dilatation s'accompagne d'une vaso-constriction des capillaires de l'oeil, réaction parallèle à celle des capillaires de l'oreille interne. En même temps on peut mesurer une diminution de l'amplitude du pouls au début de chaque stimulation.

Le bruit engendre une **accélération de la fréquence cardiaque**. (Pour un bruit uniforme de 70 dB, la fréquence augmente de plus de 30 pulsations par minute pendant toute la durée de l'exposition.)

On a pu étudier les effets combinés d'alternances de travail et de repos avec et sans bruit. Le début de la stimulation s'accompagne d'une diminution très nette de la circulation. Après une courte période d'adaptation, la circulation se rétablit peu à peu. Mais l'effet du bruit arrivant à la fin d'une période de travail se prolonge bien après la cessation de ce bruit.

Il semble que même des bruits d'intensité relativement faible (à partir de 65 dB) modifient la fonction cardio-vasculaire. Ces phénomènes s'accroissent avec l'intensité du bruit et peuvent persister jusqu'à une heure après sa cessation.

Une enquête portant sur plus de 1 000 ouvriers de la sidérurgie a montré que l'incidence des troubles vasculaires augmente avec l'intensité du bruit. L'hypertension se retrouve plus souvent chez les ouvriers âgés que chez les plus jeunes.

## GARE AU BRUIT DES DISCOTHEQUES

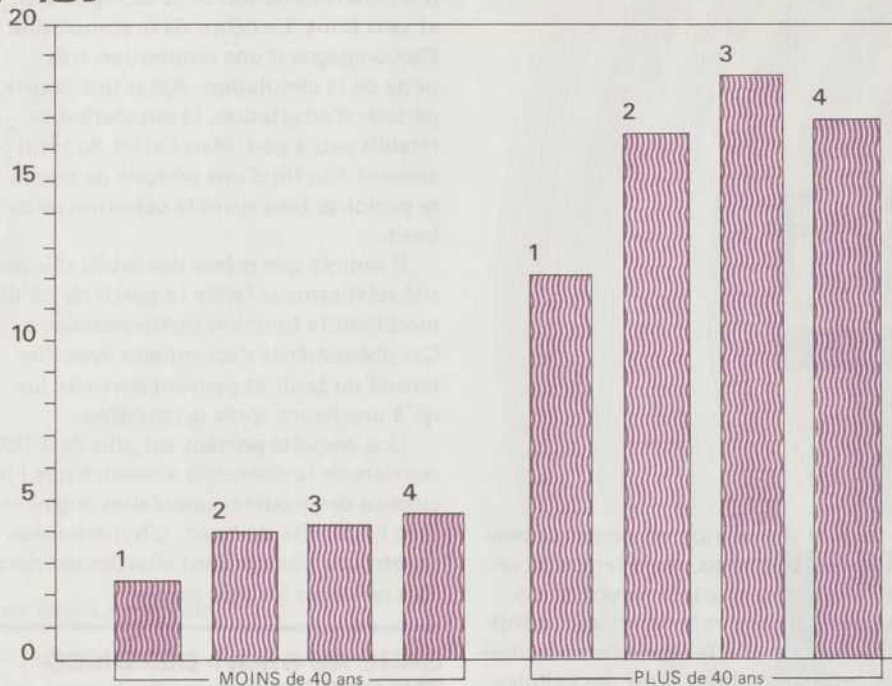
Il est donc établi avec certitude que le bruit perturbe la circulation du sang et les chercheurs ont mis en évidence les modifications consécutives de la formule sanguine, ainsi que celles des sécrétions endocrines (hypophyse, thyroïde et surrénales).

Le travail récent d'une équipe russe révèle que les infra-sons peuvent même influencer la fonction sexuelle: des rats mâles, exposés à des infra-sons et accouplés plus tard à des femelles non exposées, se sont montrés moins fertiles que des mâles non exposés; leurs glandes séminales étaient perturbées et leurs rejetons plus rachitiques. Les chercheurs ne précisent pas si leur conclusions s'étendent aux adeptes des discothèques, lesquels il est vrai ne recherchent pas précisément la fécondité...

Le bruit provoque d'autre part une diminution de la performance dans les tâches de coordination des mouvements, dans le travail intellectuel et dans les tâches de mémoire.

Après une heure de travail dans le bruit, on a pu mesurer une nette dégradation de la vigilance, constatation d'importance capitale pour les patrons d'industrie. En effet, toute dégradation de la vigilance représente un risque possible d'accident. Le National Safety Council croit qu'il existe une corrélation certaine entre le bruit et la fréquence des accidents industriels. On rapporte par exemple que les travailleurs des mines et des

(%)



*Incidence de l'hypertension chez les ouvriers d'usines bruyantes pour deux groupes d'âges: moins de 40 ans et plus de 40 ans.*

1. atelier d'outillage
2. atelier de triage
3. atelier avec tours automatiques
4. atelier de production de roulements à billes

carrières sont ceux qui ont le plus grand nombre d'accidents par heure de travail, parmi toutes les industries.

Par contre la réduction du bruit améliore le rendement, la qualité du travail et réduit les accidents. Exemples:

- Dans un atelier utilisant des marteaux et des presses, le traitement acoustique a réduit le nombre d'accidents de 12 à 3 par an.
- Après insonorisation dans une usine d'aviation, les accidents sont tombés de 15 à 8 par an.
- Dans un atelier de métallurgie, après réduction du bruit, on note une diminution de 51% des pièces défectueuses, et une réduction de 47% des frais de main-d'oeuvre.
- Dans un atelier de montage une diminution de bruit de 20 dB a augmenté le rendement de 30%.
- Dans un local de dactylographie, le nombre d'erreurs de frappe diminuée de 30% après réduction du bruit de 25 dB.

Le bruit, malheureusement, n'existe pas seulement dans les locaux de travail: même les enfants en subissent les conséquences dans leur propre maison. Un groupe de psychologues américains a mis ce fait en évidence au cours d'un récent travail de recherche chez des enfants habitant un édifice de 32 étages situé dans un quartier extrêmement bruyant du centre de New York.

## UNE QUESTION D'ALTITUDE

Des mesures de bruit ambiant à l'intérieur des maisons, à divers paliers, montrent d'abord que le bruit décroît en intensité à mesure qu'on atteint les étages supérieurs. Or, on a constaté une diminution de la discrimination auditive très marquée chez les enfants des étages inférieurs par rapport à ceux des étages supérieurs. De plus cette diminution s'accompagnait, chez ces enfants, d'un plus grand nombre de fautes de vocabulaire et de lecture. Les auteurs concluent que l'ambiance bruyante intense qui entoure ces enfants est à l'origine de leurs difficultés.

Le bruit a-t-il un effet sur le sommeil? Oui! Même des bruits d'intensité modérée (55-60 dB) peuvent changer des états de sommeil profond en des états plus légers. L'arrivée du bruit pendant le sommeil est accompagnée d'un affaissement marqué du pouls. D'autres études confirment que le bruit accroît la durée relative du sommeil léger et réduit celle des phases paradoxales auxquelles on attribue une grande valeur de récupération. D'où la conclusion que le bruit diminue la qualité de la récupération dans le sommeil.

Nous sommes constamment entourés dans notre vie quotidienne de bruits qui n'ont aucune relation avec notre travail et nous envahissent à l'intérieur même

de nos maisons. Dehors nous sommes encore agressés par les bruits du trafic urbain, aérien, et des chantiers de construction.

Le bruit envahit même notre milieu récréatif: la motoneige, le canot à moteur, la moto sont bien considérés comme des sports. Mais, hélas, pour l'oreille et — comme on l'a déjà vu — pour plusieurs autres systèmes physiologiques, ces sports ne représentent qu'un stress supplémentaire. (Voir QUÉBEC SCIENCE vol. 11, no 5 février 73)

Heureusement, la nature a prévu pour nous le merveilleux mécanisme d'ADAPTATION qui permet à l'homme de fonctionner en présence d'un agent agresseur quand, après un certain temps, la réaction première au danger s'est estompée.

Mais cette adaptation est une arme à double tranchant, car si elle permet à l'homme de vivre dans un milieu où d'autres espèces auraient déjà péri, elle ne se fait pas sans dépense d'énergie vitale. De plus, elle fait oublier à l'homme que si l'agresseur est devenu moins nocif, du fait de la résistance accrue qui lui est opposée, il n'en perd pas pour autant son caractère de nocivité.

## L'ENFANT ET LE FRIGIDAIRE

Dans le cas du bruit, l'accoutumance s'exerce à un niveau essentiellement central et non périphérique. Ceci signifie que la suppression de la réaction de nuisance ou de danger causée par le bruit est déclenchée uniquement au niveau du cerveau et pas au niveau de l'oreille interne. Ce phénomène est bien connu dans le sommeil par exemple. La mère qui dort perçoit le soupir significatif de son enfant mais n'est pas du tout dérangée par les bruits ambiants non significatifs tels que celui du réfrigérateur ou de la circulation routière. Donc, dans le sommeil, l'oreille entend tout mais seuls les messages significatifs sont acheminés jusqu'au cortex auditif.

L'inhibition des sons non significatifs s'exerce donc à un étage intermédiaire du cerveau (même si elle n'est pas totalement indépendante du cortex). Par conséquent, les sons exercent une stimulation constante au niveau de l'oreille interne et à tout niveau cérébral inférieur à celui des centres d'inhibition.

Cela signifie que l'on peut s'habituer au bruit mais que le bruit reste nocif: la diminution de la nuisance ne réduit aucunement la nocivité. Il est bien connu que les ouvriers d'usines bruyantes ont une capacité psychologique d'encaisser le bruit beaucoup plus élevée que les ouvriers d'usines calmes. Cela ne les empêche pas pour autant de devenir sourds.

Dans une récente expérience sur le sujet, l'on a placé dix adolescents, amateurs de musique «rock», dans une ambiance de bruit uniforme de 95 dB pendant une heure sans interruption. Aucun des sujets n'a estimé ce bruit trop fort ou insupportable. Mieux encore: plusieurs sujets s'endormirent pendant l'expérience en dépit du fait qu'un bruit de telle intensité est réellement nocif physiologiquement. Il n'y a donc aucune corrélation entre la capacité psychologique et la capacité physiologique d'un individu à accepter des stimuli sonores intenses: nous sommes en présence de deux phénomènes distincts.

Une fois ceci posé, nous pouvons maintenant énoncer le corollaire inverse: un

bruit, même de faible intensité et sans conséquence nocive pour l'oreille peut causer des réactions stressantes, du moment qu'il présente pour l'auditeur une signification d'intrusion ou d'agression.

## LES AVIONS QUI RENDENT FOU

Par exemple, le bruit d'un avion en instance d'atterrissage peut signifier, pour celui qui habite près d'un aéroport, le risque d'un écrasement de l'engin sur son toit, et provoquer la peur. Les psychiatres ont trouvé que cette angoisse était le facteur le plus important à la base des réclamations de citoyens voisins d'un aéroport. Il est possible qu'une telle angoisse puisse dégénérer en névrose ou catalyser un processus névrotique latent. Ainsi, dans un hôpital psychiatrique de Londres, on a remarqué que les patients provenant d'un quartier proche de l'aéroport étaient significativement plus nombreux que ceux provenant d'un quartier voisin plus calme.

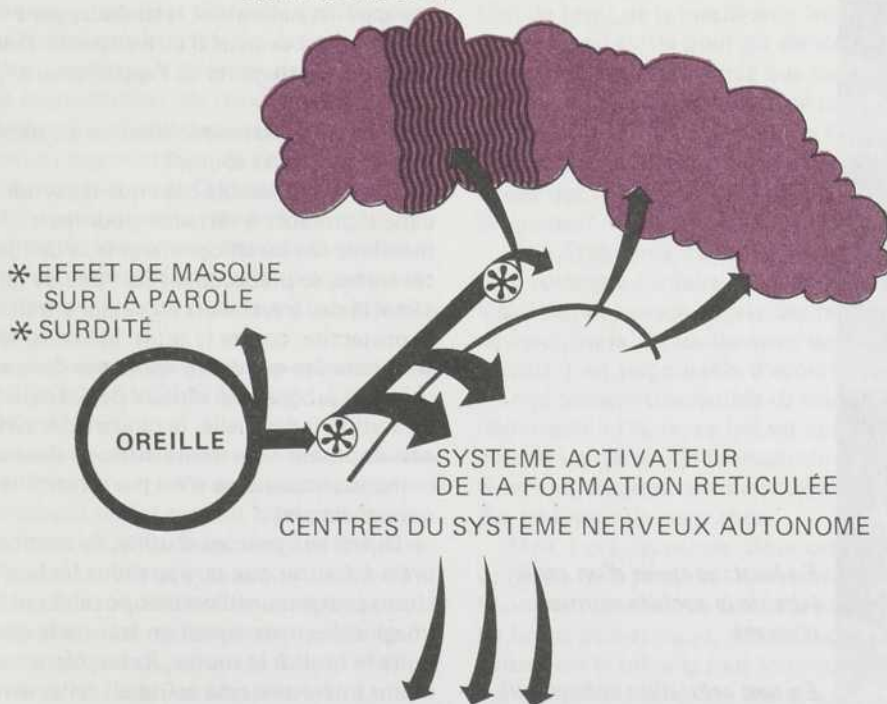
D'autres chercheurs ont remarqué chez les ouvriers d'aciérie une plus grande fréquence de conflits sociaux à la maison et à l'usine chez ceux qui travaillent aux endroits les plus bruyants. De plus, ces derniers se révèlent plus irritables et plus agressifs.

Il a été démontré, en laboratoire, que l'appréciation de la fatigue est plus élevée, pour un travail identique, lorsque ce travail est accompagné de bruit. On estime donc que l'ouvrier astreint au bruit arrive plus fatigué à la maison après sa journée de travail, ce qui expliquerait l'augmentation de conflits familiaux par rapport à son confrère d'un local plus calme.

Quant aux bruits occasionnels et aux bruits de faible intensité c'est surtout leur caractère de nuisance et d'intrusion qui déclenche des réactions stressantes.

INTERFÉRENCE SUR LE TRAVAIL ET L'HABILITÉ  
INTERFÉRENCE SUR LE SOMMEIL  
EFFETS PSYCHOLOGIQUES – NUISANCE

CORTEX AUDITIF



*Organisation physiologique des voies auditives dans le cerveau et leurs relations avec les effets du bruit chez l'humain*

Une enquête de la Home Builders Association (U S A) révèle que 86.5% des locataires d'appartements se plaignent du claquement des portes chez les voisins alors que ce bruit ne les dérange aucunement quant il survient dans leur propre appartement.

Une enquête faite auprès des patients d'hôpitaux classe, parmi les plus importantes sources de nuisance pour le malade, les conversations du personnel hospitalier et le bruit de leurs allées et venues dans les couloirs, ainsi que les gémissements et réclamations des malades des chambres voisines. Si l'on admet que les défenses naturelles du malade hospitalisé sont déjà affaiblies et que, de ce fait, toute agression extérieure acquiert

une force accrue, on peut se poser la question: le malade guérirait-il plus vite si l'hôpital était moins bruyant?

Comme signalé plus haut, le bruit affecte la qualité du sommeil. Or, on connaît maintenant les effets de la privation de sommeil: diminution des capacités mentales, irritabilité, tendances hallucinatoires. Il est donc possible d'attribuer au bruit survenant pendant le sommeil, au moins une part de responsabilité quant ces symptômes se présentent.

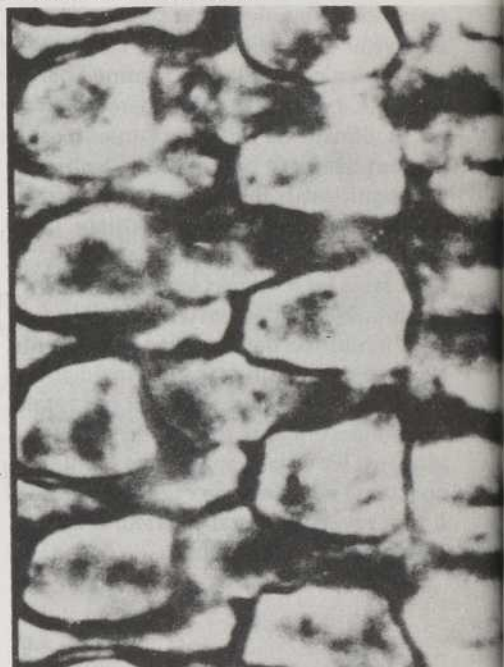
### FAITES L'AMOUR, NON DU BRUIT

D'ailleurs, l'intrusion du bruit vis-à-vis du sommeil, de la relaxation, du désir de quiétude, constitue clairement une source de frustration: des enquêtes ont établi que les bruits de circulation routière dérangent davantage le citadin lorsqu'il est à la maison plutôt qu'ailleurs, indication que son désir de paix n'est pas satisfait.

Dans un autre ordre d'idées, il ne faut pas négliger le stress psychologique et social des appartements mal isolés acousti-

*A gauche: Cellules cochléaires (tissus auditifs) d'un cobaye normal.*

*A droite: Affaissement de ces cellules chez le cobaye exposé au bruit (aux endroits indiqués par les flèches).*



*En haut: contenu d'un capillaire de la cochlée normale d'un rat*

*En bas: celui d'un cobaye qui a été exposé à un bruit intense*

quement, où les voisins peuvent s'entendre à travers les cloisons. Tel le cas de ce jeune couple, sexuellement mal-adapté, qui confie au psychologue avoir dû, dans ses premières années de mariage, réfréner ses appétits naturels et restreindre ses ébats sexuels, de peur d'être entendu dans la chambre attenante de l'appartement voisin.

Mais alors, comment éliminer ou diminuer le bruit à sa source?

D'abord, il semble bien que les syndicats, si prompts à réclamer pour leurs membres des bénéfices marginaux de toutes sortes, se préoccupent fort peu de la sécurité des travailleurs en ce qui a trait à la protection contre le bruit. Même au patron honnête qui désire appliquer dans son usine un programme sérieux de prévention de surdité industrielle, la plupart des syndicats opposent l'aberrante attitude d'incompréhension quand ce n'est pas d'hostilité pure et simple!

Quant aux patrons d'usine, ils sont bien prêts à fournir aux ouvriers tous les bouchons protecteurs d'oreilles possibles et imaginables mais quand on leur parle de réduire le bruit à la source, ils semblent moins intéressés: cela coûterait tellement cher!

seurs); or le premier leur semble plus supportable que le second. A vrai dire, l'ouvrier devient le bouc émissaire d'une situation dont il n'est nullement responsable.

De toute façon, les amortisseurs de bruit recommandés aux ouvriers ne sont qu'un pis-aller: ils ne règlent en rien le problème fondamental. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, augmenter la résistance au stress ne diminue aucunement la nocivité de l'agent stressant. Il est temps d'attaquer le problème par la base: **la diminution du bruit à sa source.** Et surtout qu'on ne vienne pas prétendre impossible de réduire le bruit de la machinerie lourde: c'est faux. Avec les techniques actuelles de détection électronique, on peut déterminer avec précision les points émetteurs de bruits. Dans une seconde phase, une technologie mécanique bien appliquée a tôt fait de trouver des solutions acceptables.

