

PER  
J-69

# Québec Science

publié par l'université du québec

\$0.75

VOLUME 12 / NUMÉRO 3 / NOVEMBRE 1973



## la CALOTTE GLACIAIRE

UN LASER POUR ALLUMER DES SOLEILS

LES FORETS A BOUT DE SOUFFLE

LES SCIENCES AU TEMPS DE LA NOUVELLE-FRANCE

# AS-TU DEUX MINUTES ?

Lis le nouveau  
**QUÉBEC-PRESSE**



**QUÉBEC-PRESSE**

9670 rue PELOQUIN MTL 308

Jusqu'à  
peut se p  
met du c  
effet les  
Aussi fra  
pendant  
nagemen  
lier- il  
s'évanou



*Jusqu'à preuve du contraire, la Terre ne peut se passer d'un « sac à glace » au sommet du crâne: la calotte arctique régit en effet les climats à l'échelle du globe. Aussi fragile qu'indispensable, elle est cependant menacée et — erreur dans l'aménagement de la planète ou accident pétrolier — il faudrait peu de chose pour qu'elle s'évanouisse comme neige au soleil.*

# au SOMMAIRE

## CASE POSTALE 250

Les équations du futur ○ Le CNRC ○ Non à la lutte chimique ○ Un magazine disparaît

4

## COMMENTAIRE / GUY LESCOUFLAIR

Réduire le bruit à la source

5

## UNE POLITIQUE SCIENTIFIQUE

CANADIENNE / PIERRE SORMANY

6

## ACTUALITÉ

Du champagne québécois pour Noël ○ L'ordinateur dessine des molécules ○ Des étudiants au secours de l'industrie ○ Un chercheur s'attaque à la striga ○ Les baleines trahies par leurs dents ○ La fumée qui tue

8

## LE THERMOSTAT DE LA TERRE / JEAN-MARC FLEURY

12

## ENVIRONNEMENT

Comment affamer un ouragan ○ Le photographe spatial ○ Prévoir le temps d'après-demain

16

## DES FORÊTS TOUT USAGE / STEVO POPOVICH

20

## IL FAUT CULTIVER LES FORÊTS

Interview avec Stevo Popovich

22

## ROLAND-MICHEL BARRIN, MARQUIS DE LA GALISSONNIÈRE / FABIEN GRUHIER

26

## Fusion thermonucléaire: OTTAWA N'A PAS COMPRIS

Interview avec Charles Beaulieu

30

## Laser québécois:

UN SUCCÈS ÉBLOUISSANT / JEAN-MARC FLEURY

32

## TECHNOLOGIE

Métallurgie des poudres ○ Les roues ne sont pas faites pour les avions

40

## RÉCONCILIER LES ALPHABETS ARABES

AVEC LE 20<sup>ième</sup> SIÈCLE / ALEXANDRE DOROZYNSKI

43

## REVUE DE PRESSE

46

## LA SCIENCE ET LA SANTÉ

L'association Médi-tech-science ○ Le fumeur, cet hypocrite ○ Les Nord-américains sont « forts en calculs »

47

## DES JEUNES ANALYSENT LEUR ASSIETTE / HUGUES POULIN

48

## POUR EN LIRE PLUS

L'APL et les cadres ○ Chaque pouce carré ○ Mineral nutrition today

49

## ÉCHEC ET MATHS / CLAUDE BOUCHER

50

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES: page 7, Ashley-Crippon ○ 8, 42, CNRC ○ 10, Fisheries Research Board of Canada ○ 11, 22, J.P. Langlois ○ 12, 16, Min. Énergie, Mines et Ressources ○ 17, NOAA ○ 18, USIS ○ 21, S. Popovich ○ 24, CIP ○ 26, PUL ○ 28, Beaver ○ 31, Réseau ○ 32, 39, S. Langevin ○ 33, 35, 37, 38, CRDV ○ 40, Bell Aerospace ○ 44, CRDI.

LE  
MAGAZINE **québec  
science**

Téléphone: (418) 657-2426 / Téléc: 011 3488

DIRECTEUR  
ET REDACTEUR EN CHEF: Jean-Marc Gagnon

REDACTEUR EN CHEF ADJOINT: Fabien Gruhier

CHEF DES INFORMATIONS: Jean-Marc Fleury

CONCEPTION GRAPHIQUE: Jean-Pierre Langlois

SECRETARIAT: Patricia Larouche et Françoise Ferland

IMPRESSION: L'Éclaireur ltée

DISTRIBUTION: les messageries dynamiques inc.

COMITE D'ORIENTATION

Armand Bastien, CECM ○ Paul Bêlec, INRS-Urbanisation ○ Louis Berlinguet, UQ ○ Roger Blais, CHUL ○ Claude Boucher, U. Sherbrooke ○ Maurice Brosard, UQAM ○ Yvan Chassé, UL ○ Pierre Dansereau, CRE ○ Jacques Desnoyers, U. Sherbrooke ○ Guy Dufresne, Cons. Bathurst ○ André Fournier, min. de l'Éducation ○ Gordin Kaplan, U. Ottawa ○ Paul Laurent, Hydro-Québec

Le magazine QUEBEC 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 RESERVES 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

QUEBEC SCIENCE  
Case postale 250  
Sillery, Québec  
G1T 2R1

### COMITÉ DE SOUTIEN

- ▶ **Bell Canada**  
M. René Fortier  
Vice-président exécutif  
Zone de l'Est
- ▶ **Institut de recherche de l'Hydro-Québec (IREQ)**  
M. Lionel Boulet  
Directeur
- ▶ **Banque de Montréal**  
M. 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

# CASE POSTALE 250

## LES ÉQUATIONS DU FUTUR

J'ai été grandement intéressé par l'article que vous avez publié dans le numéro de septembre 73, et qui avait pour titre «Les équations du futur». Je suis persuadé de la spécificité et de la nécessité de cette nouvelle méthode d'approche, du «réel-concret» et des alternatives qu'il suppose, dite futurologie ou prospective. J'aimerais que vous fassiez paraître une bibliographie sur le sujet.