Ainsi, on a pu obtenir une réduction de bruit importante aux fréquences moyennes, en encastrant dans un bain d'huile les engrenage d'une machine à papier. Sur une autre machine servant au séchage, on a remplacé les engrenages métalliques bruyants par des engrenages en nylon, ce qui procure une diminution du bruit de 7 à 20 décibels selon la fréquence.

Si le bruit est devenu un des fléaux de l'usine, les chefs d'industrie en sont les premiers responsables. Il n'y a jamais eu de loi ou règlements relatifs à la limitation du bruit de la machinerie lourde comme il en existe pour les véhicules automobiles. Peut-être parce que les patrons d'industrie ne font pas assez de pression sur les autorités civiles et sur les fabricants de machines industrielles. Pourquoi ne pas exiger des fabricants des machines moins bruyantes?

Aux États-Unis, certains patrons ont déjà commencé à faire des réclamations légales en dommage auprès des fabricants de machinerie. Ils soutiennent que le fabricant est responsable d'avoir conçu un équipement susceptible de causer des dommages à l'ouïe; ce fait est considéré comme un défaut de fabrication. Effectivement, des jugements ont déjà été rendus en faveur de cette thèse.

Mais, hors des usines, deux catégories de bruits font partie du lot quotidien de l'homme moderne: les bruits urbains et les bruits domestiques. A la maison, la cuisine est la pièce la plus sonore, avec ses multiples accessoires électriques et ses murs réfléchissants. D'après des cher-

cheurs de l'Université du Wisconsin, il n'est pas rare que le bruit de la cuisine atteigne 100 dB, à certaines périodes très actives de la journée.

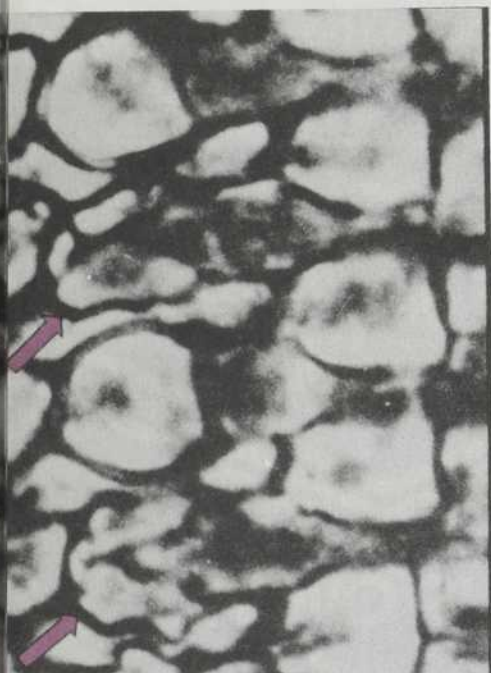
Pourtant ces bruits seraient facilement abaissés si les fabricants d'appareils domestiques et les constructeurs d'habitations accordaient tant soit peu d'importance aux lois élémentaires de l'acoustique.

Par exemple, ne serait-il pas élémentaire d'utiliser un montage antivibratoire pour les ventilateurs de cuisine, au lieu de les laisser transmettre les vibrations du moteur dans toute la maison? Ou d'utiliser un traitement acoustique pour les murs et les planchers de la cuisine au lieu d'en faire, comme actuellement, une véritable chambre de réverbération?

La loi la plus évidente en acoustique architecturale est la loi de masse, selon laquelle plus un matériau est lourd, plus il procure une bonne isolation sonore. Alors pourquoi munit-on encore les maisons de vitres minces et de cloisons en carton poreux?

Que peut faire le simple citoyen pour prévenir le bruit? Beaucoup. D'abord, cesser d'en faire lui-même. Cesser de démarrer en trombe au coin des rues, d'ouvrir la radio à pleine puissance, de claquer les portes, de parler fort dans les corridors, mettre une goutte d'huile dans la poulie de la corde à linge; ne pas tondre le gazon le dimanche matin, etc...

Mais il va falloir beaucoup plus que cela. Il va falloir une action concertée de groupes de citoyens pour sensibiliser l'opinion publique, pour forcer les autorités civiles à instituer des lois anti-bruit. Il va falloir une action concertée des consommateurs pour rejeter les appareils domestiques bruyants et ainsi forcer les fabricants à considérer ce facteur dans leurs constructions futures. Il va falloir que les citoyens refusent de loger dans des maisons mal insonorisées et qu'ils en fassent savoir le pourquoi aux constructeurs d'habitations. Il va falloir exiger une réglementation plus rigide de la construction domiciliaire en ce qui concerne l'insonorisation. Bref, il va falloir faire beaucoup de bruit à propos du bruit.



Ouvriers et patrons commettent la même erreur fondamentale: celle de calculer coûts et revenus en argent sans jamais tenir compte du **coût du stress**. Pour l'ouvrier le coût du stress se paie en accidents de travail, troubles digestifs, troubles circulatoires, surdité, retraite prématurée. Pour le patron, le stress de l'ouvrier signifie augmentation des risques d'accidents, diminution du rendement et de la performance, augmentation de l'absentéisme. Pour ces raisons, le Département du Travail, aux États-Unis, estime à \$4 milliards par année le montant des pertes causées à l'industrie américaine comme conséquence directe du bruit dans le milieu de travail.

## DES BOUCHONS DANS LES OREILLES

Le refus par certains ouvriers de porter les bouchons ou les casques amortisseurs de bruit provient de deux causes principales: d'abord du fait que personne n'a jamais réussi à les convaincre de la nécessité de se protéger les oreilles, et en second lieu parce qu'on leur demande de substituer à un stress (celui causé par le bruit) un autre stress (celui de porter les amortis-

# AS-TU DEUX MINUTES?

Lis-donc  
**QUÉBEC-PRESSE**  
dimanche...



Je désire m'abonner à Québec-Pressé pour une période de

- 4 mois (\$5)
- 12 mois (\$15)

Nom: .....

Adresse: .....

Tél: .....

Faites votre chèque ou mandat-poste à l'ordre de Québec-Pressé, 9670 ave. Péroquin, Montréal 358. Tél.: 381-9936

nous avons  
tant de choses  
à nous dire...

nous avons  
tant de choses  
à nous dire...

nous avons  
tant de choses  
à nous dire...

nous avons  
tant de choses  
à nous dire...

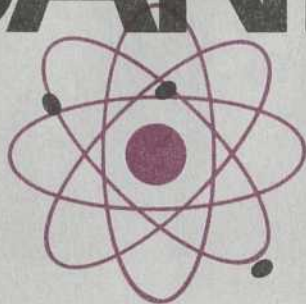
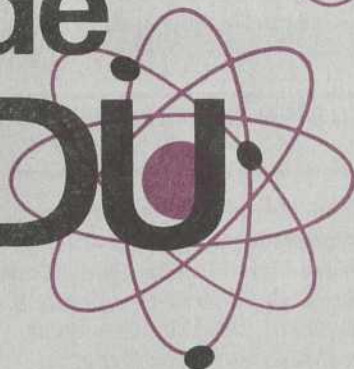
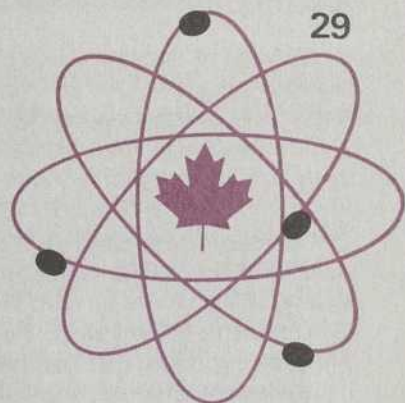


**RADIO · QUÉBEC**  
tous les soirs de 19 à 22h

montréal: 9    québec: 11

sherbrooke: 11    hull: 3    gatineau: 2

# énergie nucléaire: le triomphe de CANDU.



par Pierre Sormany

*Les tubes à combustible ont été insérés dans le premier réacteur. Chaque réacteur contient 480 tubes pouvant recevoir 13 briquettes de combustible chacun.*

Le Canada compte quelques centaines de chercheurs, techniciens ou administrateurs œuvrant dans le domaine nucléaire. Chaque année, ces experts se réunissent pour échanger leurs connaissances techniques ou leurs points de vue, concernant le programme des centrales nucléaires de conception canadienne (centrales CANDU).

Jusque tout récemment, ces réunions étaient l'exemple même de la tristesse et de l'angoisse, alors que nos «spécialistes» s'échangeaient timidement des promesses de succès futurs, en regardant peu à peu tous les autres pays tourner le dos aux idées canadiennes et acheter plutôt les centrales conçues aux Etats-Unis. Il faut dire que la première installation commerciale de CANDU, à Douglas Point, qui devait fonctionner à plein rendement dès 1964, n'était pas encore fiable en 1970.

Et puis voilà qu'en juin dernier, le 13e Congrès annuel de l'Association nucléaire canadienne s'est ouvert dans l'euphorie. L'atmosphère était à la blague. On parlait de l'avenir de notre industrie nucléaire en termes de milliards de dollars et de premier rang au monde. On criait au succès, en regardant de haut, avec un certain mépris même, les difficultés actuelles des constructeurs américains de réacteurs atomiques. On prévoit désormais des ventes massives pour CANDU. Les seules voix discordantes viennent de ceux qui demandent aux spécialistes canadiens de ne pas pêcher par excès de confiance.



Que s'est-il donc passé depuis 1972 pour justifier une telle explosion d'enthousiasme? Deux choses surtout: l'inauguration réussie de la Centrale de Pickering, la plus grosse au monde, et l'annonce par le gouvernement ontarien de son programme de fourniture électrique pour les années 1975-1985.

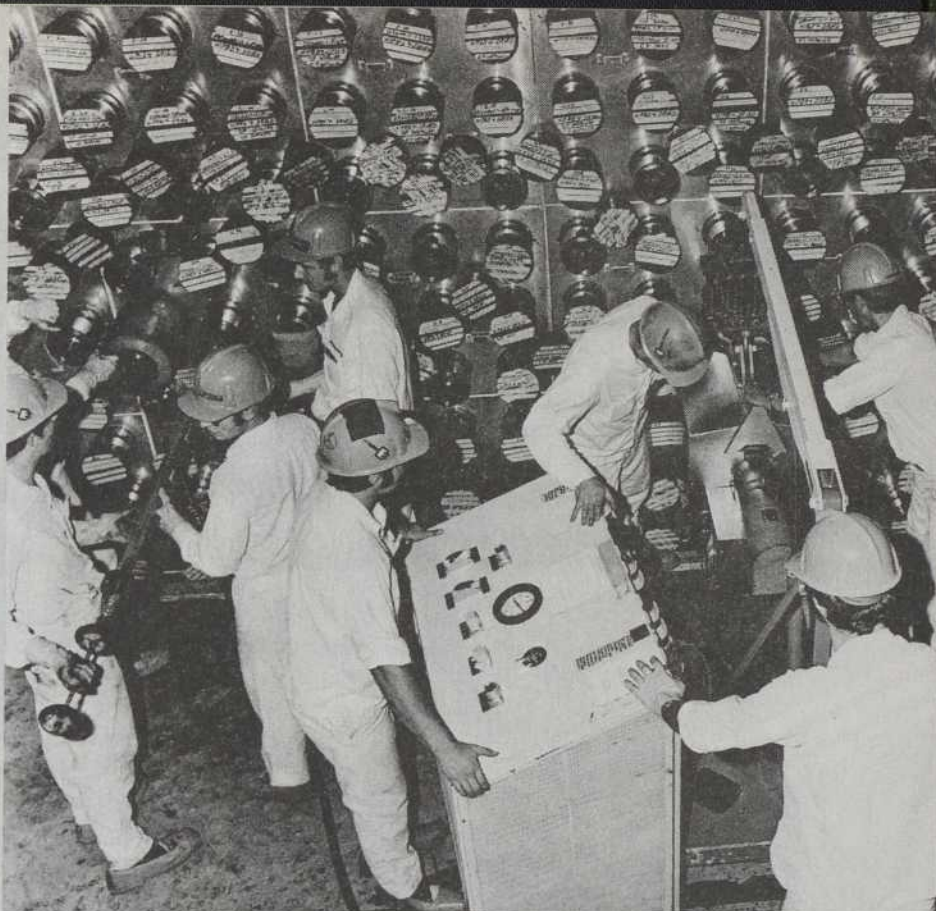
## TOUT EST BIEN QUI COMMENCE MAL

A l'origine (cela remonte vers la fin de 1950), le programme nucléaire canadien devait commencer par la construction d'une usine expérimentale, capable de produire à peine 20 mégawatts (20 millions de watts, soit environ 50 fois moins que Manic 5), selon une conception entièrement canadienne, n'ayant jamais fait ses preuves à l'étranger. Si cette première usine (baptisée NPD: Nuclear Power with Deuterium) s'avérait efficace, l'Hydro-Ontario et la Société de la Couronne Energie Atomique du Canada Ltée, devaient construire conjointement une première usine « commerciale » de 200 mégawatts, à Douglas Point, sur le Lac Huron.

Mais parce que l'Hydro-Ontario avait un besoin urgent de cette énergie d'origine nucléaire, l'usine de Douglas Point fut entreprise avant même que ne soit terminée la centrale expérimentale. Et l'on commença l'érection d'une centrale géante à Pickering (2 000 mégawatts) avant même que n'entre en action celle de Douglas Point...

C'était brûler les étapes, et courir de sérieux risques. Chaque nouvelle difficulté essuyée à Douglas Point (et Dieu sait qu'elles furent nombreuses!) rendait incertain l'avenir de Pickering, ainsi que d'une autre centrale déjà en chantier (celle de Bruce, d'une capacité de 3 000 mégawatts)

Pourtant, les experts canadiens se permettaient d'être plus ambitieux que leurs confrères internationaux. Alors que l'expérience étrangère démontrait que les centrales nucléaires n'avaient qu'un facteur d'utilisation moyen de 63% compte tenu des difficultés inévitables (technologie très complexe) et des arrêts périodiques des réacteurs, on avait prévu pour Pickering et Bruce un facteur d'utilisation de 80%.



Le quatrième échangeur de la centrale nucléaire de Pickering qui doit entrer en fonction au mois de mai.

Puis, en 1970, une déception de plus s'ajouta, lorsque l'usine d'eau lourde de Glace Bay, Nouvelle Ecosse, qui devait permettre le fonctionnement de Pickering, s'avéra un gigantesque échec technologique. Il fallut donc, pour fournir Pickering, emprunter l'eau lourde des autres centrales canadiennes.

Au début de 1972, les deux premières unités de Pickering (540 mégawatts chacune) fonctionnaient à peu près normalement. En mai de cette année-là, il ne fallut que 18 jours pour atteindre la pleine puissance de production électrique avec le troisième réacteur. C'était un record mondial! Ce record fut battu un an plus tard, lorsque la quatrième unité obtint son plein rendement moins de 12 jours après sa « mise en marche » (ou « divergence »), pour employer le jargon nucléaire).

Au cours de la période allant de décembre à avril dernier, les trois premières unités génératrices de Pickering eurent un rendement combiné moyen de 96% environ, avec des pertes d'eau lourde à peu près nulles et des difficultés techniques pratiquement inexistantes. La plus grosse centrale ato-

mique au monde s'avérait aussi la plus fiable et la plus efficace.

## QUAND LE CANADA TIEN TETE AUX ETATS-UNIS

Ce succès de Pickering venait enfin donner raison aux pionniers canadiens qui s'obstinaient depuis 23 ans à soutenir que la filière nucléaire à eau lourde et à uranium naturel était un excellent choix, même si tous les autres pays avait opté peu à peu pour des réacteurs utilisant l'eau naturelle et l'uranium enrichi. (Nous reviendrons plus loin au cours de cet article sur les différences entre ces deux conceptions).

Mais d'autres événements sont venus accroître l'euphorie naissante. D'abord, le gouvernement a vendu, au début de l'année, une troisième centrale CANDU à l'étranger. Après l'Inde et le Pakistan—deux pays avec lesquels le Canada entretient des relations très serrées—c'était maintenant l'Argentine, pays relevant plutôt de la sphère d'influence des Etats-Unis. Ce fait est d'autant plus important que beaucoup de gens craignaient que les Etats-Unis ne parvien-

nent à vendre leurs centrales, fussent-elles moins bonnes, uniquement grâce à leur étonnante puissance commerciale.

Vint ensuite, en juin dernier, l'annonce par la firme ACRES Ltd., une compagnie à capitaux canadiens déjà impliquée dans beaucoup de projets énergétiques au Canada, de son intention de construire dans le sud de l'Ontario une centrale CANDU dont l'entière production serait vendue aux Etats-Unis. Il ne s'agit encore que d'un projet, mais il permet de prévoir qu'un jour peut-être les Etats-Unis achèteront leur courant de centrales de conception canadienne.

A ces promesses commerciales étrangères, s'est ajoutée, au début de l'été, l'annonce du programme ontarien d'énergie électronucléaire, pour les années 1975-1985: 8 000 mégawatts supplémentaires, ce qui donnera un total approchant les 15 000 MW d'énergie d'origine nucléaire pour tout le Canada en 1985, dont au-delà de 13 000 MW en Ontario seulement. (A titre comparatif, rappelons que l'ensemble de la production actuelle de l'Hydro-Québec est inférieure à cette dernière quantité.)

## DES ATOMES SUSCEPTIBLES

Mais qu'est-ce qu'une centrale nucléaire sinon une nouvelle sorte de centrale thermique? Au lieu de brûler du pétrole ou du charbon pour produire de la vapeur dont la pression considérable fait tourner une ou plusieurs turbines, les centrales atomiques utilisent la fission des atomes radioactifs instables comme source de chaleur.

A partir d'une certaine masse, les noyaux atomiques deviennent instables, de telle sorte que certains isotopes éclatent très facilement, lorsqu'une particule pénètre dans leur intérieur. En éclatant ainsi, les noyaux d'uranium 235 émettent des neutrons très rapides qui, même s'ils heurtent les atomes voisins, rebondissent avant d'avoir eu le temps de les ébranler sérieusement. Mais si ces neutrons sont ralentis suffisamment, ils pénètrent alors dans les noyaux des atomes avoisinants, qui éclatent à leur tour, amorçant une réaction en chaîne, génératrice de chaleur.

Dans les centrales nucléaires conventionnelles, le maintien d'une réaction continue suppose donc la présence d'un modérateur, c'est-à-dire d'une substance dont le seul rôle est de ralentir les neutrons émis au cours de la réaction.

## DE LA THEORIE A LA PRATIQUE

Les techniciens qui ont eu la responsabilité de construire les centrales nucléaires ont vite compris qu'il n'était cependant pas si simple de passer de la théorie à la pratique

Certains produits radioactifs avaient l'avantage de réagir même aux neutrons rapides, c'est-à-dire sans substance modératrice. Mais ce type de réaction apparaissait comme difficile à contrôler et l'on s'est d'abord orienté vers les centrales à uranium et modérateur.