Rémy Beaulieu  
Montréal

*Le numéro septembre-octobre de la revue Le progrès scientifique, publiée par le ministère français du Développement industriel et scientifique, contient une bibliographie critique exhaustive sur la prévision technologique.*

*Deux livres disponibles en librairie constituent d'excellentes introductions à ces questions: Halte à la croissance, de Dennis Meadows, chez Fayard, et A l'assaut du futur, d'Hermann Kahn, aux Éditions du Jour.*

*L'évaluation de la technologie a par ailleurs fait l'objet d'un numéro complet de la revue New Scientist, le 24 mai 1973.*

## LE CNRC

Dans votre numéro de septembre, sous le titre «des revues pour tous les goûts», vous avez parlé des publications du Conseil national de recherches du Canada. Serait-il possible de recevoir de plus amples informations, et en particulier l'adresse complète du CNRC?

Marcel Lavallée  
Sagehill, Saskatchewan

*On peut s'adresser au Conseil national de recherches du Canada à Ottawa (code postal: K1A 0R6).*

## NON À LA LUTTE CHIMIQUE

Je vous écris au sujet de votre article «La tordeuse ne passera pas» par Michel Boudoux du numéro 1, volume 12.

Je suis déçu de l'opinion émise dans cet article mettant en valeur l'usage des pulvérisants chimiques par avion, surtout le fénitrothion. J'ai vu personnellement, au mois de juillet 1973, dans le Nouveau-Brunswick, au sud-est de Edmundston, sur une superficie de 650 milles carrés, des centaines de milliers de poissons (truites mouchetées et arc-en-ciel) et d'oiseaux (tout particulièrement les gros becs et une vingtaine de corbeaux) tués par ces arrosages, tout cela sous le contrôle du ministère de l'Environnement du Canada.

Le phénomène qui se produit fut que les oiseaux et les poissons absorbaient une forte dose d'insectes empoisonnés qui étaient là en forte quantité. Pour les hommes et les chiens, l'eau de ruissellement accumulée dans les sources d'eau potable provoquait un empoisonnement mineur chez les hommes, et la mort chez les chiens.

On doit absolument rester très conscient et objectif pour éviter de s'en tenir à des données livresques souvent très éloignées de la réalité.

La lutte chimique est efficace, mais quel en sera le prix et les conséquences? Je crois qu'il faut prévoir à long terme beaucoup plus et assumer quelques pertes pour le présent plutôt que de réagir promptement à un problème posé et ainsi perturber l'équilibre écologique de façon souvent irréversible.

Si vous voulez de plus amples détails ou preuves, je suis à votre disposition.

Pierre Ranger  
étudiant en architecture du paysage  
Lachine

*Que le Fénitrothion, comme tous les pesticides de nature chimique d'ailleurs, ne soit pas absolument «neutre» vis-à-vis de l'environnement, c'est évident et tous les*

POUR RÉ-HUMANISER NOTRE ENVIRONNEMENT

# réduire le bruit à la source

par Guy Lescouflair

Chef audiologiste

Centre hospitalier de l'université Laval

Le « Règlement du Canada sur la lutte contre le bruit » (1971), de même que le « Règlement concernant les établissements industriels et commerciaux du Québec » (1972) stipulent que les chefs d'établissements doivent procurer des protecteurs d'oreille aux ouvriers exposés à des bruits excessifs. Ni l'un ni l'autre de ces règlements n'exige du chef d'industrie qu'il réduise le bruit des machines de son établissement à des limites spécifiques. Or, bien entendu, la conception des machines industrielles est orientée avant tout vers l'efficacité de la production, laquelle dans bien des cas ne s'obtient qu'au prix d'une véritable déshumanisation de l'ouvrier. Cet avilissement physique est le plus souvent ignoré et même béatement accepté par les syndicats eux-mêmes, plus préoccupés de luttes idéologiques que du bien-être total de leurs propres membres.

Quant aux règlements municipaux concernant le bruit urbain, ils baignent dans la vague inconsistance des recommandations telles que: « *les véhicules motorisés doivent être munis d'un silencieux en bon état de fonctionnement* ». Parfois, ils sont d'une naïveté et d'une candeur à faire sourire les plus blasés:

« Dans une zone scolaire ou d'hôpital, on devra conduire un véhicule de la façon la plus silencieuse possible, pour prévenir tout accident ou dérangement. » (Sorel 1969)

« Il est défendu de faire fonctionner le moteur d'un véhicule stationnaire à une vitesse susceptible de causer du bruit, de nature à nuire à la paix et à la tranquillité des occu-

pants des maisons voisines. » (Québec 1971)

« Quiconque, de quelque manière que ce soit, troublera sans cause légitime les paisibles habitants demeurant dans une rue... » (Ste-Foy 1973)

Ainsi donc, d'une part, aucun contrôle n'est exercé ni même proposé sur les bruits émis par la machinerie lourde: pour le gouvernement canadien et le Ministère québécois du Travail, la lutte contre le bruit industriel se résume à un bouchon dans l'oreille de chaque travailleur. D'autre part, les municipalités se contentent de faire appel à la pieuse bonne volonté de leurs honorables citoyens. L'on ne s'étonnera pas alors d'apprendre que le bruit urbain s'accroît au rythme de 1 décibel par an, ce qui signifie proprement qu'il double tous les trois ans. Les alarmistes crient déjà que l'Amérique sera à la fin du siècle peuplée de sourds.

Manifestement, seule une action vigoureuse pourra nous éviter la catastrophe. L'on ne peut s'attendre à une législation sérieuse du bruit sans la pression de groupes de citoyens éclairés et bien déterminés.

Le moment est venu de mettre sur pied une « Société pour la protection du citoyen contre le bruit », laquelle jouerait véritablement le rôle d'ombudsman entre les groupes de citoyens et le législateur. ●

responsables de la lutte chimique en sont conscients! Mais il y a un choix à faire: tant que les méthodes de lutte biologique ne seront pas opérationnelles, faudra-t-il laisser mourir nos forêts ou prendre des risques calculés?

## JOURNÉES SCIENTIFIQUES FRANCO-QUÉBÉCOISES

Tous ceux qui sont liés à la recherche, soit à titre d'administrateurs, de chercheurs ou d'étudiants, ne manqueront pas le colloque sur la politique scientifique qui se tiendra les 2 et 3 novembre, à l'université Laval, Québec.

La plupart des personnalités québécoises liées à la gestion de la science ont été invitées à y prendre la parole: Lionel Boulet (IREQ), Roger Gaudry (CSC), Louis Berlinguet (UQ), W.H. Gauvin (Noranda Mines), Charles Beaulieu (INRS), Gilles Tremblay (CRM), Michel Normandin (CRIQ), Guy Bertrand (Bombardier), Pierre Bourgault (MEST), Louis Rousseau (CRDI) et Michel Slivitsky (gouvernement du Québec).

Des scientifiques français ont annoncé leur participation: Joseph Bergerard (CNRS, Océanographie), Pierre Chavance (CGE) et Jacques Sevin (DGRST).

Les « Journées scientifiques franco-québécoises » sont organisées sous le patronage du Conseil de la politique scientifique du gouvernement du Québec.

# une politique scientifique canadienne

Non prévu à l'origine, le troisième et dernier volume du rapport Lamontagne a sur les précédents l'avantage d'être un peu moins théorique, et propose une «stratégie pour les années 70» plus directement applicable. Mais, des «années 70», il n'en reste pas tellement...

par Pierre Sormany

Trop longtemps abandonnée à elle-même, sans la moindre coordination, la recherche scientifique canadienne s'est développée de manière anarchique, privant le Canada de la majeure partie des retombées économiques de la science.

On se souvient qu'après avoir analysé ce malaise dans le premier volume de son rapport d'enquête, le Comité sénatorial de la politique scientifique, dirigé par M. Maurice Lamontagne, avait proposé, dans un second volume publié en janvier 1972, des réformes et des objectifs à atteindre au cours des années 70, afin d'annuler le retard canadien en matière de technologie et d'innovation (voir QUÉBEC SCIENCE, février 73).

Ce comité est revenu à la charge à la mi-septembre, en publiant le troisième tome de son rapport, afin d'inciter le gouvernement canadien à mettre en place dès maintenant cette stratégie scientifique d'ensemble, en se dotant des organismes appropriés, sans quoi «notre recherche sombrera tôt ou tard dans l'atrophie institutionnelle».

Vision sensiblement clarifiée de la situation de la recherche et du développement technologique au pays, le troisième volume constitue en fait une remise à jour des propositions déjà formulées, à la lumière des réactions exprimées par la communauté scientifique et des structures actuelles de l'État canadien. Cette remise à jour était d'autant plus nécessaire que

depuis 1969, date des audiences publiques tenues par le Comité Lamontagne, des éléments nouveaux sont intervenus: le Canada s'est doté d'un ministère d'État aux Sciences et à la technologie (MEST); le Conseil des sciences a financé de nombreuses études sur les stratégies économiques et scientifiques canadiennes; et la publication des deux premiers tomes du rapport a conduit la communauté scientifique du pays à faire connaître ses réactions, le plus souvent critiques.

## UN CONSENSUS NÉ DE LA BAGARRE

«La politique scientifique canadienne, affirme le sénateur Lamontagne, a donné lieu au cours des cinq dernières années à un vaste débat où nombre de personnalités et d'organismes sont engagés. Notre comité demeure convaincu que ce débat a constitué un premier pas nécessaire vers l'établissement d'un plan d'action. De plus, nous avons tous acquis une meilleure connaissance en ce domaine, et sommes parvenus à un consensus irréalisable autrement. Enfin, l'incertitude créée a entraîné une certaine souplesse qui a permis un grand nombre de changements salutaires. Notre comité considère qu'il convient maintenant de mettre sur pied un plan d'action d'envergure réaliste et audacieux»

En pratique, l'application de ce plan d'action impliquerait une réorganisa-

tion radicale des structures gouvernementales dans le domaine de la recherche et de l'innovation.