Les substances sur lesquelles le choix s'est finalement arrêté comme modérateur sont l'eau naturelle (bouillante ou en vapeur, et à différentes pressions), le graphite ou l'eau lourde (une molécule d'eau dont les atomes d'hydrogène possèdent un neutron supplémentaire, ce qui augmente grandement leur efficacité modératrice).

La plupart des pays ont finalement décidé d'opter pour les centrales utilisant un modérateur moins efficace que l'eau lourde, mais ont compensé cette perte d'efficacité par l'utilisation d'un combustible comprenant beaucoup plus d'uranium fissionable que l'on en retrouve en fait dans le minerai naturel (3% au lieu de 0,7%). Ce choix nécessitait de traiter le minerai d'uranium (une opération très coûteuse), mais évitait d'avoir à produire une quantité considérable d'eau lourde.

Soucieux d'assurer son indépendance face aux usines d'enrichissement d'uranium américaines, et parce que quelques chercheurs têtus s'obstinaient à affirmer que les centrales fonctionnant à l'eau lourde, plus difficiles à construire, seraient par contre

beaucoup plus souples et facilement adaptables à n'importe quelle technologie de l'avenir, le Canada n'a pas choisi cette voie.

Mais la conception de la centrale nucléaire demandait aussi beaucoup d'autres choix. Il fallait par exemple introduire un liquide caloporteur, c'est-à-dire une substance dont le rôle serait d'absorber la chaleur produite dans le réacteur, pour la transmettre dans la «bouilloire», afin de générer la vapeur. Généralement, on utilise de l'eau (lourde ou naturelle), mais certains liquides organiques ou d'autres substances ont des rendements beaucoup plus élevés.

Il fallait ensuite concevoir la centrale elle-même, comprenant les turbines (de même type que dans les centrales thermiques au pétrole), le blindage du réacteur (pour empêcher le rayonnement de s'échapper), les appareils de contrôle (permettant de maintenir continuellement le rythme de réaction dans le combustible, et éventuellement d'empêcher toute catastrophe), etc...

## COMPAREZ

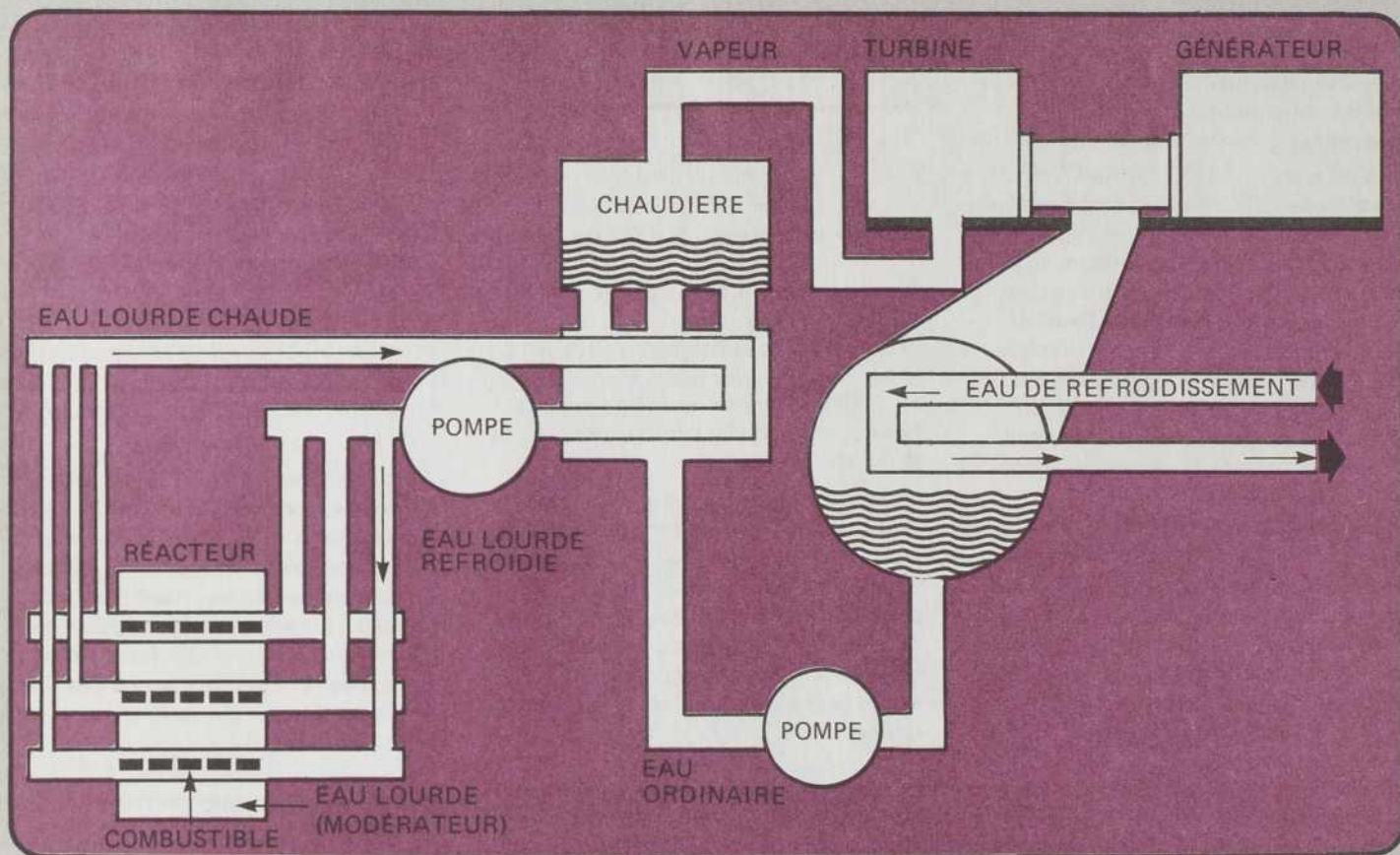
Chaque filière possède ses propres caractéristiques économiques et technologiques. Il est alors instructif de les classer selon les critères suivants, tel que suggéré par le Dr Paskievici, de l'Institut de génie nucléaire de l'Université de Montréal:

En terme d'utilisation efficace du combustible, les réacteurs à eau lourde produisent 2 à 2,5 fois plus d'énergie à partir d'une même quantité d'uranium naturel que les réacteurs à eau naturelle, tandis que les réacteurs à graphite se situent entre les deux. Cette caractéristique, importante lorsqu'on désire économiser nos ressources

### CARACTERISTIQUES DES FILIERES COMMERCIALES

DESIGNATION	PAYS	COMBUSTIBLE	MODERATEUR	CALOporteur	CAPACITE*
PHWR	Canada	U naturel	Eau lourde	Eau lourde (sous pression)	7 500
PWR	U.S.A.	U enrichi	Eau	Eau (sous pression)	60 000
BWR	U.S.A.	U enrichi	Eau	Eau (bouillante)	50 000
HTGR	U.S.A.	U enrichi	Graphite	Hélium	2 300
AGR	U.K.	U enrichi	Graphite	CO <sub>2</sub>	6 200

\* Capacité, en MW, des centrales en fonctionnement, en construction ou en commande, fin 1971.



naturelles, est due aux propriétés de l'eau lourde (faible absorption de neutrons).

**En termes de rendement thermodynamique**, la conversion de la chaleur produite par l'uranium fissionable en électricité sera d'autant plus grande que la température du caloporteur peut être élevée. Il s'en suit que les réacteurs « refroidis » au gaz (principalement l'hélium) ont un bien meilleur rendement, atteignant 35% à 40%, contre 30% seulement pour les réacteurs à l'eau, et à peine plus pour les réacteurs à eau lourde. Le Canada a songé jusqu'à tout récemment à développer une version du CANDU où le caloporteur ne serait plus l'eau lourde (Pickering) ou l'eau naturelle (Gentilly), mais un liquide organique dont le rendement thermodynamique atteindrait les 45%. Ce projet est présentement en suspens.

**En termes de facteur d'utilisation des centrales**, il est un peu tôt pour généraliser, mais la moyenne internationale n'est encore que de 63% environ. Cela signifie qu'un planificateur qui a besoin de produire sans faute 600 mégawatts d'électricité a tout intérêt à construire plutôt une centrale de 1 000 mw, pour prévoir les pannes possibles. Le rendement de plus de 96% pour les 4 mois

de plein fonctionnement des 3 premières unités de Pickering (avant l'entrée en divergence de la dernière unité) laisse entrevoir que les centrales CANDU pourraient fonctionner beaucoup plus rondement que leurs cousines étrangères.

**En termes de sécurité**, les réacteurs les plus protégés sont les réacteurs à gaz, suivis par les réacteurs de type canadien, où le caloporteur est séparé du modérateur, tandis que les réacteurs américains viennent en troisième place. Mais outre la sécurité du réacteur lui-même, la conception d'ensemble de la centrale joue un rôle important dans la prévention des accidents. En fait, les constructeurs soutiennent que toutes les centrales actuelles sont parfaitement sécuritaires (systèmes d'interruption instantanée, double ordinateur de contrôle, isolation parfaite du réacteur, etc...), de telle sorte qu'un accident, même mineur est hautement improbable. Les constructeurs canadiens ont cependant prévu des dispositifs aptes à contenir tout danger, advenant cet accident quasi-impossible. Chaque centrale est par exemple dotée d'un vaste silo de béton, maintenu à vide et capable d'aspirer toute l'atmosphère radioactive, en cas de fuite du combustible. De telles précautions fort coûteuses

et probablement condamnées à n'être jamais utilisées rendent pourtant les centrales canadiennes plus sûres que celles construites à l'étranger.

**En termes de coûts**, les centrales CANDU nécessitent un investissement initial plus élevé, en grande partie parce qu'elles sont encore fabriquées sur une petite échelle. Toutefois, leur coût d'opération est moindre, puisqu'elles utilisent l'uranium naturel au lieu de demander un combustible enrichi. Le coût de revient de l'électricité est encore estimé approximativement égal dans les diverses filières, mais l'avenir viendra peut-être faire pencher la balance d'un côté ou de l'autre.

Mais avant de crier « victoire », une question se pose maintenant: le Canada a-t-il eu raison de se lancer dans la course aux centrales atomiques, de développer ses propres réacteurs et sa propre industrie de soutien? Compte tenu des coûts considérables exigés lors du lancement de tout développement de ce genre, n'aurait-on pas mieux fait d'acheter simplement les centrales américaines, fabriquées presque à la chaîne et qui risquent fort d'être moins coûteuses? La France, par exemple, après avoir défendu près de 20 ans ses propres conceptions nucléaires, a dû admettre finalement son erreur. Elle achète

Le système CANDU est utilisé à Douglas Point, Pickering et Bruce. Le modérateur (eau lourde) entoure les tubes renfermant l'élément fissile. L'eau lourde sous pression sert également à transférer la chaleur du combustible à l'eau ordinaire des chaudières. Cette eau est ainsi transformée en vapeur qui actionne les turbines.

veaux réacteurs plus avancés. Pourtant, la plupart de ces projets «futuristes» dorment aujourd'hui dans les tiroirs des planificateurs parce qu'ils nécessiteraient, dit-on, des investissements trop lourds, et suscitent trop peu d'intérêt au sein des compagnies canadiennes d'électricité.

### PLUSIEURS CENTAINES DE SIÈCLES

Parmi ces développements, on note le CANDU fonctionnant au thorium, un métal fissile beaucoup plus répandu que l'uranium et assez facilement adaptable à la technologie canadienne, le CANDU à caloporteur organique, permettant un rendement électrique de 50% plus élevé environ, ou voire même, les réacteurs «Fusion-Fission», où le bombardement par laser d'une billette d'hydrogène produirait une grande quantité de neutrons, augmentant considérablement le rendement d'un réacteur à uranium naturel.

Comme seule réponse aux futurs surrégénérateurs (centrales utilisant la fission du plutonium sous l'action des neutrons rapides, c'est-à-dire sans modérateur, avec utilisation 100 fois plus efficace du combustible nucléaire), l'EACL patronne actuellement un programme de développement d'un réacteur CANDU au plutonium, dont le rendement sera intermédiaire entre le CANDU actuel et ces nouvelles centrales étrangères.

Les autorités du programme nucléaire canadien semblent en effet estimer que le Canada n'a pas besoin de réacteurs si nouveaux, du moins pour les prochaines décennies. C'est vrai... Mais ne devrait-on pas considérer aussi les besoins des autres pays, susceptibles d'acheter notre technologie?

W.B. Lewis, un des pionniers du programme nucléaire canadien, critiquant le manque de dynamisme des autorités actuelles, faisait remarquer à l'Association nucléaire que le développement des réacteurs au thorium et à caloporteur organique suffirait à rendre inutile les efforts de mise au point des surrégénérateurs étrangers, puisqu'une population mondiale de 15 à 20 milliards d'habitants, consommant 4 à 5 fois plus d'énergie que les américains d'aujourd'hui, pourraient être ainsi alimentés en énergie pour ... plusieurs centaines de siècles!

Bien sûr, rien ne presse, mais...



### LA BAIE JAMES COUTERA MOINS CHER ... ET SERA PLUS RENTABLE

Comment parler du programme nucléaire canadien sans parler du choix de l'Hydro-Québec de développer les rivières du versant est de la Baie James, retardant ainsi l'avènement de l'électro-nucléaire au Québec.

Même en tenant compte des nécessités d'emprunt plus élevées dans le choix hydroélectrique (le coût de construction des barrages, des centrales et surtout des lignes de transmission dépasse le coût de construction de réacteurs nucléaires), il apparaît que la solution adoptée par l'Hydro-Québec est, à court terme, la moins dispendieuse.

A long terme, l'Hydro estime que le retard dans l'avènement du nucléaire au Québec ne gênera pas la création d'une industrie locale. D'abord, dès maintenant, le Québec bénéficie quelque peu des développements nucléaires ontariens. Les frontières entre les provinces sont peu étanches et le Québec peut facilement attirer chez lui ces nouvelles industries, même sans acheter immédiatement leur production.

Quelle que soit la valeur réelle de cette argumentation, il reste que les effets indirects du développement de la Baie James doivent aussi entrer en ligne de compte. John S. Howard, de la Commission canadienne de l'Énergie, estimait dans une communication présentée devant l'Association nucléaire canadienne en juin dernier, que le choix nucléaire permettait de situer les centrales non loin des zones d'utilisation du courant (réduisant les déséquilibres de réseaux), d'employer un personnel plus spécialisé, et sur une base plus permanente, alors que le choix hydroélectrique permettait de stimuler le développement de vastes régions vierges, de créer encore plus d'emploi, plus à court terme peut-être, mais au niveau d'une main d'œuvre non spécialisée, celle qui abonde justement au Québec.

Compte tenu des objectifs actuels du gouvernement Bourassa (on peut les remettre en question, mais il n'empêche que le parti libéral s'est fait élire sur sa promesse des 100 000 emplois!), de l'abondance au Québec des «bâtisseurs de barrages», et du fort contenu québécois des installations hydro-électriques, le choix de l'Hydro, en plus d'être le moins coûteux à court terme, s'avère sans doute le plus profitable au niveau des retombées indirectes...

Quant à la main d'œuvre spécialisée qui sera nécessaire dans une dizaine d'années, lorsque l'Hydro se mettra au diapason canadien et adoptera un programme nucléaire, c'est au niveau de la mini-centrale de Gentilly (une unité de 200 MW déjà construite, et trois à venir en 1979) que l'Hydro espère les former...

On ne peut quand même pas les accuser de manquer trop de prévoyance.

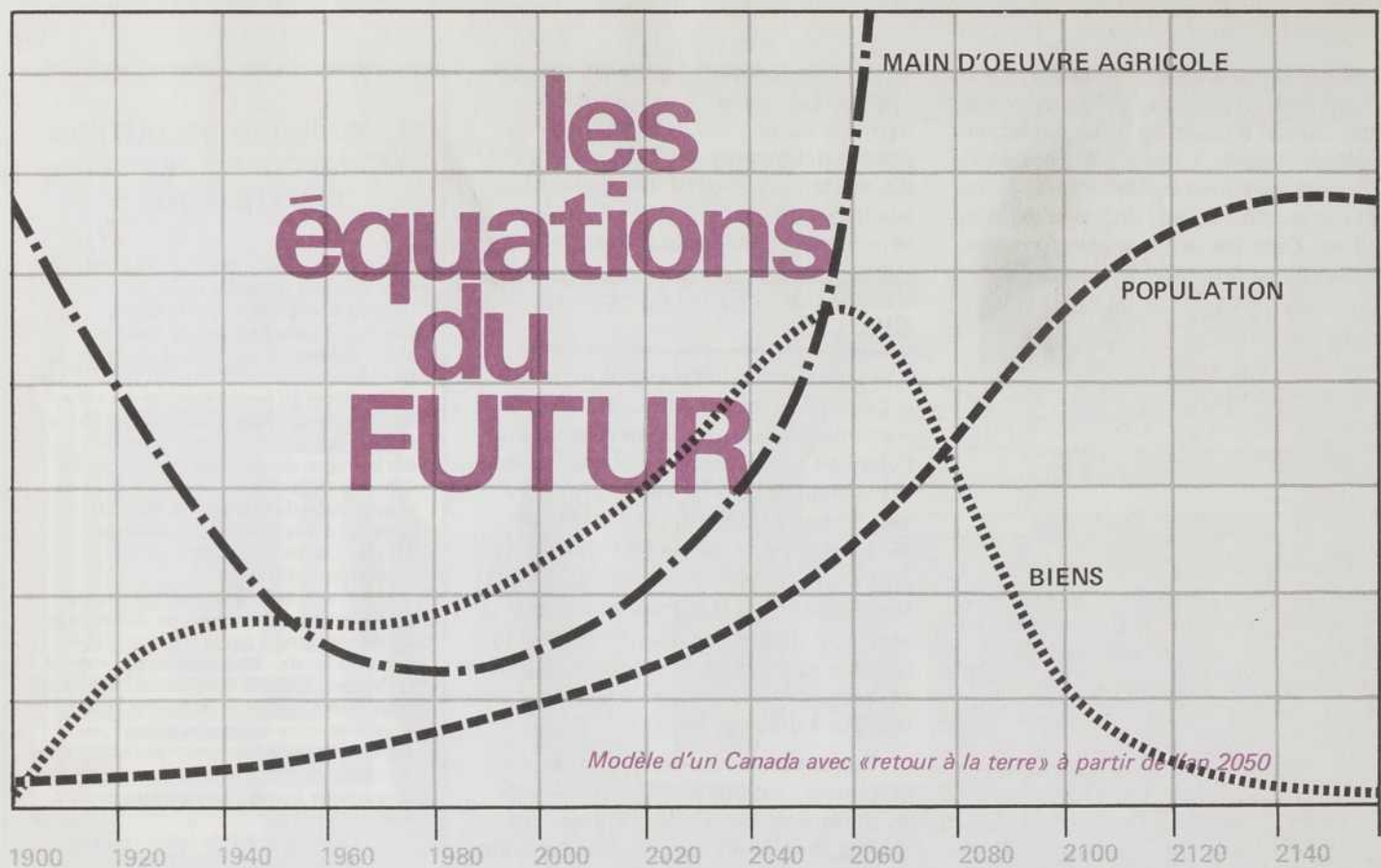
aujourd'hui les centrales américaines beaucoup plus efficaces, et produisant l'énergie à meilleur prix.