Rejetant l'actuel schéma où le MEST n'est qu'un organisme de coordination, sans pouvoir décisionnel, le comité sénatorial refuse toutefois d'en faire un super-ministère responsable de l'ensemble de la recherche menée ou financée par l'État.

La méthode de coordination où l'appareil central n'est rien de plus que consultatif, selon le comité, conduit nécessairement à une politique scientifique globale «accidentelle» qui représente à peine plus que la somme des politiques isolées de chaque agence ou ministère. A l'autre extrémité, le modèle centralisé accorde trop d'importance à la conception d'ensemble de la politique scientifique. Il peut en résulter une recherche isolée des missions pratiques du gouvernement, trop axée sur elle-même, et peu utilitaire.

Le comité adopte donc trois principes: une organisation gouvernementale dispersée de la science, de la technologie et de l'innovation; un mécanisme central efficace et puissant pour compléter les politiques scientifiques spécifiques des ministères et organismes d'État; une coordination assurée par l'appareil central au moyen d'un «droit de regard» sur les budgets de recherche de tous les agents gouvernementaux.

## PRÉVOIR LES CONFLITS

Il s'agit là de la recommandation la plus importante du troisième volume du rapport Lamontagne: les dépenses gouvernementales en matière de recherche ne sont jusqu'à maintenant comptabilisées qu'après coup, ce qui rend difficile une vision claire des activités menées dans les divers ministères, ce qui explique les doublons et les lacunes.

Le rapport propose donc un mécanisme d'adoption des budgets impliquant à la fois le MEST et le Conseil du Trésor, le tout étant supervisé par un comité interministériel chargé de défendre les intérêts des divers ministères, afin d'éviter toute partialité.

Cette recommandation s'accompagne d'autres suggestions susceptibles d'améliorer l'efficacité du dispositif de prise de décision scientifique, comprenant un nouveau rôle pour le Conseil des sciences (consultant officiel du MEST, mais plus indépendant), la création d'un comité sénatorial permanent pour la politique scientifique et de mécanismes permettant au Parlement de se renseigner de manière beaucoup plus systématique sur les sommes qu'il vote pour la recherche et le développement, ainsi que l'extension de tous ces mécanismes au niveau des provinces.

Le chapitre sur les relations fédérales-provinciales est plutôt bref, mais il n'en constitue pas moins une des «nouvelautés» les plus intéressantes du rapport. Reconnaisant la possibilité de conflits, M. Lamontagne suggère que des consultations soient menées à tous les niveaux, dans les structures de politique scientifique fédérale et provinciales. Quant à la recherche en sciences sociales —secteur relevant plus directement des niveaux provinciaux— le comité Lamontagne propose que l'adoption des budgets soit supervisée par un comité interministériel fédéral-provincial.

En ce qui a trait à l'organisation de la recherche gouvernementale, le troisième volume s'applique à réaffirmer, en ajoutant des preuves et des témoignages nouveaux, que les choix de base faits en 1971 par le comité sénatorial sont encore valables, et la majorité des critiques sans fondements. On y trouve donc une reformulation à peine modifiée des propositions concernant la création de trois fondations subventionnaires pour la recherche fondamentale, sous la supervision d'un conseil de la recherche. Reprise ana-

logue des propositions concernant la transformation du Conseil national de la recherche scientifique en une académie de la recherche fondamentale, ou la remise à l'industrie et aux universités de la plus grande partie des recherches dont les ministères pourraient avoir besoin.

## UN FUTUR SÉRIEUSEMENT ENTAMÉ

Sont aussi réaffirmées les autres suggestions pour venir en aide à l'innovation: création de la Société canadienne des laboratoires scientifiques (SCLI), programme polyvalent de financement de la

recherche-développement dans l'industrie; réorganisation du système d'information scientifique canadien; formation de groupes de travail au niveau industriel; création d'un comité interministériel, et d'une banque canadienne de l'innovation, d'un service d'aide aux inventeurs et d'un système de récompenses, etc... Dans presque chaque cas, le rapport propose des pas à franchir immédiatement pour mettre sur pied ces divers mécanismes, dont la majorité devrait relever du ministère de l'Industrie et du Commerce.

Parmi les autres aspects importants du dernier volume, notons des propositions précises concernant la réorganisation du réseau de représentants scientifiques à l'étranger (hausse des budgets, hausse du nombre de ces représentants, meilleure intégration des priorités nationales dans leur travail, supervision accordée au MEST, fourniture d'un secrétariat et d'un réseau d'information pour relier ces représentants, etc).

Notons aussi la suggestion visant à faire de la Société Royale du Canada et de l'Association des scientifiques, ingénieurs et techniciens (SCITEC), les deux principaux porte-paroles de la communauté scientifique auprès du gouvernement, et leur accorder un budget en conséquence,

Enfin, le Comité sénatorial s'est penché sur le problème de l'insuffisance de vocabulaire uniforme en langue française, et la nécessité pour le Canada, pays bilingue et situé aux portes mêmes des États-Unis, de travailler immédiatement à la correction de cette déficience. Pour cela, le Comité demande au gouvernement de subventionner dès maintenant la création et le fonctionnement de SITEST (Service international de terminologie scientifique et technique), organisme dont on vient de proposer la création (voir QUÉBEC SCIENCE, octobre 73).

Rappel des principales propositions déjà énumérées, avec parfois quelques retouches, revue d'ensemble du débat des cinq dernières années sur la politique scientifique, ce dernier volume, non prévu à l'origine, constituera sans doute l'apport le plus important du comité sénatorial, parce qu'il a l'avantage de quitter un peu plus le débat théorique, pour proposer des réformes directement applicables. Reste à savoir ce qui sera appliqué, et quand! Il s'agit rappelons-le de la «stratégie pour les années 1970», et nous sommes déjà, ou presque, en 1974... ●



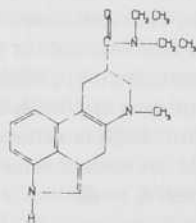
Le sénateur Maurice Lamontagne. Δ

ACTUA  
LITE

# l'ordinateur dessine des molécules

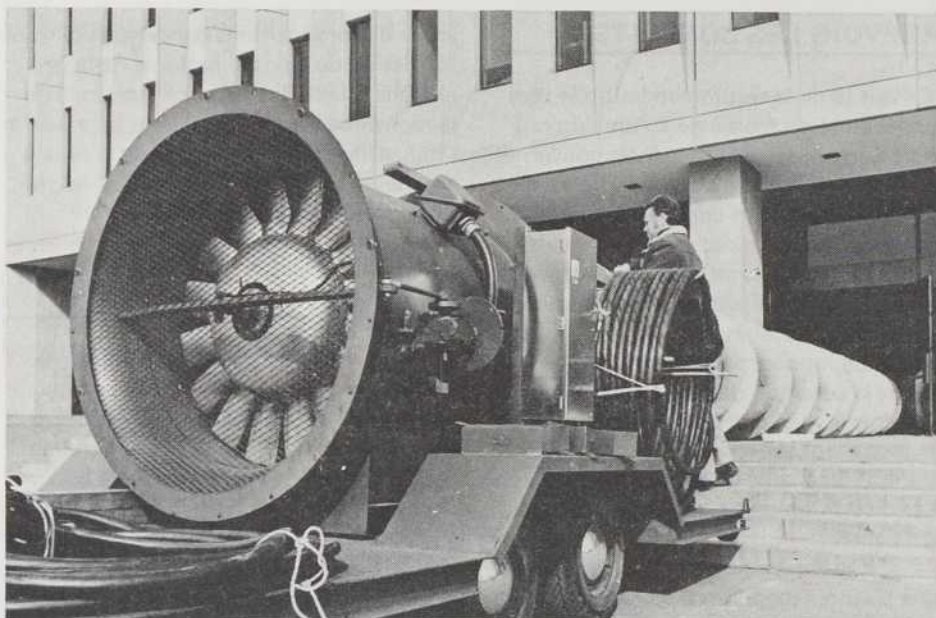
L'ordinateur a trouvé, ces dernières années, de multiples applications en chimie. La dernière en date est due au professeur Nigel Burnett, de l'université de Waterloo (Ontario); elle consiste à confier à l'instrument le soin de dessiner, pour publications, les molécules organiques les plus complexes. De cette façon, le chimiste préparant un article, ou une série de diapositives destinées à illustrer une conférence, n'a plus besoin de faire appel à un graphiste pour tracer sous une forme convenable le portrait de ses molécules favorites; ni à un programmeur professionnel, car le programme mis au point par M. Burnett exige pour seul *input* une liste, sous forme de tableau, des caractéristiques de la molécule concernée (nature et ordre des atomes, nature et angle des liaisons).

M. Nigel Burnett n'a pas l'intention d'offrir un service de dessin des molécules à ses collègues canadiens ou étrangers; il propose cependant d'envoyer un exemplaire de son programme à quiconque lui en fera la demande à l'adresse suivante: Computing Centre, Operations Department, University of Waterloo, Ontario N2L 3G1. On est prié de joindre une grande enveloppe affranchie et auto-adressée.



▷

Molécule de LSD tracée par ordinateur. ●



△ Ce ventilateur, au débit variable de zéro à 1 600 mètres cubes par minute, permet de vérifier si la pressurisation est un moyen d'empêcher les cages d'ascenseurs et d'escaliers d'être enfumées.

## la fumée qui tue

On sait qu'une personne bloquée dans une pièce remplie de fumée meurt d'asphyxie en trois minutes et que 85 pour cent des victimes des incendies périssent de cette façon. Les grands édifices modernes accentuent le danger représenté par la fumée, en cas d'incendie.

Plus l'édifice compte d'étages, plus l'appel d'air est fort à partir du rez-du-chaussée. Les cages d'ascenseurs et d'escaliers se transforment alors en de véritables cheminées. L'élimination des cloisons et l'aménagement paysager facilitent encore la dissémination rapide de la fumée.

Les constructeurs utilisent aussi de plus en plus de matériaux inflammables, surtout des plastiques, qui dégagent des fumées très denses. Pire, les halls d'entrée ajoutent au risque d'incendies par la floraison des boutiques et des restaurants.

Enfin, une fois l'incendie allumé, les grands édifices deviennent de véritables défis pour pompiers. Ceux-ci doivent combattre le feu de l'intérieur, en raison de la hauteur; le feu et la fumée progressent rapidement; et les pointes de chaleur font éclater les fenêtres, provoquant une pluie de verre sur les passants. L'augmen-

tation de la température triple le volume de l'air, de sorte qu'une quantité d'air et de fumée égale au double du volume initial envahit l'édifice.