A ce sujet, J.S. Foster, de l'Énergie Atomique du Canada Ltée a publié il y a quelques mois une étude sommaire des coûts additionnels imposés par ce choix de la filière CANDU. De cette étude, il appert que vers 1990-1995, le Canada aura perdu un peu plus de \$ 8 milliards dans ce programme, mais qu'à partir de cette époque, les bénéfices directs (coût de l'électricité) et indirects (développement d'une industrie de soutien autonome) commenceront à rapporter, de telle sorte que le pays «rentrera dans son argent» vers l'an 2005, pour faire des profits par la suite.

Les chiffres compilés par M. Foster ne tiennent compte que du marché domestique. Si le Canada parvient de plus à vendre un certain nombre de ses centrales à l'étranger, comme on l'espère aujourd'hui, la rentabilisation pourrait venir beaucoup plus rapidement.

Devant un bilan économique aussi encourageant, nombre de chercheurs et de techniciens estiment que le Canada ne devrait pas se contenter de ses succès actuels et devrait se lancer immédiatement dans le développement de nou-

# les équations du FUTUR



par Jean-Marc Fleury

Les consommateurs de science et de technologie savent maintenant que les nouvelles techniques apportent aussi leur cortège de désagréments. Les centrales tiédissent l'eau fraîche des rivières, les usines intoxiquent et l'automobile met du plomb dans la tête des hommes.

Ce n'est pas tout. On se pose aussi beaucoup de questions sur le rôle de la science dans le développement économique et sur son impact global sur la société. Faut-il asservir toute l'économie à nos besoins énergétiques? Quelle sorte d'énergie doit-on favoriser? Peut-on permettre aux tarés génétiques de se reproduire? Le rassemblement des dossiers individuels dans un ordinateur risque-t-il de détruire la vie privée? Un nouveau matériau remplacera-t-il bientôt l'acier? (Un rapport du gouvernement fédéral recommande au Québec d'axer son développement économique sur la sidérurgie).

Questions d'impact de la technologie sur la santé, sur le développement économique, sur la société, toutes ces questions montrent l'immense place accordée à la technologie dans la civilisation moderne.

Mais la technologie n'est plus un monstre sacré. Dans les gouvernements

des pays industrialisés, des fonctionnaires s'emploient à évaluer l'effet des technologies sur les hommes et l'environnement. Ils tentent même de faire une nouvelle science qu'ils appellent l'«évaluation de la technologie». Son père, un député américain, M. Emilio Daddario, sera sans doute le directeur du premier bureau d'évaluation de la technologie, au Congrès américain. Au Canada, le Conseil des sciences et le ministère d'Etat aux Sciences et à la technologie, à Ottawa, ont entrepris des études d'évaluation des technologies.

Pour le moment, la «TA», comme disent les Anglais pour «Technology Assessment», consiste à poser les bonnes questions avant de prendre une décision technologique. Ses adeptes dressent des tableaux, ou matrices d'impact, des pour et des contre chaque fois qu'il faut faire intervenir la technologie. Ainsi la société peut prendre sa revanche à un point tel que «dans le milieu social des années 70, la principale question est l'impact de la société sur la technologie», selon Herman Kahn.

Qu'à cela ne tienne, il est encore sage de prédire les caractéristiques futures des machines et des techniques. D'ailleurs, l'évaluation de la technologie passe par la *prévision technologique* (PT). De cette dernière on peut parler en détails car elle

a près d'un quart de siècle d'âge.

## DES PROPHETES SCIENTIFIQUES

Ses promoteurs, les prophètes modernes classent les méthodes de la PT en deux grandes catégories: celles qui tentent de répondre à la question «où est-il possible d'aller?» (prévision exploratoire) et celles qui cherchent à préciser «où désirons-nous aller?» (prévision normative).

L'approche exploratoire part des conditions actuelles pour prédire le futur. Par exemple, étant donné la puissance des turbines à gaz actuelles quelle sera leur puissance dans dix ans?

D'un autre côté, la prévision devient normative lorsqu'on fixe des objectifs dans le futur et qu'on étudie comment les techniques, actuelles ou hypothétiques, pourraient permettre d'y arriver. On tente de faire en sorte que les buts «téléguident» le progrès technologique. Par exemple, l'objectif: soit une population mondiale plafonnée à quatre milliards d'habitants, est suivi d'une mise en évidence des contraintes nécessaires à sa réalisation, par exemple: ridiculiser la fête des mères!

Les deux types de méthodes associées étroitement prévision et évaluation technologique. La prévision exploratoire seule, critique notre système social, tandis que la prévision normative, en se concen-

trant sur la recherche, corrige le système social. Toute étude de prospective sérieuse fait intervenir ces deux types de prévisions, surtout lorsqu'on se soucie d'évaluer une technologie.

## LE SECRET DE L'ORACLE

La méthode Delphi (prononcer à l'anglaise «delfaille») a été mise au point par le Dr Olaf Helmer de la Rand Corporation, la plus prestigieuse des «usines à penser» (think tank) du monde occidental. Elle vise à connaître l'avenir en provoquant un débat entre des experts, tout en empêchant ceux-ci de se rencontrer.

La réalisation d'un Delphi nécessite trois instruments: un secrétariat, un groupe d'experts et un questionnaire. Le secrétariat émane de l'organisation qui a besoin de «connaître l'avenir». Il a pour tâche de choisir les experts, d'élaborer le questionnaire et d'entretenir la dynamique du Delphi.

La qualité de l'étude dépendra grandement de la composition du groupe d'experts. En général vingt-cinq suffisent. Ces derniers peuvent posséder tous les défauts du monde: il est une qualité qu'on exige d'eux, celle de voir plus loin que le bout de leur nez.

Indépendamment les uns des autres chacun de ces hommes porteurs d'avenir répond au questionnaire après un laps de réflexion d'une dizaine de jours. La première fois, tout ce qu'on leur demande c'est d'inscrire une date, ou les mentions «plus tard» ou «jamais», au bout de chaque question. Celles-ci débutent toutes par: «En quelle année...». Par exemple: «En quelle année l'autoroute no 20 sera-t-elle bloquée par des embouteillages?»

Le secrétariat classe les réponses reçues, les compare et renvoie un deuxième questionnaire dans lequel il demande uniquement à ceux qui ont donné un avis très différent de la moyenne de justifier leur position. Ce processus d'intimidation se répète deux fois. Après quoi il est inutile de continuer puisque les experts ne démordent généralement plus de leur position. On espère ardemment (cela ne se réalise pas toujours) que les opinions se seront cristallisées près d'une date commune.

## LE MODELE DE FIN DU MONDE

Il y a près d'un an une nouvelle méthode de PT a fait une entrée fracassante sur la scène mondiale. Conséquence des travaux du professeur Jay Forrester sur la dynami-

que du monde, le modèle mathématique mis au point par Dennis Meadows prédit que tout type de croissance —économique, industriel, démographique— devra être volontairement stoppé, faute de quoi la civilisation s'effondrera en catastrophe en l'an 2030.

Commandé par le Club de Rome, un groupe de personnalités internationales convaincues que l'humanité s'engage dans un tournant décisif, le modèle Meadows assume au départ que la croissance a des limites. Il est basé sur cinq facteurs qui, considère-t-on, détermineront et, par conséquent, limiteront un jour, la croissance sur la planète Terre: la population, la production agricole, les ressources naturelles, la production industrielle et la pollution.

Le modèle du monde explicite par des relations mathématiques les effets positifs et négatifs de chacun des facteurs sur les quatre autres et sur lui-même (ce dernier effet dit de boucle ou de rétroaction). On appelle cette nouvelle méthode de PT, l'analyse des systèmes.

Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, à Ottawa, a développé un modèle du développement économique du Canada selon cette méthode. Le modèle présente le développement économique du pays comme étant un cycle étendu sur 250 ans. Ce cycle se divise en trois périodes:

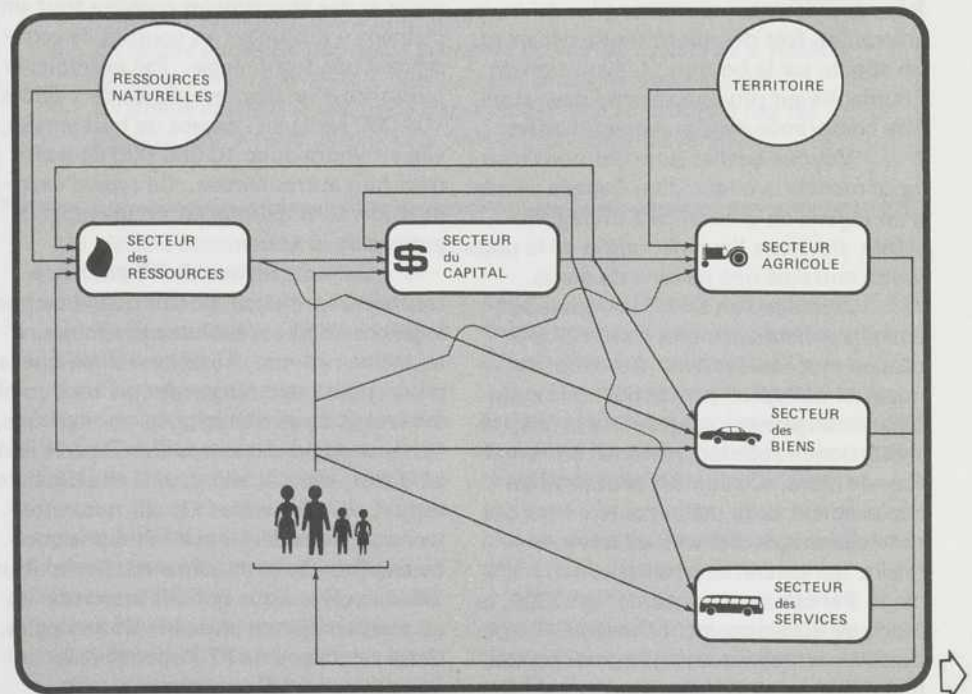
des: un régime de croissance, un régime transitoire et un régime stable.

En voici un aperçu à partir d'un document de travail du ministère d'État aux Sciences et à la Technologie (MEST).

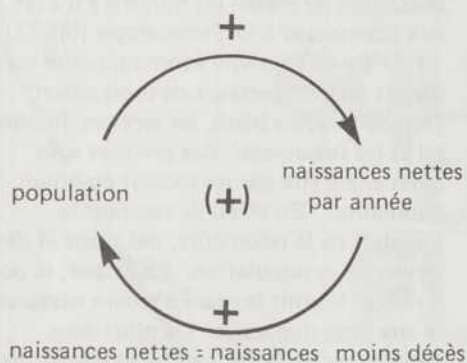
Toute l'activité économique se voit divisée en cinq secteurs de production: l'agriculture, les biens, les services, le capital et les ressources. Ces secteurs sont reliés entre eux par un facteur commun: la population. En effet, ils assurent le transfert de la nourriture, des biens et des services à la population. En retour, la population fournit la main d'œuvre nécessaire aux cinq domaines. De plus, deux secteurs secondaires, capital et ressources, supportent les secteurs de consommation. A leur tour, les trois secteurs de consommation —agriculture, biens et services— assurent le bien-être de la population. Enfin, les seuls facteurs extérieurs au système proviennent de l'apport des ressources et du sol. Voilà, en cinq boîtes et dix-sept flèches, l'économie du pays.

Sous cette apparente simplicité, une foule de processus indépendants interagissent pour déterminer le comportement global du modèle, chaque processus étant commandé par des boucles de cause à effet. La structure d'une boucle comprend deux ou trois variables interreliées et qui interagissent sur elles-mêmes. Ces relations sont soit positives, soit négatives.

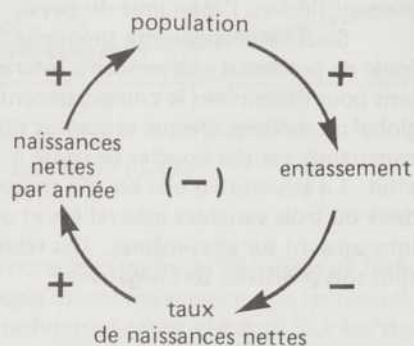
*Les boucles du modèle économétrique du Canada utilisé par le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.*



Par exemple, à la boucle positive commandant la population,



il faut ajouter une boucle négative d'entassement des gens (en assumant que l'entassement des gens les uns contre les autres s'avère assez fort pour réduire les naissances nettes).



Pour utiliser le modèle, on insère toutes ces boucles dans l'ordinateur, on leur accorde une importance plus ou moins grande, on fixe des quantités de départ et on appuie sur le bouton. L'évolution de l'humanité sur plusieurs siècles peut alors être comprimée dans quelques minutes.

Voyons quelles surprises nous réserve ce modèle cyclique d'un Canada passant d'un régime de croissance à un régime stable, alors que l'augmentation de la population entraîne une pénurie de vivres.

Jusqu'en l'an 2070, la population croît exponentiellement, c'est-à-dire de plus en plus rapidement. Au début, la quantité de capital par rapport à la main d'œuvre augmente, ce qui élève la productivité, donc le confort matériel, par un afflux de biens. Ce confort provoque un déplacement de la main d'œuvre hors des campagnes agricoles vers les services: loisirs, bureaucratie, hôtellerie, etc.

Par contre, à partir de l'an 2000, le mode de développement s'inverse. La population est telle que les rapports capital/main d'œuvre de tous les secteurs plafon-

nent, puis commencent même à baisser après l'an 2050. A partir de ce moment, la main d'œuvre doit abandonner les services et retourner à l'agriculture. L'expansion du secteur agricole se poursuit au-delà de l'an 2150 jusqu'à ce que la population cesse de croître.

A cette date, par un dramatique retour à la société de nos arrière-grands-pères, les conditions d'existence redeviennent sensiblement les mêmes qu'avant l'ère industrielle: tous les indices de confort sont faibles et presque toute la main d'œuvre est employée dans les champs. Par ailleurs, il y a des différences énormes: la population a été multipliée par trente et le développement économique n'est plus limité par l'argent disponible (le capital), mais par la surface de territoire disponible.

Afin de consoler le lecteur ajoutons immédiatement que ce modèle comporte un défaut: il estime que les futures techniques agricoles ne dépasseront pas par plus de deux fois et demie l'efficacité de celles d'aujourd'hui. D'ailleurs, règle générale, le principal reproche fait aux modèles d'analyse de systèmes est de ne pas assez compter sur les progrès technologiques.

## LE MODELE DE LA CITROUILLE

Les prophètes modernes possèdent une grande variété d'outils. L'un des plus vieux et des plus simples consiste tout simplement à prolonger les courbes de croissance d'une technologie. Par exemple, la puissance d'un laser est passée de 1 000 à 100 000 watts en l'espace de huit années, elle atteindra donc 10 000 000 de watts dans huit autres années. Ce type d'extrapolation automatique est un exemple de projection linéaire.

Cette technique de PT peut être raffinée à souhait en posant que la technologie considérée n'évoluera pas toujours au même rythme. Ainsi, on estime que la plupart des technologies évolue tout comme les systèmes biologiques, par exemple, la croissance d'une citrouille. De très lente au début, elle s'accélère, puis elle décélère et finit par plafonner. On dit que cette technologie se développe selon une courbe en «S». On peut même étudier tout un secteur scientifique qui fait intervenir les courbes en «S» de plusieurs technologies. Cette technique de PT s'appelle la technique des «courbes-enveloppes».

## LA CONSÉCRATION DE LA SCIENCE FICTION

La technique de PT la plus facile et la plus répandue est sans contredit celle des scénarios. Son protagoniste le plus célèbre, Herman Kahn, l'a popularisée dans un livre magistral, *L'An 2000*. M. Kahn, qui est l'antithèse optimiste du Pr Meadows, selon M. A.R. Demirdache, directeur de la division de l'évaluation de la technologie au MEST, prévoit, par exemple, qu'en l'an 2000, 90 pour cent de la population mondiale sera nourrie à sa faim.

Les experts admettent que les scénarios sont essentiellement de la science-fiction écrite par des savants. Ils demeurent avant tout des jeux de l'esprit et servent d'aiguillon pour élargir les horizons. Leur utilité tient à leur emploi initial qui permet de préciser les questions à étudier. Puis, complétés par les autres méthodes, ils représentent souvent la synthèse d'une étude de PT.

Essentiellement, les scénarios sont des projections globales des facteurs sociaux, politiques, technologiques et économiques dans le futur. Ils présentent habituellement sous forme de déroulement logique les étapes conduisant aux conditions futures. Dans une première étape explicative, le «scénariste» décrit l'état initial et dégage les interrelations entre les facteurs. Puis, dans une seconde étape, dite dynamique, il s'efforce de décrire dans le temps, l'évolution de ces facteurs et de ces relations.

Par exemple, on peut imaginer le scénario suivant: «Le prix de l'essence augmente continuellement au Québec».

«Le recours à l'électricité s'impose. Les centrales électro-nucléaires géantes poussent le long du St-Laurent. Elles y trouvent en abondance l'eau fraîche nécessaire à leur refroidissement. L'eau du fleuve s'échauffe. Sa couverture de glace hivernale rétrécit. D'importantes quantités de vapeur d'eau se condensent au contact de l'air froid. Souvent des bancs de brume envahissent la route 20. Le nombre des accidents augmente.»

Ce scénario, d'un comique relatif, tend à démontrer que, contrairement à ce qu'on pourrait penser, l'augmentation du prix de l'essence accroîtrait le nombre d'accidents automobiles au Québec. Ici l'humour fait bien ressortir la faiblesse de certaines hypothèses et relations de départ. Par contre, ce scénario remplit bien son rôle en indiquant un futur possible et en nous mettant sur la piste de correctifs, à

moins, bien entendu, que tel soit le futur que nous désirerions.

Le grand avantage de la technique exploratoire des scénarios est de montrer clairement où la volonté des hommes peut intervenir. Une fois l'étude terminée, cette méthode de PT indique «où nous pouvons aller», mais aussitôt elle provoque un débat afin de choisir «où nous voulons aller». La plupart des scénarios apparaissent d'ailleurs tôt ou tard sur la place publique. Car leurs auteurs ne désirent pas uniquement prévoir le futur, mais participer à sa construction.

L'exemple canadien le plus récent nous est donné par le dossier sur l'énergie, rendu public à la fin de juin dernier, à Ottawa. Il illustre parfaitement comment les «livres blancs, verts, etc.» constituent une application de la PT au processus de la démocratie.

Au grand dam des éditorialistes, le dossier sur l'énergie ne contient pas de politique précise. Il présente plutôt cinq scénarios possibles d'investissement pour le développement des ressources énergétiques du Canada:

#### 1— Le développement pour soi.

Le Canada dépense un minimum de 42 milliards de dollars d'ici à l'an 1980. Le Nord est laissé à lui-même et le pipeline de la vallée du Mackenzie demeure à l'état de projet. L'exploitation des ressources pétrolières s'accroît seulement sur le plateau continental Atlantique et dans les sables bitumeux d'Arthabaska. Le choix de ce scénario signifierait que les citoyens auraient décidé de restreindre leur consommation d'énergie, mais sans aller jusqu'à adopter un style de vie hippie, afin de consacrer leurs revenus à d'autres choses.

#### 2— Le développement normal (50 milliards).

Il correspond au «scénario sans surprise» de toute étude de PT et est celui favorisé par Ottawa. Il comprend le scénario no 1, plus la construction du gazoduc du Mackenzie, à partir de 1975.

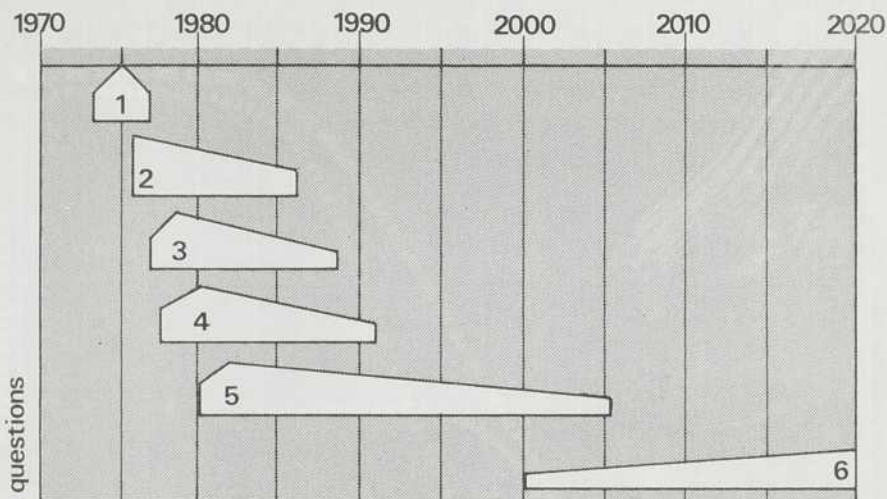
#### 3— Le développement normal retardé (environ 50 milliards).

Le début de la construction du gazoduc est retardé de deux ans. Ce scénario pourrait être réalisé advenant un marché des capitaux difficile.

#### 4— Le développement intensif (60 milliards).

Le scénario no 2, plus l'exploitation

### RÉSULTAT D'UN DELPHI HYPOTHÉTIQUE SUR LE TRANSPORT, AU QUÉBEC.



La longueur de chaque barre représente les estimés mis de l'avant par la moitié «centriste» du groupe d'experts. Dans chaque cas, un quart des experts, les optimistes, ont proposé des dates précédant celle du début de la barre, et un autre quart, les pessimistes, ont proposé des dates postérieures à la fin de la barre. Chaque barre a un sommet qui représente l'estimé de la date médiane.

Les questions de ce Delphi (hypothétique) sont:

1. En quelle année l'autoroute no 20 sera-t-elle bloquée par les embouteillages?
2. En quelle année un constructeur automobile offrira à ses clients québécois l'option d'une carrosserie en fibre de verre (à l'épreuve de la rouille)?
3. En quelle année l'Institut de recherche de l'Hydro-Québec mettra-t-il au point une ligne de transmission de 10 millions de kVA?
4. En quelle année l'Hydro-Québec ouvrira-t-elle son premier poste de service pour véhicules mûs à l'électricité?
5. En quelle année les nouveaux chantiers de Marine Industries à Rivière-du-Loup construiront-ils le plus puissant brise-glace au monde?
6. En quelle année une personne renversée par une automobile (ou ses parents) devra-t-elle défrayer les frais de débossage du véhicule?

du plateau continental de l'Arctique, la construction d'un pipeline pour le pétrole à côté du gazoduc, et le prolongement de ce pipeline vers l'île Ellesmere.

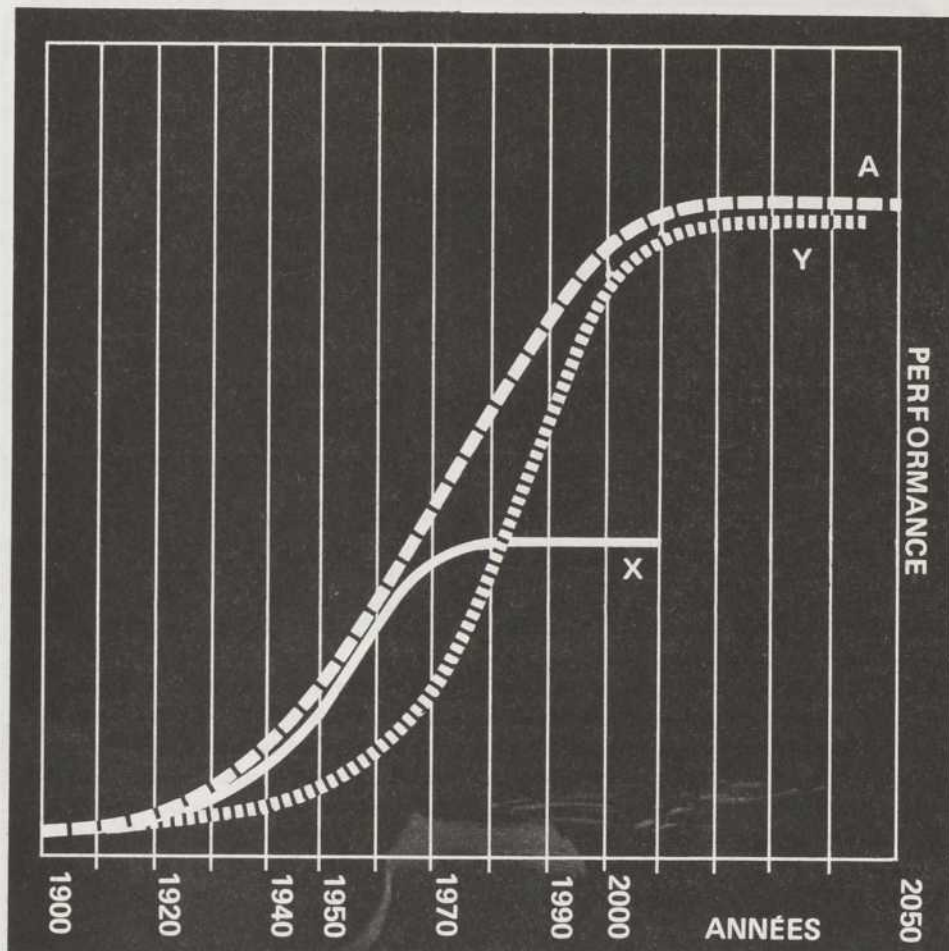
#### 5— Le développement maximum.

Le scénario précédent, plus, la construction d'un gazoduc à partir des îles de l'Arctique. (Celui-ci devrait passer par le Québec selon le premier ministre Robert Bourassa.) Les deux derniers scénarios impliqueraient d'importants sacrifices de la part des Canadiens parce qu'ils auraient choisi de consommer beaucoup d'énergie.

Les experts d'Ottawa disent les avoir conçus uniquement pour illustrer l'ampleur des réserves énergétiques du Canada.

Comme on peut le constater, les fonctionnaires ont appliqué la méthode des scénarios à l'un des plus importants problèmes politiques du Canada. Les éditorialistes, et le public, ne se retrouvent plus en position de critiquer des choix déjà arrêtés, mais de les faire.

La technologie ne se satisfait donc plus de modeler notre environnement physique. Une technique conçue pour la juguler vient même raffiner le processus



Courbe-enveloppe en «S» (A); créée par la succession des courbes en «S» des technologies «X» et «Y».

démocratique. Le grand message de la PT consiste d'ailleurs à nous dire de ne pas nous contenter de prévoir le futur, mais de le façonner. Dans cette tâche, la méthode des scénarios, technique-synthèse de la prévision technologique, nous fait prendre la mesure de notre liberté.

En guise de conclusion, voici un résumé d'un scénario optimiste dans le plus pur esprit canadien, tiré lui aussi d'un document de travail du ministère d'Etat aux Sciences et à la Technologie.

### UN SCÉNARIO OPTIMISTE DU CANADA 1975-1985

— Le pays réussit à devenir moins économiquement dépendant à l'égard des Etats-Unis et, par conséquent, il subit moins les fluctuations économiques américaines. Ceci s'accomplit, entre autres, par le développement des échanges commerciaux avec, d'une part l'Europe et le Japon (pacte de l'automobile Canada-Japon, échange d'avions canadiens contre des Concorde, entrée dans le Marché commun), et d'autre part, le Tiers-Monde et les pays communistes. Ceux-ci achètent en masse

les produits canadiens (véhicules tout-terrain...) peu coûteux et facile d'entretien.

— Parce qu'il dépend moins des USA, le gouvernement canadien peut mettre de l'avant des politiques qui répondent à ses besoins propres.

— Une politique scientifique authentiquement canadienne permet d'adopter un plan de développement industriel dans certains secteurs-clés d'avenir pour le pays: transport, véhicules pour le Grand-Nord, trains rapides, avions à décollage court et vertical; communications; construction adaptée à l'Arctique; habillement, une canadienne chauffée grâce à l'électricité d'une pile miniature, etc. Beaucoup de ces développements sont accomplis en coopération avec des pays du Tiers-Monde.

— Le succès de la politique scientifique canadienne et de sa planification industrielle et technologique crée une demande mondiale pour l'expertise canadienne.

— Le Canada est perçu favorablement par les pays en voie de développement et la demande pour sa technologie et ses produits augmente.

— Publication du «grand roman canadien».

— Croissance de la fierté «nationale». Les

Canadiens se perçoivent comme des idéalistes au service du Tiers-Monde et jouissent de leur liberté d'action vis-à-vis de leur voisin du Sud. Le Canada est l'«ami de tout le monde».

— Des villes entières abritées sous des dômes poussent comme des champignons dans le Grand-Nord. Les pêcheurs cultivent les océans (mariculture), les barrières tarifaires disparaissent avec l'Australie, le sous-continent indien et, dans certains domaines, avec le Japon.

— Une boisson gazeuse à saveur d'érable se gagne des millions d'adeptes enthousiastes à travers le monde entier.

Bravo!

Mais il y a un hic.

Le scénario optimiste de M. R.H. Clayton s'appuie sur des hypothèses, ou plus précisément, sa phase descriptive prend pour acquis l'adoption d'une vigoureuse politique scientifique gouvernementale. Ensuite, de grands plans de développement industriel et économique, appuyés sur cette politique scientifique, seraient mis en oeuvre. C'est un naïf, direz-vous.

Il demeure que le Conseil des sciences et le ministère d'Etat aux Sciences et à la Technologie, ce dernier dirigé par Mme Jeanne Sauvé, existent, que le rapport Lamontagne sur la politique scientifique a suscité énormément d'intérêt, etc. Peut-être qu'après tout, le développement du pays passera désormais par la politique scientifique. Il faut donc s'attendre à ce que la PT et l'évaluation de la technologie occupent une place cruciale dans la vie politique canadienne. De toute façon, on n'a pas le choix. La civilisation technologique arrive à grands pas et l'évaluation de la technologie demeure le seul moyen de la faire à la mesure de l'homme.



## nouvelle table chirurgicale

Le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) et la firme Bio-Millet (industrie québécoise spécialisée dans les fournitures médicales) présentaient conjointement, au printemps dernier, un nouveau modèle de table chirurgicale.

La «table d'interventions chirurgicales majeures MIRO PLUS 2000» offre un certain nombre de caractéristiques qui en font un instrument à peu près unique dans sa catégorie. En particulier, la transparence de cette table aux rayons X permet d'effectuer, au cours d'une opération, des radiographies du patient sans avoir à le déplacer, alors qu'il n'est peut-être pas en état de supporter des «manipulations» trop fréquentes.

Mais surtout l'instrument est d'une extrême souplesse, muni de très nombreuses articulations et mécanismes de translation à commande hydraulique; on peut aussi lui donner une infinité de positions et d'inclinaisons différentes, et en changer graduellement et en douceur. Enfin, le matériau qui la revêt assure au patient un «confort» à toute épreuve, et la multitude de connexions, électriques ou autres, requises par la chirurgie moderne, sont toutes intégrées au support, ce qui facilite grandement le travail des chirurgiens... et leur évite de se «mêler les pieds» dans les tuyauteries et les câbles qui encombrant habituellement le sol des salles d'opérations.

La table —de conception entièrement québécoise— a été réalisée en collaboration par le CRIQ et la maison Bio-Millet au coût de 200 000 dollars. M. Jacques Pageau, du CRIQ, déclarait à QUEBEC SCIENCE que le gouvernement fédéral avait également participé à cet investissement, et que la table serait vendue aux hôpitaux aux alentours de 6 000 dollars, selon les spécifications et accessoires demandés.

Le marché potentiel, pour un instrument de ce genre, est apparemment très prometteur, et offrira peut-être au Québec l'occasion de faire une brillante apparition sur le plan de la technologie médicale internationale.



# invention - québec

L'imagination est à la fois banale et rarissime. Rarissime: notre société technologique toujours à l'affût dévore toutes les idées neuves qui veulent bien se présenter à elle, et dont elle se nourrit sans jamais se rassasier. Banale: innombrables les bricoleurs du dimanche, au violon d'Ingres en forme de marteau et de tournevis, qui ont derrière la tête, dans leur tiroir de table de nuit, ou au fond de leur garage, l'idée géniale, le schéma sommaire, ou le prototype un peu «broche à foin» d'une invention sensationnelle. Mais voilà le hic: le pont manque le plus souvent entre l'industriel susceptible de mettre à profit telle idée qui dort, et son auteur obscur et modeste. Manque de communication d'autant plus regrettable que les inventions les plus importantes furent justement l'oeuvre de ces obscurs et de ces modestes. D'où l'hypothèse plus que plausible selon laquelle des inventions importantes, il y en a des tas un peu partout. Elles attendent, au risque de s'y faire oublier, dans les tables de nuit et les fonds de garages. Ou derrière la tête de leurs auteurs avec lesquels — faute de moyens de réalisation — elles pourraient bien disparaître.

Pourquoi ne pas aller les chercher? Voilà une... invention originale! Elle est due à un groupe montréalais qui fit appel au programme fédéral d'Initiatives locales pour former un organisme entièrement voué à la «découverte de l'invention» et à l'aide aux inventeurs: Invention Québec. Il s'agit de regrouper les manières de la bricole innovatrice, de leur fournir la possibilité de réaliser leurs prototypes — avec l'aide éventuelle des industries ou des universités — et de les conseiller ou de les orienter vers le manufacturier qui, pour le plus grand bien de tous (et de l'économie québécoise) fabriquera en série l'objet, appliquera dans le concret l'idée.

Une des méthodes utilisées: les expositions. Ainsi se tenait, en mai, Place Bonaventure à Montréal, un Salon de l'invention, afin de «démontrer le bien-fondé de l'aide apportée aux inventeurs». Parmi les

quelque 2 650 projets dûment enregistrés, Invention Québec avait dû faire un choix sévère. Faute d'espace, mais aussi — on peut raisonnablement le supposer — pour éviter de tomber dans l'écueil menaçant toute manifestation de ce type: le truc farfelu (genre «fusil à angle droit pour tirer dans les coins sans être vu», «frigorifère à musique» ou «machine pour aiguiser un crayon par les deux bouts à la fois...») qui amuse le visiteur mais séduit difficilement l'industriel — eût-il un solide sens de l'humour.

Rien de tel au dernier salon d'Invention Québec. Au contraire une collection impressionnante d'objets sérieux, aussi sérieux en tout cas que bien des gadgets largement commercialisés. Quelques exemples:

**MARTEAU AIMANTÉ:** pour fixer un clou d'une seule main sans se cogner les doigts.

**CAPTIF-CAP:** toujours attaché au tube de pâte à dent, il ne se perd jamais et le tube s'ouvre d'une seule main.

**INDICATEUR DE COURRIER:** système sonore et visuel fonctionnant dès que du courrier est déposé dans la boîte aux lettres.

**TREMPIN DE GOLF:** appareil, à hauteur ajustable, qui permet de frapper la balle de golf sans abîmer la pelouse.

**MOTONEIGE A PATIN STABILISATEUR:** une articulation du patin assure le contrôle de la direction sur la glace et prévient les accidents.

**RAMES A ACTION INVERSÉE:** elles permettent de ramer normalement, mais en regardant dans le sens d'avancement du bateau.

**AIDE-BINGO:** grâce à cet appareil, on peut jouer au bingo sans faire d'erreur...

**MOUSTIQUAIRES D'AUTO:** permettent de baisser les vitres en voiture sans être incommodé par les insectes.

Est-il besoin de préciser que cette exposition a connu un succès considérable, au point que ses organisateurs ont dû la prolonger d'une semaine?



# moulins à vent sous-marins

Depuis longtemps, l'homme a compris l'utilité d'harnacher les «courants d'air». Aujourd'hui, la crise énergétique lui fait envisager le jour où il domestiquera les «courants d'eau». Le Gulf Stream, énorme courant marin qui naît dans la mer des Antilles, remonte vers le nord en frôlant la Floride et Terre-Neuve et traverse l'Atlantique Nord avant d'aller réchauffer l'Europe, capte l'attention de nos voisins américains.

Des chercheurs à l'emploi de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), la «NASA» de l'eau et de l'atmosphère, viennent, en effet, de suggérer d'installer des turbines dans le bras de Floride du Gulf Stream.

Cette seule branche du courant marin transporte 50 fois plus d'eau que toutes les rivières du globe. Et ceci tout juste à la porte de Miami.

A cet endroit, la vitesse moyenne du courant est de 3 kilomètres à l'heure, mais près de la surface, elle atteint 9 kilomètres à l'heure.

## le soleil se lève sur l'électricité

Dans le *Journal of Engineering for Power*, M. W.R. Cherry, du *Goddard Space Flight Center*, propose d'utiliser la technologie développée par la NASA pour mettre au point de nouvelles méthodes de conversion de la radiation solaire en électricité.

Dans les pays industrialisés, la demande en énergie électrique double tous les dix ans. Par ailleurs, lorsqu'on passe en revue toutes les sources importantes d'électricité, on leur trouve souvent des inconvénients. Même l'énergie géothermique, dit-il, exerce une forme de pollution puisqu'elle amène à la surface de la Terre la chaleur plus rapidement que ne le ferait la Nature.

La source d'énergie la plus abondante demeure l'énergie solaire. Elle traverse

Selon le Dr John Apel, de la NOAA, les couches supérieures du courant de Floride développeraient 0,8 kilowatt de puissance par mètre carré de section d'océan. A titre de comparaison, l'énergie solaire reçue par chaque mètre carré de Floride ensoleillée ne représente même pas le dixième de l'énergie du courant. La puissance totale du débit marin dépasse les 25 000 mégawatts (millions de watts), soit trois fois l'énergie du projet de la baie James, version rivière La Grande uniquement. Par contre, les scientifiques américains proposent de capter seulement



Sur les bords de l'océan Atlantique, la fusée Saturne-1B qui a lancé le second équipage de Skylab, avance lentement sur une autoroute spéciale vers le complexe de départ 39-B, à Cap Kennedy. Depuis que la NASA ne lance plus de gigantesques fusées Saturne-5, il a fallu ajouter un trépidant aux plates-formes de lancement.

l'atmosphère terrestre au taux de 130 watts par pied carré. Par temps ensoleillé il y a donc 3 600 000 watts de disponible par mille carré (2,6 km<sup>2</sup>). «Un pour cent de la surface des 48 Etats américains suffirait à fournir toute l'électricité requise par les Etats-Unis, en 1990», affirme-t-il.