De concert avec le Commissariat fédéral des incendies, la division des bâtiments du Conseil national de recherches a défini certains règlements spéciaux visant à combattre les incendies dans ces édifices. Rapidement la division a réalisé que la fumée était le problème central. Ses chercheurs se sont donc entendus avec le Commissariat et le ministère des Travaux publics pour étudier des normes particulières au sujet de la fumée.

Jusqu'ici plusieurs solutions ont été envisagées. On prévoit entre autres de relier les cages des escaliers et des ascenseurs à des couloirs sous pression et ventilés. Une autre méthode consiste à maintenir les cages d'ascenseurs et d'escaliers sous pression. L'objectif principal de ces approches est d'empêcher la fumée de monter d'un étage à l'autre et d'envahir les sorties d'urgence.

Par exemple, en élevant la pression à l'intérieur de tout l'édifice et en ventilant la partie en flammes, la fumée serait

confirmerait être contre le feu à plusieurs retenir l'édifice. Se ordinateur l'air à l'

Le Départ l'univers bien une fait inévaluat gnement avec l'inc

L'é pour une pe de cin de la com mise en m

analyse en produit o toutes les parer en o

l'ions séco coût pour des amél des moyer

teindre les Cette nou grand tant présente t

riels pouce de réalis port à un point que logique ca tion sine q

confinée dans une petite région et pourrait être évacuée à l'extérieur. Il faut par contre avoir bien identifié la région où le feu a pris naissance.

La division de l'édifice en deux ou plusieurs sections verticales pourrait aussi retenir la fumée dans une seule moitié de l'édifice.

Selon M. G.T. Matura, qui a mis sur ordinateur un modèle d'écoulement de l'air à l'intérieur des bâtiments, l'approche

fondamentale consiste à régir l'écoulement de l'air à l'intérieur de l'édifice. Il s'agit d'empêcher la fumée d'accéder aux cages d'ascenseurs et de la pousser à l'extérieur avec des ventilateurs.

Les modèles théoriques sont confrontés aux données recueillies en soufflant de l'air dans un édifice à l'aide d'un ventilateur débitant 1 600 mètres cubes par minute. ●

## des étudiants au secours de l'industrie

Le Département de génie mécanique de l'université McGill a récemment mené à bien une expérience académique tout à fait inédite, sous la forme d'un atelier d'évaluation technologique, intégré à l'enseignement sous-gradué, en collaboration avec l'industrie.

L'évaluation technologique consiste, pour une compagnie, à confier à un groupe de cinq ou six ingénieurs (spécialistes de la conception, de la fabrication, de la mise en marché, de la vente, etc...) une analyse en profondeur de la «valeur» d'un produit ou d'un procédé. Il s'agit d'isoler toutes les fonctions du produit, de les séparer en «fonctions primaires» et «fonctions secondaires», d'en déterminer le coût pour chacune, et de proposer soit des améliorations, soit —le plus souvent— des moyens complètement différents d'atteindre les mêmes buts à un coût inférieur. Cette nouvelle méthodologie, qui se répand tant aux Etats-Unis qu'au Canada, présente des avantages tout à fait substantiels puisqu'elle a permis dans certains cas de réaliser des économies de 90% par rapport à un coût initialement prévu. A tel point que le recours à l'évaluation technologique constitue maintenant une condition sine qua non pour l'obtention de certains gros contrats du gouvernement américain.

Mais jamais encore l'évaluation technologique n'avait été introduite dans un programme universitaire de premier cycle, et l'expérience s'avère fructueuse à

bien des égards; en particulier elle permet de jeter un pont —on a assez dit qu'ils sont trop rares— entre la «tour d'ivoire» académique et le monde industriel.

Trois firmes montréalaises (Dominion Engineering, Montreal Armature et Canadian General Electric) avaient prêté leur concours, en la personne de seize ingénieurs, à cinquante-huit étudiants, ainsi qu'à neuf professeurs. Il fut procédé, en cinq ateliers hebdomadaires d'une journée complète d'immersion totale, à l'évaluation de projets variés, allant du perfectionnement d'une laveuse à vaisselle à celui d'une valve de contrôle pour turbine hydraulique géante. Malgré le manque d'expérience pratique des étudiants, les résultats des ateliers furent comparables à ceux d'une série d'évaluations technologiques conduites normalement dans l'industrie avec cinq fois plus d'ingénieurs. Il semble en effet que les étudiants compensent largement ce manque d'expérience par une audace imaginative très favorable au succès dans ce genre de démarche.

L'université McGill songe d'ailleurs à offrir à l'industrie un service payant jumelé avec ses programmes de génie. L'évaluation technologique deviendrait ainsi accessible même aux petites firmes qui n'ont pas, faute d'effectifs suffisants, les moyens d'y recourir. ●

## un chercheur s'attaque à la striga

Un contrat entre le Centre de recherches pour le développement international et l'Université du Sussex en Angleterre va permettre à M. Gérald Rosebery de faire des recherches en Angleterre pendant deux ans. Il travaillera à la synthèse d'un stimulant chimique qui soit peu coûteux à produire et permette d'enrayer la pousse d'un végétal parasite, la *striga*.

Ce parasite s'attaque à diverses graminées telles le maïs, la canne à sucre et le *sorgho*. Or, le sorgho est une céréale essentielle à la subsistance de plus de 300 millions d'hommes dans les régions tropicales, mais la *striga* nuit considérablement à sa production. Jusqu'ici, les recherches pour trouver un moyen de se débarrasser de cette mauvaise herbe à peu de frais n'ont pas eu grand succès.

En l'absence des plantes-hôtes, les graines de *striga* peuvent rester dans le sol pendant au moins vingt ans sans germer. Mais quand la céréale-hôte est plantée, ses racines sécrètent, au cours de la croissance, une substance chimique appelée strigol. Cette substance stimule les graines de *striga* et provoque leur germination. Les graines engendrent des racines qui pénètrent dans les racines de l'hôte, et c'est ainsi que la *striga* se nourrit aux dépens de son hôte.

M. Rosebery étudiera l'activité du strigol et de substances chimiques d'effet similaire, afin de produire, à bon marché, un stimulant synthétique analogue au strigol. Les cultivateurs des régions tropicales pourraient répandre une telle substance chimique dans leurs champs avant la période de plantation; ceci induirait la germination des graines de *striga* qui, en l'absence des plantes-hôtes, mourraient faute de nutrition avant même d'apparaître au niveau du sol. ●

# les baleines trahies par leurs dents

Environ 10 000 bélougas, ou baleines blanches, habitent la côte ouest de la Baie d'Hudson. On en trouve aussi dans l'estuaire du Saint-Laurent, mais leur grande concentration sur les côtes du Manitoba permet une pêche commerciale.

Le Dr D.E. Sergeant, de la Station de biologie arctique de Sainte-Anne de

Bellevue, vient de publier un article synthèse sur ces cétacés dans le *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*.

À partir d'une étude systématique des couches de dentines de leurs dents, M. Sergeant a pu déterminer avec exactitude la vie chronologique de ces mammifères.



Il a d'abord mis en évidence la déposition de deux couches de dentines par année, l'une opaque, l'autre translucide, cette dernière étant formée durant les périodes de faible alimentation. Ces périodes de jeûne surviennent pendant la privation hivernale ou au milieu de l'été lorsque les femelles vont mettre bas dans les estuaires convenant à la naissance, mais pauvres en nourriture.

En effet, au mois de juillet et au début d'août, les troupeaux de baleines blanches se rassemblent dans les estuaires des rivières Seal et Churchill. Ce mouvement migratoire a longtemps mystifié les biologistes du fait que ces estuaires offrent peu de nourriture. M. Sergeant vient maintenant de démontrer que les baleines y sont attirées par la relative tiédeur de l'eau (10°C), de sorte que la perte de chaleur est moins brutale pour les baleineaux nouveau-nés.

Vers la mi-août, les troupeaux accompagnés des petits, de couleur brun foncé, remontent jusqu'à l'extrémité nord-ouest de la baie. Ils n'en sortent jamais: les baleines blanches de la baie d'Hudson sont sédentaires de cette grande mer intérieure.

Équipé de son « horloge dentaire » M. Sergeant a déterminé que les jeunes perdent rapidement leur couleur brune pour devenir gris-bleu foncé. Ensuite, les bélougas pâlisent lentement d'année en année avant de revêtir leur blanc-crème caractéristique à l'âge de 10 ans.

Les mâles et les femelles vivent en moyenne 25 ans puisqu'on compte au maximum une cinquantaine de couches de dentines. Les femelles atteignent leur maturité sexuelle entre 4 et 7 ans (8 et 13 couches) tandis que les mâles attendent jusqu'à 8 et 9 ans (16 et 18 couches).

Au cours de sa vie, le bélouga femelle connaît un maximum de 10 grossesses, une par deux ans. Mais ce maximum est rarement atteint: la période de gestation dure régulièrement 14 mois et l'allaitement environ 20 mois. De plus, grossesse et période d'allaitement précédente se chevauchent rarement, de sorte que la mise bas n'aurait lieu qu'une année sur trois. En moyenne, la femelle n'aurait donc que cinq baleineaux au cours de ses 15 années de fécondité.

Tout de même, malgré leur faible reproductivité et leur petite taille, 3 mètres au lieu des 5 mètres des bélougas de la mer du Nord, les baleines blanches de la baie d'Hudson donnent lieu à une industrie de la pêche à Whale Cove, à 350 km de Churchill. ●

# du champagne québécois pour Noël

Sillery, Charlesbourg: deux noms bien familiers. Et qui risquent fort de le devenir encore davantage, car la Société des vins Chantecler commercialisera très bientôt sous ces noms respectivement son «type Bourgogne» et son «type Bordeaux».

Rien ne semblait cependant prédestiner ces paisibles agglomérations de la banlieue de Québec à rejoindre Vosne-Romanée ou Saint-Emilion au firmament des grands crus. Il est vrai que les ambitions de M. Jean Berthelot, directeur de la petite usine installée à Saint-Augustin, ne vont pas aussi loin: il s'agit seulement —et c'est déjà beaucoup— de réussir à fabriquer au Québec des vins de qualité moyenne, à un coût réduit; et, dans une seconde phase, conquérir une partie du marché aux Etats-Unis et au Canada, sitôt qu'aura été établi dans la Belle Province le caractère compétitif de ces produits.

Ce ne sera pas tout à fait un coup d'essai: l'usine de Saint-Augustin fonctionne depuis mars 1973, et ses deux premiers —et jusqu'à présent seuls— produits, le «rouge ordinaire» et le «blanc doux» sont en forte demande aux comptoirs de la Société des alcools.