De plus, l'énergie solaire est «propre» d'une façon absolue. Car sa transformation en électricité n'ajoute pas à la pollution thermique puisque la Terre recevrait cette chaleur de toute façon.

Le coût du KW d'électricité produit

4 pour cent de cette puissance, soit 1 000 mégawatts, la puissance d'une grande centrale nucléaire.

«Il faut se contenter de 4 pour cent, dit M. Apel, car l'extraction de quantités supérieures d'énergie modifierait sérieusement l'écoulement du Gulf Stream et chambarderait les climats.»

Les moulins sous-marins de la NOAA consisteraient en d'énormes turbines à révolution lente. Elles ne compteraient qu'un nombre limité de pales, comparées aux turbines à vapeur qui en ont des centaines. Afin de produire 1 000 mégawatts, les scientifiques pensent qu'il faudra recourir à 200 turbines, ancrées au large de la Floride, entre 30 et 120 mètres de profondeur. L'ensemble s'étendrait sur une vingtaine de kilomètres et l'électricité alimenterait les villes côtières par l'entremise de câbles sous-marins.

Le Dr Apel admet que la faible densité énergétique du Gulf Stream, malgré l'énorme potentiel global, nécessiterait des investissements énormes. L'intérêt du projet, ajoute-t-il, demeure tout de même à cause de l'absence de pollution. Peut-être qu'un jour, les critères de protection du milieu nous obligeront à payer ce prix pour notre énergie, conclut-il.



selon les méthodes actuelles est donné par l'auteur dans le tableau suivant:

TYPE	COUT (\$)
Hydroélectrique	170 à 590
Thermique (gaz naturel)	463
Thermique (huile)	516
Thermique (charbon)	534
Nucléaire	653

Présentement le KW électrique solaire produit à partir des techniques utilisées pour les piles solaires des satellites reviendrait à \$15 000 l'unité.

En conclusion, l'auteur explique que le coût des piles solaires devra donc être divisé par mille avant qu'on puisse compter sur cette énergie. De plus, il faudra inventer de nouvelles piles capables de stocker l'électricité pendant la nuit et par mauvais temps. Mais M. Cherry est optimiste et il prévoit que d'ici une dizaine d'années, il y aura des fermiers qui feront plus d'argent à vendre de l'électricité que des carottes.



# revue de presse

Au sujet des déboires soviétiques dans l'espace, un astronaute américain commentait récemment: «Je crois que les Soviétiques étaient imbus de l'idée que l'homme ne pouvait se comporter normalement dans l'environnement spatial. Il en résulte que leurs équipages ne sont pas suffisamment flexibles. Toutes les décisions sont prises à terre.» (*La Presse*, 21-7-73).

En plongeant dans une gorge profonde qui bisecte l'océan Atlantique, le bathyscaphe français Archimède amorce cet été un aventureux projet d'exploration franco-américain pour voir de près le mécanisme qui façonne la surface terrestre. Le projet de quatre ans a été comparé au programme Apollo d'envoyer un homme sur la Lune. (*The Globe and Mail*, 18-7-73).

«Le Canada pourrait bien construire une centrale nucléaire géante dont l'entière production serait destinée aux Etats-Unis.» (*Le Soleil*, 14-6-73).

«La politique actuelle du gouvernement fédéral d'aide à la recherche et au développement des programmes fédéraux est négative pour le Québec et favorise nettement l'Ontario.» Déclaration du ministre de l'Industrie et du Commerce, et président du Comité interministériel des politiques scientifiques du Québec, M. Guy Saint-Pierre, devant l'Association des industries électroniques du Canada réunie en congrès à Québec, le 21 juin 1973. (*Le Devoir*).

Un nouveau traitement sanguin qui pourrait éliminer les cellules cancéreuses en liberté dans le système circulatoire, a été décrit par le directeur des recherches sur le cancer à l'université McGill, le Dr Martin Lewis. Cette méthode empêcherait les cellules cancéreuses de s'agripper aux parois des vaisseaux pour provoquer le développement d'une tumeur. (*The Gazette*, 14-6-73).

Les autos plus pesantes sont responsables de la consommation d'essence accrue et non les appareils anti-pollution, selon un groupe d'experts fédéraux. (*The Gazette*, 14-6-73).

Le tremblement de terre de jeudi soir dernier qui a fait vibrer portes et fenêtres dans la majeure partie du nord-est des Etats-Unis et de l'est du Canada pourrait bien n'être que le signe avant-coureur d'incidents plus importants, si l'on en croit un séismologue de Pennsylvanie.

Le Dr Benjamin Howell a déclaré vendredi que l'on pouvait s'attendre dans la même région à un tremblement de terre plus important dans un futur rapproché, et qu'il y avait 40 pour cent de chance qu'il soit centré sur la vallée du Saint-Laurent. (*Le Soleil*, 18-6-73).

«Un déversement de pétrole dans l'Arctique pourrait faire fondre la calotte glaciaire.» (*Le Devoir*, 21-7-73).

«Quelle que soit la réclame faite à la télévision, il n'existe pas sur le marché d'analgésiques qui soient efficaces tout en étant sans danger, a déclaré, hier, le pharmacologue Ian Henderson, attaché à l'Hôpital général d'Ottawa.» (*La Presse*, 6-6-73).

Des chercheurs du «Ontario Agricultural College», Université de Guelph, ont déclaré, dimanche, qu'ils avaient mis au point une moulée pour la volaille et les animaux d'élevage qui pourrait s'avérer plus économique que la fève soja. (*The Ottawa Citizen*, 9-7-73).

Les chimistes canadiens s'intéressent à la fabrication du papier à l'oxygène. Cette nouvelle technique permettrait d'éliminer de la fabrication du papier l'utilisation des composés de soufre, responsables des fortes odeurs qui se dégagent des usines. (*Le Soleil*, 9-7-73).

La plupart des opérations de psychochirurgie effectuées aux Etats-Unis consistent à introduire des électrodes dans la partie du cerveau qui rappelle la forme d'une amande et qu'on appelle «amygdale». On estime que cette région joue un rôle de première importance sur le plan des émotions, en particulier des émotions violentes. Les

électrodes localisent les sites de décharges électriques anormales et, lorsqu'ils ont été identifiés avec précision, les tissus sont détruits de façon permanente. L'Administration américaine des vétérans a admis avoir effectué 16 opérations de ce genre depuis 1960. (*The Globe and Mail*, 13-6-73).

La croyance populaire voulant qu'un grand nombre de «parasites sociaux» (welfare bums) se fassent un plaisir de vivre aux dépens du contribuable américain est un mythe, selon une étude effectuée aux Etats-Unis. (*The Globe and Mail*, 14-6-73).

«Skylab pourrait avoir été la première des usines spatiales.» (*Le Soleil*, 13-6-73).

Des savants britanniques rapportent que pour la première fois un animal de grande taille est né à partir d'un embryon qui avait été maintenu congelé pendant une semaine. L'animal, un veau Hereford rayonnant de santé, est né jeudi dans une ferme expérimentale de Grande-Bretagne. Auparavant, l'expérience n'avait réussi que sur des souris, aux Etats-Unis. (*The Globe and Mail*, 11-6-73).

«Le premier ministre du Québec, M. Robert Bourassa, annonce que le gouvernement du Québec a autorisé l'Hydro-Québec à conclure un protocole d'entente avec l'Energie atomique du Canada afin d'ajouter un deuxième groupe nucléaire d'une puissance de 600 000 kilowatts à celui qui existe déjà à Gentilly, près de Montréal.» (*Le Devoir*, 5-4-73).

(Cette revue des nouvelles à connotation scientifique parues dans la presse canadienne est établie grâce à la collaboration du Conseil national de recherches du Canada et par la rédaction de QUEBEC SCIENCE.)

# l'université doit servir le consommateur

par **Claude Beauchamp**,  
Président de l'Institut de promotion des  
intérêts du consommateur  
Professeur de sociologie à l'Université  
Laval

Il y a quelques années, on entendait régulièrement parler du rôle social de l'université ou encore de la place de l'université dans la société. Livres, articles de revue ou de journal, discours, entrevues à la radio ou à la télévision, tous les moyens étaient bons pour rappeler ces idées. On en parlait tellement que nous pouvions d'ailleurs nous demander si certains n'agissaient pas ainsi d'abord pour se convaincre eux-mêmes.

Ce genre d'exercice semble un peu passé de mode. Est-ce parce que l'idéal qu'on proposait est devenu réalité? Pour celui qui a quelque peu fréquenté les milieux populaires, il semble bien que là au moins on ne considère pas que c'est le cas. Bien au contraire, on y entend régulièrement dénoncer l'éloignement des universités, le désintéressement des professeurs pour les vrais problèmes, etc., etc.,

Il faut rappeler ici que les universités existent d'abord et avant tout en vue de l'enseignement et de la recherche. C'est en autant que cela existe réellement qu'elles peuvent être aussi des instruments d'intervention sociale. Aussi, nous ne pouvons pas demander aux professeurs d'université d'être continuellement sur la place publique. Quand alors prépareraient-ils leur enseignement et feraient-ils leurs recherches?

Il ne faut pas croire pour autant que le professeur d'université ne doit pas se préoccuper quotidiennement des problèmes de sa société. Bien au contraire et ici je dois dire que les accusations venant des milieux populaires sont passablement justifiées. Trop nombreux sont les professeurs qui vivent de spéculation pure, même dans des disciplines qui normalement devraient se nourrir régulièrement de la réalité.

Ce ne sont pourtant pas les invitations à nous pencher sur la réalité qui manquent. Dans certaines disciplines, par exemple, en sciences sociales, les sollicitations sont nombreuses: demandes d'information, invitations à participer à des colloques, à rencontrer des groupes, à servir de consultants, etc. A tel point que le professeur le plus disponible doit décliner des invitations. Ceux qui acceptent ces invitations ne le font habituellement pas pour de l'argent puisque dans la plupart des cas la gratification monétaire est symbolique, quand il y en a une.

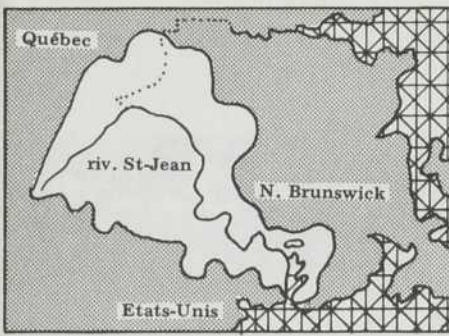
Même s'il ne jouit plus du même prestige qu'il y a quinze ou vingt ans, le professeur d'université est encore considéré comme un homme à consulter, comme quelqu'un qui peut fournir des conseils valables, etc. Pour les groupes populaires, il serait normal que le professeur se prête à cela, étant donné qu'en fin de compte son traitement lui vient du peuple, via les subventions gouvernementales aux universités.

Non seulement les traitements des professeurs, mais à peu près toutes les sommes servant à faire fonctionner l'université viennent des fonds publics. Si le peuple paie il aimerait bien recevoir un petit service parfois.

Nous savons par exemple que des professeurs se servent des laboratoires pour faire des recherches commanditées par des compagnies. Ce n'est pas mauvais, car les étudiants sont associés à ces recherches et ils sont ainsi amenés à travailler sur des cas concrets. Mais si des groupes populaires demandent des recherches devant être effectuées dans les mêmes laboratoires, ce n'est pas aussi facile. Ne serait-ce pas que les compagnies paient plus?

Je crois personnellement que les gens ont le droit d'exiger davantage de présence de la part des professeurs d'université. Non seulement ces derniers rendraient alors plus service à la société, mais leur enseignement et leurs recherches en profiteraient certainement. Mais prae contra, il faut aussi que les gens sachent que le professeur d'université ne peut pas être continuellement sur la place publique. Il y a là un difficile équilibre à trouver, un équilibre qui sera probablement toujours instable.





## l'otan se penche sur la saint-jean

L'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord ne se borne pas seulement à des considérations militaires. Un de ses comités, le «Comité sur les défis de la société moderne» (CDSM) vise essentiellement à promouvoir les échanges scientifiques entre les pays membres. Les travaux qu'on y accomplit sont d'un tel intérêt que la France, bien qu'elle ait quitté l'OTAN, continue d'en faire partie. L'Union soviétique aurait même manifesté son désir de s'y joindre selon une source du gouvernement fédéral.

Un des derniers projets du CDSM à voir le jour concerne une étude écologique intégrale de la rivière St-Jean. Cette rivière prend sa source au Québec et son bassin se trouve à cheval sur la frontière américaine, dans le Maine et au Nouveau-Brunswick. C'est précisément à cause des conflits inévitables entre les différents pouvoirs publics que cette rivière a été choisie. L'étude attachera autant d'intérêt au jeu des relations intergouvernementales, pays-pays, province-province, province-Etat, etc. qu'aux problèmes de qualité de l'eau en tant que tel.

Les Etats-Unis, le Canada, la France et la Belgique sont co-pilotes dans ce projet qui doit prendre sa forme finale lors d'une réunion des intéressés, à Ottawa, ce mois-ci.



# le sud de montréal en 1986

De quoi aura l'air la Région Sud de Montréal en l'an 1986?

Ce triangle de territoire déborde largement ses sommets à Valleyfield, Granby et Sorel. Il contient les meilleurs sols agricoles du Québec. Toutefois, l'influence de la métropole s'y manifeste inexorablement par un développement urbain majeur. D'ici 13 ans, combien d'acres à haut potentiel agricole risquent d'être perdus au profit de la banlieue montréalaise?

La Région Sud est quadrillée par un réseau serré de villes de tailles diverses. Quelques-unes sont en perte de vitesse, d'autres se maintiennent bien, tant du point de vue économique que démographique. Comment assurer la croissance de ces villes? Leur vocation est-elle tertiaire ou secondaire?

Cette région possède des zones à bon potentiel touristique, notamment la vallée du Richelieu, les Montérégiennes (monts St-Bruno, St-Hilaire, etc.) et les contreforts des Appalaches. Sont-elles menacées par l'envahissement urbain? Ne devraient-elles pas répondre à une demande éventuelle très importante de la part des ménages de Montréal désireux de

passer le weekend à la campagne?

A partir des tendances observées sur le terrain, une équipe du Centre de recherches en urbanisation de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), dirigée par Pierre Lamonde, a élaboré une carte-synthèse qui projette la Région Sud en 1986. Cette carte se trouve en guise de conclusion du cahier no 4 de INRS-Urbanisation.

Elle révèle en un coup d'oeil:

- a) un développement agricole soutenu à l'est du Richelieu et un déclin de l'agriculture à l'ouest de l'affluent du St-Laurent;
- b) l'expansion exclusive de cinq villes satellites de Montréal: Valleyfield, Granby, Sorel, St-Hyacinthe et St-Jean;
- c) l'aménagement touristique des comtés de Brome, Missisquoi et Shefford et, à un degré moindre, celui d'enclaves dans les Montérégiennes, de la vallée du haut Richelieu, des îles de Sorel, de la baie de Missisquoi et des collines de Rigaud.

Tout cela, il va de soi, à la condition d'une importante intervention de planification de la part de l'Etat.



## quand l'uqar monte un bateau

GIROQ (Groupe Interuniversitaire de Recherches Océanographiques du Québec), Institut Bedford d'Halifax, Institut National de la Recherche Scientifique (INRS) et la toute nouvelle Université du Québec à Rimouski (UQAR) ont entrepris cet été la plus importante campagne de recherche en océanographie physique, chimique et biologique jamais menée dans l'estuaire du St-Laurent. L'océanographie constitue d'ailleurs un axe de développement privilégié pour l'UQAR, et l'excellent départ pris dans ce domaine n'est pas étranger à la récente promotion du Centre de Ri-

mouski au rang d'université à part entière.

Mais «université à part entière» ne signifie pas nécessairement «université comme les autres», et l'UQAR se caractérise notamment par un culte jaloux du principe d'interdisciplinarité: les sciences n'y sont pas séparées par des cloisons étanches en «facultés» et cette structure — ou absence de structure — a justement permis à l'institution de développer et d'affirmer sa compétence en océanographie. Il a fallu en effet réunir et convertir à cette science des physiciens, chimistes, biologistes, mathématiciens — dont les disciplines



*Le prélèvement d'échantillons d'eau se fait à l'aide de cellules enregistrant températures et profondeurs.*



↳ sont parties intégrantes des sciences de la mer, mais qui n'étaient pas à proprement parler des océanographes.

Résultat: la SOUQAR (Section d'Océanographie de l'UQAR) qui regroupe dès à présent 17 professeurs et chercheurs. C'est cette SOUQAR qui invitait, en juin dernier, QUÉBEC SCIENCE à une de ses croisières scientifiques, au large de Rivière-du-loup, à bord du navire « Le Québécois », nolisé un mois durant pour des recherches dans l'estuaire.

Mais la location d'un navire de haute mer comme « Le Québécois » coûte environ \$700 par jour. Cela suppose donc une utilisation maximale. Nous avons pu constater qu'effectivement les chercheurs ne chômaient guère à bord: il se menait de front trois projets différents, tous relevant de l'océanographie physique.

Tout d'abord dresser (en collaboration avec l'Institut Bedford) une carte du fond du fleuve, lequel fond demeure à ce jour, contrairement à ce qu'on pourrait penser, très largement inconnu.

Recenser, d'autre part, les divers courants marins, les mécanismes extrêmement complexes auxquels obéissent les eaux, et en vertu desquels elles se mélangent. On imagine sans peine la multitude des paramètres impliqués: marées, courants chauds et froids, salinité et lois régissant le brassage avec les eaux douces, variations saisonnières, influence de la morphologie (îles, structure des fonds, profondeurs etc...). On imagine moins facilement peut-être l'intérêt qu'il y a à connaître ces phénomènes. Et pourtant: les courants du fleuve actionnent une sorte de « pompe à plancton ». L'alimentation des diverses espèces de poisson dépend largement de ces caprices sous-ma-

rins, du renouvellement des eaux, de leur oxygénation, de leur teneur en sel, des terrains rencontrés, des tourbillons et des températures. Par conséquent l'apparition d'une « science de la pêche », aussi bien que la lutte contre la pollution, dépendent largement de l'exacte description de tels processus.

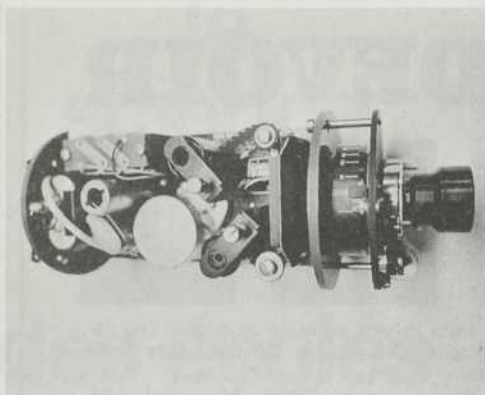
Enfin, les trajets suivis le long du St-Laurent par d'éventuelles nappes de mazout intéressent au plus haut point les écologistes: on parle d'implanter — à l'Île-Verte ou ailleurs — un port pour superpétroliers. Il importe donc de savoir quelles seraient les conséquences du naufrage d'un de ces tankers géants, et de mettre au point — mieux vaut prévenir que guérir — les techniques de « nettoyage » les plus appropriées en cas d'accident, compte tenu du lieu de l'accident.

Complexité des problèmes, complexité de la recherche: la seule façon de se faire une idée des phénomènes précédemment évoqués consiste à effectuer des mesures du taux en sel et de la température de l'eau à différentes profondeurs et



différents  
et com  
bien ce  
Québec  
El Sabi  
échantil  
plus de  
partie du  
lyer!  
Même  
néralogi  
au fond  
75 heur  
de Rim

Ce lout  
monstr  
roche.



Enfermée dans une volumineuse armature munie de projecteurs, cette caméra scruta tout l'été les détails des fonds laurentiens.

différents endroits. Pour ensuite compiler et comparer les chiffres obtenus. C'est bien ce que nous avons vu opérer sur Le Québécois, et le professeur Mohammed El Sabh nous a confié que la cueillette des échantillons (il en avait alors accumulé plus de 700...) représente une très faible partie du travail: il reste ensuite à les analyser!

Même chose pour les échantillons minéralogiques: un seul prélèvement de boue au fond du St-Laurent représente environ 75 heures de travail pour les biochimistes de Rimouski! Mais ce patient labeur cons-

titue la seule méthode permettant de percer le mystère de la relation entre les sédiments et les courants responsables de leur dépôt.

Autre activité à bord du Québécois: la photographie des fonds. Or, si chacun d'entre nous a pu voir depuis belle lurette les prises de vues sensationnelles du Commandant Cousteau, il n'en demeure pas moins vrai que la photographie au fond du St-Laurent pose des problèmes encore non résolus: l'eau du fleuve est loin d'offrir la transparence de celle des océans, étant donné le remue-ménage incessant qui caractérise

les profondeurs laurentiennes. Les chercheurs du SOUQAR ont donc consacré une large partie de leur énergie à la mise au point de procédés photographiques appropriés à notre «fleuve national». De façon à préciser la carte géologique sous-laurentienne ébauchée avec leurs autres résultats.

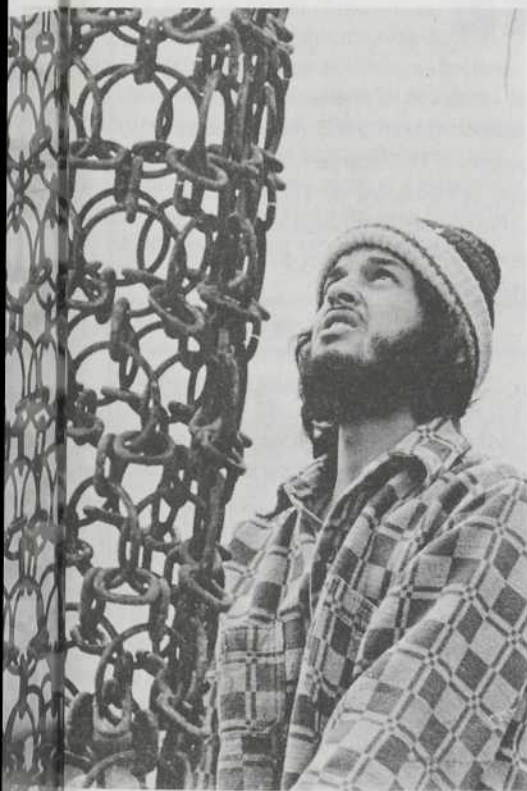
Quant à la circulation du pétrole, on s'y attaqua à l'aide de «dériveurs de surface», sorte de planches de contreplaqué carrées, et munies d'un réflecteur radar pour suivre leur trajet. Le parcours de tels appareils est en effet à peu près le même, au fil de l'eau, que celui d'une nappe de mazout. L'avantage, par rapport à une nappe de mazout, est double: possibilité de repérage au radar, et...dispense d'obtenir une autorisation de la part des autorités fédérales et provinciales.

«Si vous n'êtes pas convaincu, essayez donc d'arracher aux autorités la permission de répandre quarante gallons de mazout sur le St-Laurent...» déclarait à QUÉBEC SCIENCE M. Georges Drapeau, directeur scientifique de la croisière.



## les fourmis italiennes (suite)

Ce lourd filet sert à «pêcher» non les monstres marins mais les morceaux de roche.



Vous vous souvenez, en janvier, les fourmis italiennes ont fait la couverture de QUEBEC SCIENCE. On s'y demandait si elles pourraient sauver nos épinettes. Cette question, de prime abord farfelue, se pose depuis qu'un scientifique du Centre de recherches des Laurentides, M. Raymond Finnegan, a importé des millions de «féroces» fourmis italiennes. Il veut prouver qu'elles élimineraient volontiers les insectes nuisibles de la forêt québécoise, sans provoquer d'effets secondaires néfastes. Le biologiste s'attend surtout à ce qu'elles s'en prennent à la mouche à scie, qui s'attaque au pin gris. Depuis longtemps, il ne compte plus sur nos fourmis indigènes. Elles sont trop paresseuses et trop timides.

Les fourmis italiennes ont maintenant survécu à deux hivers canadiens. Au centre de reproduction de Valcartier, près de Québec, elles ont construit une demi-douzaine de nouveaux nids. De plus, les fourmis ouvrières, qui ne vivent qu'une ou deux années, sont peu à peu remplacées par leurs soeurs nées au pays. A la grande satisfaction de M. Finnegan, ces dernières démontrent encore plus de vigueur que

leurs ancêtres immigrants.

A la fin de mai, l'entomologiste a ramené d'Italie un nouveau chargement de cinq millions de fourmis rouges des bois. Ces nouvelles *Formica obscuripes* ont été installées près du Lac Normand, dans le Parc de la Mauricie. Une infestation de mouches à scie devrait se manifester d'ici quatre ans dans cette région.

Pendant l'hiver, M. Finnegan a tenté d'importer une autre fourmi européenne encore plus terrible pour les insectes nuisibles, la *Formica polyctena*. Mais ses efforts ont échoué à cause du manque d'expérience des collaborateurs de Suisse. Il n'entend pas renoncer. La prochaine démarche sera effectuée vers l'Allemagne, où l'on possède plus d'expérience dans la cueillette des fourmis rouges.

Enfin, M. Finnegan a décidé d'orienter ses efforts vers l'élevage des reines fécondées. Il croit qu'il sera plus facile de disséminer des reines capables de procréer des milliers d'individus plutôt que de transplanter des nids entiers.



DANS LE NUMÉRO D'AOUT-SEPTEMBRE DE

# Maintenant

en vente dans les kiosques et les librairies

vous lirez:

**LE DROIT DES ENFANTS****L'ENFANT AU QUÉBEC****ENTREVUE AVEC DES ADOLESCENTS****LE PHÉNOMÈNE DES ENFANTS MALTRAITÉS****LES LIENS BIOLOGIQUES FEMME-ENFANT****L'ENFANT ET L'AVENIR DE LA SOCIÉTÉ**

ETC....

LA REVUE MAINTENANT

9820, Jeanne-Mance

Montréal 357

téléphone: 739-2758

## LE DEVOIR

des  
événementsdes  
hommesdes  
idées

Abonnez-vous en nous faisant parvenir ce coupon (ou l'équivalent) accompagné d'un chèque ou mandat de poste payable à l'ordre de

**LE DEVOIR, Case postale 6033, Montréal 101.**

Les tarifs sont les suivants:

DURÉE	CANADA	ÉTATS-UNIS
7 MOIS	\$22.00	\$24.00
8 MOIS	\$24.00	\$27.50
9 MOIS	\$27.00	\$31.00
10 MOIS	\$30.00	\$34.50

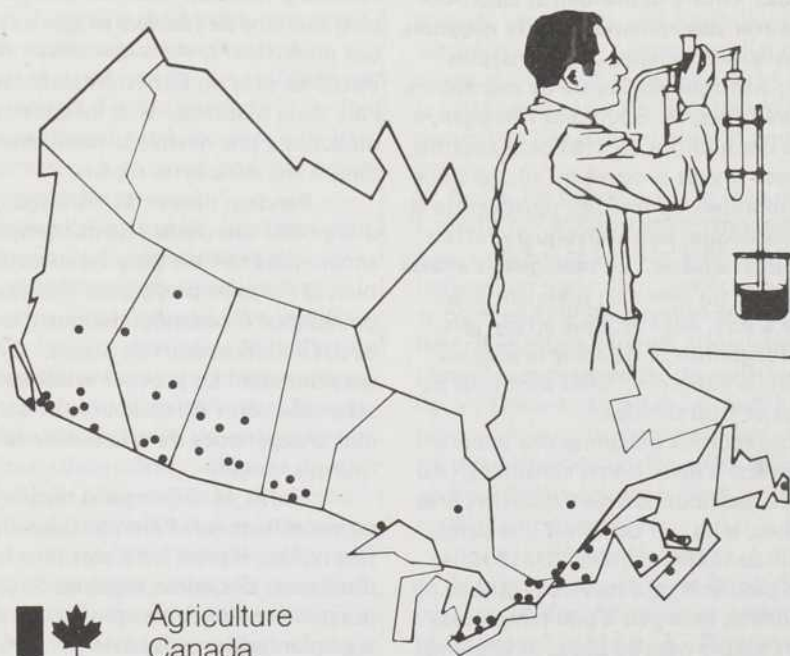
Ci-inclus \$..... pour un abonnement de..... mois

à partir du..... 1973

Nom.....

Adresse.....

## RECHERCHE D'UN OCEAN A L'AUTRE

Agriculture  
Canada

Dans tout le Canada, de Terre-Neuve à la Colombie-Britannique et jusqu'aux Territoires du Nord-Ouest, le ministère de l'Agriculture maintient 45 établissements de recherches axés sur les principales spéculations agricoles.

Ceux du Québec sont situés à St-Jean, l'Assomption, Lennoxville, Ste-Foy, Normandin et La Pocatière. Leurs activités consistent principalement à étudier les possibilités de développement de l'agriculture au Québec, à faire rapport et à s'occuper des problèmes locaux.

Hon. Eugene Whelan, Ministre  
S.B. Williams, Sous-Ministre

# la science est-elle sortie des écoles

par Hugues Poulin

Si Camil Samson vocifère, à s'en rompre les cordes vocales, contre les politiques «socialistes» des technocrates du Ministère de l'Éducation; s'il montre les dents, à ceux qui ont fait «entrer» le «sexche» et la «droille» dans nos écoles, tout en aidant le Christ à transporter sa Croix hors de nos maisons d'enseignement, il ne mentionne pas qu'avec les crucifix est parti le loisir scientifique.

Les anciens Collèges Classiques n'existent plus. A cette époque de notre passé récent, les bons Pères, Abbés ou Frères des institutions privées savaient mousser l'intérêt des jeunes pour les clubs-science. Les temps changent. La «révolution tranquille» s'est finalement tranquilisée. Depuis cinq ans environ, faute de professeurs, d'animateurs, de locaux et de matériel disponibles, face à l'impossibilité de fréquenter les écoles secondaires ou cegeps en dehors des heures de cours, (règlements internes des Commissions Scolaires, coût des assurances et de l'entretien) les activités parascolaires scientifiques et en général, ont été mises en veilleuse. Avec ou sans crucifix, le loisir scientifique veut réintégrer ses locaux.

## UN MOYEN, LE CJS

Un organisme à but non-lucratif, Le Conseil de la Jeunesse Scientifique du Québec, a pour mandat la relance du loisir scientifique chez les jeunes. Méconnu par le grand public, le CJS a été fondé par l'ACFAS (Association Canadienne-Française pour l'Avancement des Sciences). Il faut ajouter, que le dit Conseil s'adresse plus directement aux jeunes de 12 à 20 ans. Depuis 1970, il regroupe et coordonne les activités de la majorité des associations du Québec qui oeuvrent dans le domaine parascolaire scientifique et qui ont pour but de développer le goût des sciences

au sein de la jeunesse. Ainsi les camps d'été, les expositions et les clubs de science sont des organismes généralement affiliés au CJS.

Jusqu'à tout récemment, l'action du Conseil de la Jeunesse Scientifique est demeurée restreinte. Action trop souvent timide auprès des organismes déjà affiliés. Pourquoi une telle timidité? Pénurie de gros sous, et par ricochet, de ressources matérielles et humaines. Toutefois, en avril dernier, le CJS recevait deux subventions, une première de \$11,000.00 du Conseil National des Recherches du Canada, et une seconde de \$65,000.00 du Haut-Commissariat à la Jeunesse, aux loisirs et aux Sports du Québec. C'était passer du néant à l'existence, sans parler d'opulence. Le Québec représente un vaste territoire. Il suffit d'actualiser ce nouveau potentiel. L'engagement, à temps partiel, d'une cinquantaine de personnes par le CJS, est un premier pas en ce sens.

En effet, à l'occasion de son colloque d'orientation et d'information, tenu à Montréal en juin dernier, le Conseil de la Jeunesse Scientifique annonçait la mise en marche d'une vaste campagne d'animation scientifique à travers le Québec, par la création de quatre directions régionales, (Montréal, Québec, Abitibi-Témiscamingue et Saguenay-Lac Saint-Jean) et par l'engagement à temps partiel d'une quarantaine de conseillers scientifiques spécialisés dans les diverses disciplines de recherche (astronautique, chimie, bio-chimie, biologie, physique, électronique, etc). Ces conseillers se répartissent proportionnellement dans tout le Québec, selon l'importance démographique de leur région, même dans le Bas-du-Fleuve, où une direction régionale sera créée un peu plus tard.

## ANIMATION SCIENTIFIQUE

Ce programme d'animation scientifique s'échelonne durant l'année scolaire 73-74. Etes-vous membre d'un club-science, d'un camp-science ou d'une expo-science? Désirez-vous en faire partie? Aimerez-vous avoir des informations supplémentaires au sujet du CJS et de ses activités? C'est gratuit. Il suffit de communiquer avec le Conseil de la Jeunesse Scientifique du Québec ou l'un de ses représentants régionaux. (Cf bas de page) C'est du «bien bon monde». Ils peuvent vous aider à résoudre vos problèmes d'organisation, voire de financement.

Le loisir scientifique est ouvert à tout le monde. Aucune ségrégation. On peut songer à une carrière d'architecte, de journaliste, d'avocat, de politicien, de physicien ou de funambule, tout en participant à la fabrication et au lancement d'une fusée ou d'un ballon-sonde. Par le loisir scientifique, le CJS désire avant tout développer l'esprit scientifique chez les jeunes sans pour autant les orienter vers une carrière de recherche.

Si drogue ou sexe il y a dans les écoles, il n'est pas dit que les clubs-science seront une panacée. C'est d'abord une question d'éducation personnelle. Le loisir scientifique est aussi une façon de passer le temps et de construire quelque chose pour demain. Dans cette forme de loisir, il y a bien-sûr l'instant présent, mais aussi un lendemain.

Pour de plus amples informations au sujet du loisir scientifique au Québec:

### CONSEIL DE LA JEUNESSE SCIENTIFIQUE:

230 est, boul. Henri-Bourassa  
Suite 14, Montréal 357, P.Q.  
Tél.: (514) 381-5934, A/S  
Fernand Miron, dir.

### DIRECTEURS RÉGIONAUX DU CONSEIL DE LA JEUNESSE SCIENTIFIQUE:

#### Région de Montréal:

*Gilles Bellerose*  
2950 Barclay  
App. 10 Montréal 251  
Tél.: Bur: 343-7009  
Rés: 739-6651

#### Région de Québec:

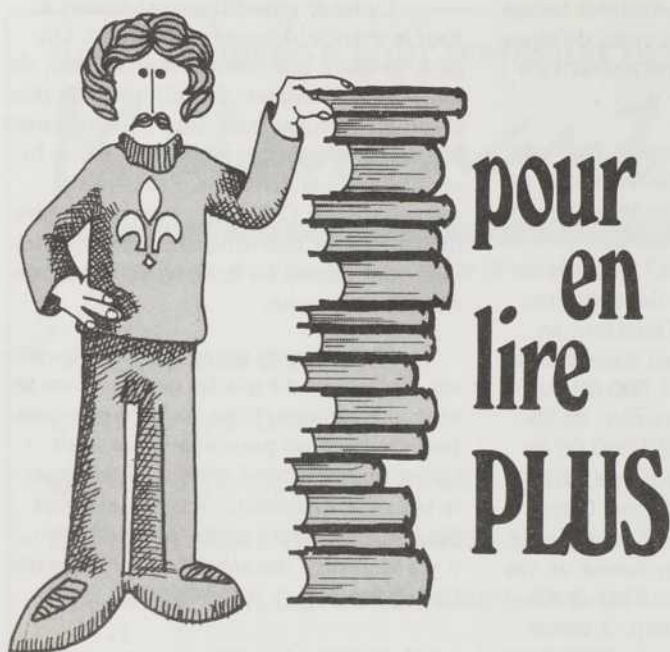
*Laurent-Jacques Paré*  
950 Louis Fréchette  
Québec 6,  
Tél.: 683-4048

#### Région du Nord-Ouest québécois:

*Gaston Gaboury*  
Guyenne, Abitibi-Ouest,  
Tél.: 2434

#### Région du Saguenay-Lac-Saint-Jean:

*Romain Dionne*  
64 Avenue Price,  
Kénogami,  
Tél.: 547-8277



### LA MARIJUANA

par Solomon H. Snyder, Collection «Science ouverte»,  
Edition du Seuil, 174 pages, \$6.10  
En vente dans les librairies

Pour les curieux, les adeptes, les intéressés, les pour, les contre, tous ceux, enfin, que le phénomène «marijuana» intrigue ou scandalise, Solomon Snyder, docteur en médecine, professeur de pharmacologie et de psychiatrie à l'Université John Hopkins de Baltimore, fait le point.

Ce livre, sans moraliser ni choquer, dresse le bilan des études classiques, enquêtes et travaux récents traitant du cannabis et de ses dérivés, et répond aux petites ou grandes questions soulevées par sa réapparition massive.

Dans un premier temps, l'auteur décrit l'usage qu'ont fait les autres sociétés du chanvre indien: poison aux vertus béatifiantes autant qu'insidieuses, l'«herbe» fut longtemps un remède couramment prescrit, par les sorciers sans doute, contre les migraines, l'épilepsie, la dysménorrhée, les douleurs psychosomatiques et l'insomnie. Heureuse époque! Aujourd'hui nous n'avons plus que des médecins et de l'aspirine...

Mais la partie de l'ouvrage consacrée aux effets de la drogue sur le comportement est sans contredit la plus «étouffée». Une solide critique des expériences tentées aux Etats-Unis surtout, dans le but de comparer «pot», hachisch, opium, L.S.D., tabac et alcool quant à la nocivité et à l'impact de leur utilisation sur la société en général, mène à des conclusions parfois surprenantes, démystifiant, démolissant certaines croyances-tabous, et mettant en lumière, d'autre part, de nouveaux problèmes.

Une annexe résume les principaux points caractérisant les législations américaines, canadienne et française sur les drogues et stupéfiants, et propose des modifications, sans aller jusqu'à rendre au cannabis son antique statut de médicament, la science d'aujourd'hui n'autorise plus en tout cas d'en mettre la consommation au rang des offenses criminelles.



### LES OISEAUX MARINS DE L'ILE BONAVENTURE

par le Service Canadien de la Faune, 24 pages abondamment illustrées en couleurs, \$0.50

En vente dans les librairies d'Information Canada

Fou de Bassan, Cormoran à aigrettes, Goëland argenté ou Mouette tridactyle. Bien d'autres dieux encore peuplent ce sanctuaire qu'est l'île Bonaventure. Et, si les spécialistes de l'ornithologie sont rares, les individus insensibles à la beauté de ces volatiles le sont assurément encore plus. Il faudrait donc être réellement très démuni pour se refuser (50 cennes!) l'excursion que propose, par le biais de cette brochure superbe, le Service Canadien de la Faune.



### A L'ASSAUT DU FUTUR

par Herman Kahn, Editions du Jour et Robert Laffont, 320 pages, \$7.95

En vente dans les librairies

Inexorablement les demains deviendront des aujourd'hui. Dans leur grande majorité, les lecteurs de QUÉBEC SCIENCE vivront toujours en 1985, en l'an 2000 et encore plusieurs années plus tard. De même, le futur aura nécessairement ses fondations dans ce qui existe actuellement. A partir des réalités qui nous entourent et des interactions qui régissent les relations entre ces objets ne serait-il pas alors possible et utile de prédire le futur?

Herman Kahn, impressionnant autant par son physique (300 livres) que par sa stature intellectuelle (Q.I. 200), s'est attelé à cette tâche depuis le milieu des années 60. Entouré de ses collaborateurs du Hudson Institute, à New York il se livre à un assaut permanent du futur. Cette recherche a donné entre autres un livre capital, *L'An 2000*, publié en 1967. Son dernier livre, *A l'Assaut du Futur*, reprend des thèmes du premier et précise les développements à court et à moyen terme. Un scénario «sans surprise», c'est-à-dire une extrapolation selon les tendances actuelles, du monde des années 70 et 80 en constitue la pièce maîtresse.

On taxe Kahn d'optimiste et son scénario sans surprise nous réserve un avenir, somme toute, agréable. Pourtant Kahn décrit plusieurs autres scénarios aux conclusions beaucoup moins heureuses. Peut-être, finalement, n'est-il pas

optimiste par préjugé, mais veut-il surtout démontrer que ce sont les hommes qui bâtiront le futur et que, s'ils s'en donnent la peine, il peut être rose.

Il s'agit en somme d'un autre livre flambe-cerveille à lire comme antidote au *Limites à la croissance* du professeur Dennis Meadows.

**LES PUBLICATIONS DU CONSEIL DES SCIENCES**  
En vente à la rédaction de Québec Science

Au cours des derniers mois, le Conseil des sciences du Canada a publié cinq études spéciales (dont une seule dans sa version française), deux rapports officiels et son rapport annuel pour l'exercice financier 1972-1973.

L'étude spéciale no 25, *Les associations nationales d'ingénieurs, de scientifiques et de technologues du Canada*, contient un bref historique et un relevé complet des associations savantes avec l'énumération de tous leurs problèmes. M. Allen S. West (U. Queen's), auteur de l'étude, recommande le rapprochement de toutes les associations dans une «Maison des sciences» et la création d'un comité de liaison pour augmenter les échanges entre celles-ci et le gouvernement. Elles devraient alors participer à l'élaboration de la politique scientifique canadienne, fonction qu'elles n'ont encore jamais remplie.

L'impressionnante étude no 26, intitulée «*Governments and Innovation*», fait un tour complet de l'impact, ou plutôt de l'absence d'impact, des pouvoirs publics sur l'innovation industrielle. L'auteur, M. Andrew H. Wilson (Conseil des sciences) ne termine pas par des recommandations précises, mais pose toutes les données du problème de l'innovation. L'esposé est agrémenté de formulations vivantes du style: «... the regional development «game» has perhaps gone only far enough to establish failures.» (p. 155).

*Essays on Aspects of Resource Policy*, l'étude suivante, rassemble quatre textes rédigés par des auteurs différents. Le premier propose de privilégier le développement des industries canadiennes qui utilisent les ressources naturelles du pays; le second étale un modèle économétrique permettant de prévoir quelles ressources il serait préférable d'exploiter; le troisième recommande l'intégration des administrations fédérales et provinciales intéressées par les ressources; et le dernier résume les principaux désavantages d'un développement des ressources canadiennes effectué par des étrangers.

*Education and Jobs*, l'étude no 28, faite par MM. A.D. Boyd et A.C. Gross (tous deux du CSC), indique que les offres d'emplois s'avèreront moins nombreuses pour les scientifiques, dans l'avenir. Le volume recommande aussi l'assouplissement et l'élargissement des programmes de formation universitaires.

La dernière étude en date, *Health Care in Canada: A Commentary*, étude spéciale no 29, dirigée par le Dr H. Rocke Robertson (anciennement de McGill) a suscité beaucoup d'intérêt. Les remarques du Dr Robertson sur le réseau de santé canadien sont claires et nettes: seulement 40 pour cent des médecins offrent une qualité de service satisfaisante, leur compétence devrait régulièrement faire l'objet de tests, le besoin en médecins continuera de croître, les infirmières pourraient jouer un rôle beaucoup plus important, les Canadiens n'en ont pas pour leur argent (de la part des services de santé), il va bientôt falloir augmenter les fonds pour la recherche.

Les études spéciales ne représentent pas obligatoirement l'opinion du CSC. Elles servent de matériel de base pour les rapports, dans lesquels le Conseil exprime son avis.



Le rapport no 19, *Problèmes d'une politique des richesses naturelles au Canada*, par exemple, ne reprend pas les recommandations précises de l'étude no 27. Il propose néanmoins, en termes généraux, une révolution économique: «Les Canadiens... devraient entreprendre de modifier la structure de leur société, actuellement préoccupée d'exploitation des ressources et de consommation, et de lui donner l'orientation plus constructive d'une société économe de ses richesses naturelles.» (p. 9).

*Le Canada, les sciences et la politique internationale*, rapport no 20, fait éclater le mythe de la science apolitique. «Quelles que puissent être les répercussions de l'activité scientifique et technique dans un secteur donné, les choix qui s'imposent aux autorités publiques sont essentiellement politiques» (p. 7). La pollution n'a pas de frontières et le Canada doit coordonner sa participation aux organismes internationaux, qui prendront de plus en plus de décisions affectant tous les pays.

Enfin, le 7ème rapport annuel du Conseil indique comment le gouvernement fédéral devrait modifier sa politique de recours à l'entreprise privée pour ses travaux de Recherche et Développement. Il contient aussi le mot annuel du président du CSC, M. Roger Gaudry (U. de Montréal), qui invite les provinces à suivre l'exemple du Québec en mettant sur pied leurs propres organismes de politique des sciences.

Les études et les rapports présentés plus haut, et ceux publiés précédemment par le Conseil des sciences, méritent la première place dans la bibliothèque de toute personne concernée par la politique scientifique et, bientôt, par la politique tout court.

**COUPON de COMMANDE**

des publications du Conseil des sciences

NOM. \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_

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

RAPPORTS:  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17  
18 19 20 21

ÉTUDES SPÉCIALES:  
1 2 3 4 5 6 7 8 partie\_\_ chapitre\_\_ 9 10 11  
12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27  
27 27

\*Veuillez encercler le numéro des publications désirées.

\*Chèque et commande rédigés à l'ordre de:

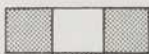
LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE  
case postale 250, Sillery  
G1T 2R1

# échec & maths

par Claude Boucher

On demande de partager un échiquier de 64 cases en un nombre de morceaux qui soit le plus grand possible. On ne doit jamais avoir deux morceaux qui seraient identiques et on considérera comme différents deux morceaux qui ont la même forme, mais qui sont quadrillés de façon différente.

Par exemple,



et



sont deux morceaux distincts. Par contre,

des morceaux comme



et



qui pourraient être superposés l'un à l'autre par une simple rotation sont considérés comme identiques.

## SOLUTION

### DU PROBLEME NUMÉRO 23

A l'étape b) où vous jouez les Blancs sur l'échiquier B, vous n'avez qu'à répéter le mouvement que Fisher a joué à l'étape a). A l'étape d) où vous jouez les

Noirs sur l'échiquier A, vous répétez le mouvement de Fisher à l'étape c). Ainsi la seconde partie sera absolument identique à la première. Si Fisher gagne la partie qui se déroule sur l'échiquier A, vous gagnerez celle qui se déroule sur B. Si la première partie est nulle, la seconde le sera également.

Dans une lettre que nous reproduisons ailleurs dans ce numéro, un lecteur de *Thetford Mines* émet le vœu que l'on permette à *Échec et Maths* de «s'épanouir» sur une page complète et il donne en exemple la chronique *Mathematical Games* du *Scientific American*.

Bien que ce vœu puisse être en lui-même fort désirable, il n'a jamais correspondu aux intentions de la direction de **QUÉBEC SCIENCE** ni à celles de l'auteur d'*Échec et Maths*. Le problème que nous soumettons au lecteur à chaque mois ne veut être qu'une occasion de se distraire en faisant travailler pendant un moment ses méninges. Nous pouvons volontiers accroître la difficulté des problèmes présentés ou en donner des solutions plus élaborées, si tel était le vœu d'un nombre plus grand de lecteurs, mais nous ne songeons pas dans un avenir immédiat à remplacer *Échec et Maths* par une chronique mensuelle de plus grande étendue.

**québec  
science**

Case postale 250  
Sillery, Québec.  
G1T 2R1

### ABONNEMENT

(un an/10 nos)

- ÉTUDIANT \$ 3.50  
 RÉGULIER \$ 5

NOM \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_

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

### CONVERTISSEZ-VOUS

Le système métrique s'en vient et **QUÉBEC SCIENCE** vous rappelle quelques facteurs de conversion utiles pendant la période de transition.

#### UNITÉ FACTEUR UNITÉ

1 pouce	25,4	mm
1 pied	30	cm
1 m	1,1	verges
1 mille	1,6	km
1 m <sup>2</sup>	11	pied <sup>2</sup>
1 hectare	2,5	acres
1 litre	0,22	gallon
1 grain	65	mg
1 once	28	g
1 kg	2,2	livres
1 tonne	2 205	livres
- 40 °F	- 40	°C
32 °F	0	°C
68 °F	20	°C
98,6 °F	37	°C
212 °F	100	°C

# professeurs étudiantes étudiants !



Ce message vous intéressera particulièrement...

**Le ministère fédéral de l'Énergie, des Mines et des Ressources vous offre:**

- des cartes générales, topographiques, thématiques, géophysiques, géologiques, gravimétriques et minières;
- des publications touchant la géologie, les mines, les ressources minérales, la physique du globe, la géodésie et l'astronomie;
- des collections de roches et de minéraux;
- la possibilité de consulter les ouvrages de la bibliothèque.

**TÉLÉPHONEZ, ÉCRIVEZ, OU QUI MIEUX EST, PASSEZ A NOTRE BUREAU DE QUÉBEC**

**ÉDIFICE BELLEVUE  
1535 chemin Ste-Foy  
Québec, Qué. G1S 2P1  
(694-3325)**

**BUREAU RÉGIONAL DE QUÉBEC DE DISTRIBUTION DES CARTES**

Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources – Ottawa

## Études spéciales

- \*1 - Upper Atmosphere and Space Programs in Canada, by J.H. Chapman, P.A. Forsyth, G.N. Patterson (\$2.50)
- \*2 - Physics in Canada: Survey and Outlook, by a Study Group of the Canadian Association of Physicists headed by D.C. Rose (\$2.50)
- 3 - La psychologie au Canada, par M.H. Appley et Jean Rickwood, Association canadienne des psychologues (\$2.50)
- 4 - La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses: Évaluation scientifique et économique, par un Comité du Conseil des sciences du Canada (\$2.00)
- 5 - La recherche dans le domaine de l'eau au Canada, par J.P. Bruce et D.E.L. Maasland (\$2.50)
- 6 - Études de base relatives à la politique scientifique: Projection des effectifs et des dépenses R & D, par R.W. Jackson, D.W. Henderson et B. Leung (\$1.25)
- 7 - Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes, par John B. Macdonald, L.P. Dugal, J.S. Dupré, J.B. Marshall, J.G. Parr, E. Sirluck, E. Vogt (\$3.00)
- 8 - L'information scientifique et technique au Canada, 1ère partie, par J.P.I. Tyas (\$1.00)  
2ième partie, Premier chapitre, Les ministères et organismes publics (\$1.75)  
2ième partie, Chapitre 2, L'industrie (\$1.25)  
2ième partie, Chapitre 3, Les universités (\$1.75)  
2ième partie, Chapitre 4, Organismes internationaux et étrangers (\$1.00)  
2ième partie, Chapitre 5, Les techniques et les sources (\$1.25)  
2ième partie, Chapitre 6, Les bibliothèques (\$1.00)  
2ième partie, Chapitre 7, Questions économiques (\$1.00)
- 9 - La chimie et le génie chimique au Canada: Étude sur la recherche et le développement technique, par un groupe d'étude de l'Institut de Chimie du Canada (\$2.50)
- 10 - Les sciences agricoles au Canada, par B.N. Smallman, D.A. Chant, D.M. Connor, J.C. Gilson, A.E. Hannah, D.N. Huntley, E. Mercier, M. Shaw (\$2.00)
- 11 - L'invention dans le contexte actuel, par Andrew H. Wilson (\$1.50)
- 12 - L'aéronautique débouche sur l'avenir, par J.J. Green (\$2.50)
- 13 - Les sciences de la Terre au service du pays, par Roger A. Blais, Charles H. Smith, J.E. Blanchard, J.T. Cawley, D.R. Derry, Y.O. Fortier, G.G.L. Henderson, J.R. Mackay, J.S. Scott, H.O. Seigel, R.B. Toombs, H.D.B. Wilson (\$4.50)
- 14 - La recherche forestière au Canada, par J. Harry G. Smith et Gilles Lessard (\$3.50)
- 15 - La recherche piscicole et faunique, par D.H. Pimlott, C.J. Kerswill et J.R. Bider (\$3.50)
- 16 - Le Canada se tourne vers l'océan - Étude sur les sciences et la technologie de la mer, par R.W. Stewart et L.M. Dickie (\$2.20)
- 17 - Étude sur les travaux canadiens de R & D en matière de transports, par C.B. Lewis (\$0.75)
- 18 - Du formol au Fortran - La biologie au Canada, par P.A. Larkin et W.J.D. Stephen (\$2.50)
- 19 - Les Conseils de recherches dans les provinces, une richesse pour notre pays, par Andrew H. Wilson (\$1.50)
- 20 - Perspectives d'emploi pour les scientifiques et les ingénieurs au Canada, par Frank Kelly (\$1.00)
- 21 - La recherche fondamentale, par P. Kruss (\$1.50)
- 22 - Sociétés multinationales, investissement direct de l'étranger, et politique des sciences du Canada, par Arthur J. Cordell (\$1.50)
- 23 - L'innovation et la structure de l'industrie canadienne, par Pierre L. Bourgault (\$2.50)
- 24 - Aspects locaux, régionaux et mondiaux des problèmes de qualité de l'air, par R.E. Munn (\$0.75)
- 25 - Les associations nationales d'ingénieurs, de scientifiques, et de technologues du Canada, par le Comité de direction de SCITEC et le professeur Allen S. West (\$2.50)
- 26 - Les pouvoirs publics et l'innovation industrielle, par Andrew H. Wilson (\$3.75)
- 27 - Exposés sur certains aspects de la politique des richesses naturelles, par W.D. Bennett, A.D. Chambers, A.R. Thompson, H.B. Eddy et A.J. Cordell (\$2.50)
- 28 - Formation et emploi des scientifiques - Déroulement des carrières de certains diplômés canadiens et étrangers, par A.D. Boyd et A.C. Gross (\$2.25)

En anglais seulement

7 SEP 1973  
OBU QUEBEC

## Rapports

- 1 - Un programme spatial pour le Canada (\$0.75)
- 2 - La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses - Première évaluation et recommandations (\$0.25)
- 3 - Un programme majeur de recherches sur les ressources en eau du Canada (\$0.75)
- 4 - Vers une politique nationale des sciences au Canada (\$0.75)
- 5 - Le soutien de la recherche universitaire par le gouvernement fédéral (\$0.75)
- 6 - Une politique pour la diffusion de l'information scientifique et technique (\$0.75)
- 7 - Les sciences de la Terre au service du pays - Recommandations (\$0.75)



# le Conseil des sciences répond à vos questions

Trop peu de gens le savent: le Conseil des sciences du Canada a étudié une foison de sujets d'une brûlante actualité. Ses recommandations présagent de notre avenir.

Il vous offre de lire, dans un langage accessible, les résultats de ses enquêtes, effectuées par les plus grands experts dans chaque domaine étudié.

Que vous vous intéressiez aux sciences de la Terre, à l'aéronautique ou à l'avenir des villes, il existe une publication du Conseil des sciences qui fait autorité en la matière.

Prenez-en connaissance. Il est impossible de trouver des informations plus pertinentes et mieux adaptées au contexte canadien.

Faites votre choix dans la liste ci-contre et adressez-nous votre commande, accompagnée d'un chèque ou d'un mandat postal à l'ordre de:



LE MAGAZINE QUEBEC SCIENCE

C.P. 250

Sillery, Québec, G1T 2R1

- 8 - Les arbres ... et surtout la forêt (\$0.75)
- 9 - Le Canada ... leur pays (\$0.75)
- 10 - Le Canada, la science et la mer (\$0.75)
- 11 - Le transport par ADAC: Un programme majeur pour le Canada (\$0.75)
- 12 - Les deux épis, ou l'avenir de l'agriculture (\$0.75)
- 13 - Le réseau transcanadien de téléinformatique: première phase d'un programme majeur en informatique (\$0.75)
- 14 - Les villes de l'avenir - Les sciences et les techniques au service de l'aménagement urbain (\$0.75)
- 15 - L'innovation en difficulté - Le dilemme de l'industrie manufacturière au Canada (\$0.75)
- 16 - «... mais tous étaient frappés» - Analyse de certaines inquiétudes pour l'environnement et dangers de pollution de la nature canadienne (\$1.00)
- 17 - In vivo - Quelques lignes directrices pour la biologie fondamentale au Canada (\$1.00)
- 18 - Objectifs d'une politique canadienne de la recherche fondamentale (\$1.00)
- 19 - Problèmes d'une politique des richesses naturelles au Canada (\$1.25)
- 20 - Le Canada, les sciences et la politique internationale (\$1.25)
- 21 - Stratégies pour le développement de l'industrie canadienne de l'informatique (\$1.50)

COUPON DE COMMANDE EN PAGE 49