N'allez pas en conclure que la banlieue de la Vieille Capitale s'est subitement couverte de vignobles: les vins Chantecler sont fabriqués à l'aide de jus de raisin concentrés importés d'Europe, que

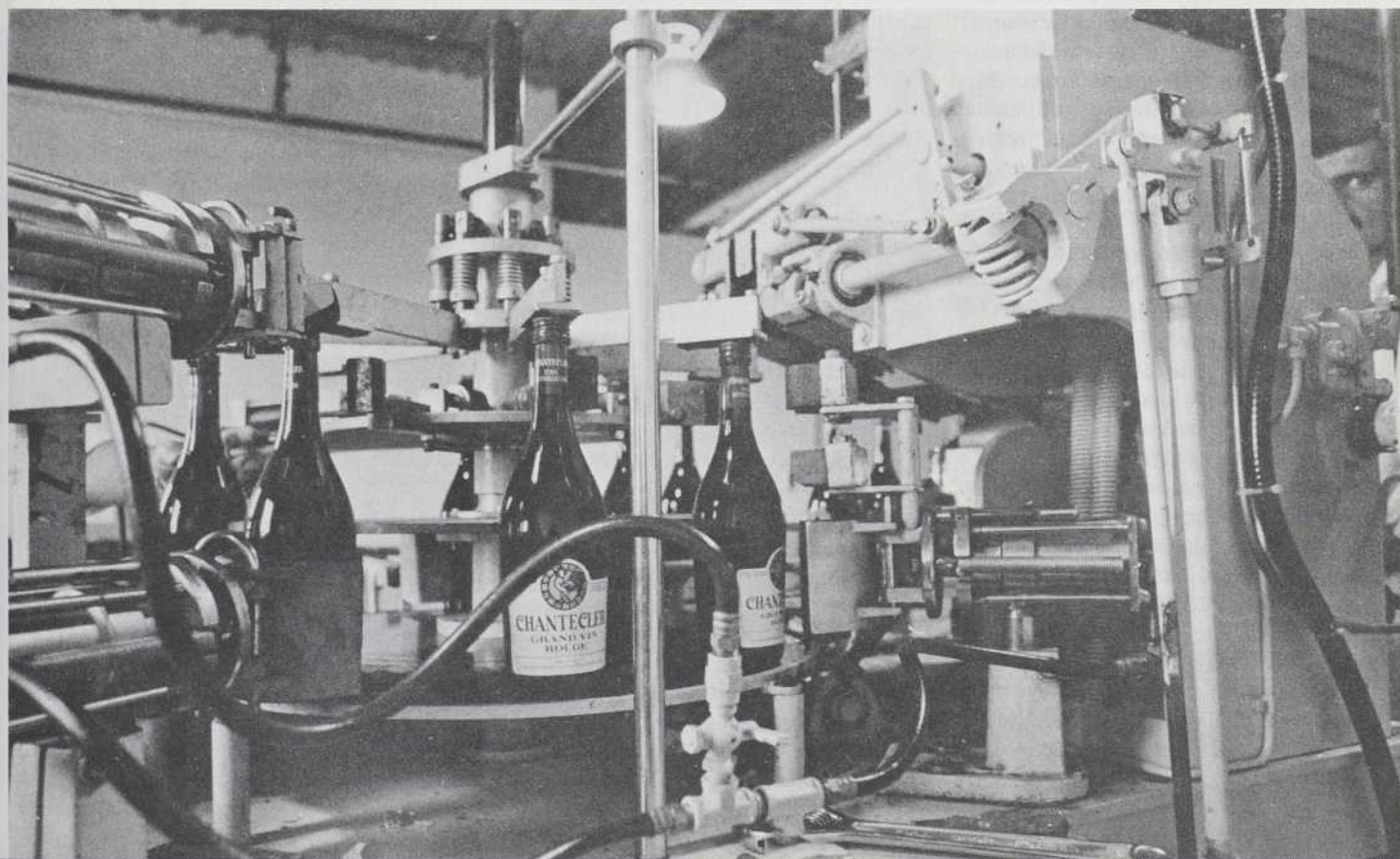
l'on mélange dès réception à de l'eau déminéralisée, pour reconstituer le moût initial. On laisse ensuite fermenter sous l'effet d'une levure (un mois environ), puis «vieillir» (un autre mois). Reste à filtrer et à mettre en bouteilles. M. Berthelot précise toutefois qu'on prend soin de couper ce vin fermenté au Québec d'une proportion maximale de 20% de vin importé. Ceci dans le but de «faire un vin qui ressemble le plus possible aux vins français, afin de les concurrencer». Et de pallier aux inconvénients d'une fermentation un peu déséquilibrée: dans le moût reconstitué, certaines des vitamines, ou autres principes chimiques du jus de raisin frais, ont été détruites.

Telle quelle, l'usine a une capacité de production de 500 000 gallons par année. Il faudrait pourtant, pour atteindre ce chiffre, embaucher une dizaine d'employés supplémentaires, et ... pouvoir compter sur ce volume de commandes de

la Société des alcools du Québec, puisque la loi en fait le client unique d'une entreprise comme celle de Saint-Augustin.

Avec les dix employés actuels, la production devrait, au terme des neuf mois d'exercice de 1973, atteindre 100 000 gallons: une journée normale signifie pour l'instant le remplissage de 12 000 flacons de 26 onces.

Cette nouvelle industrie, qui vise ouvertement à entamer le quasi-monopole des vins français au Québec et en Amérique du Nord, n'en est pas moins à capitaux 50% français (par l'entremise de la Compagnie Dubonnet-Cinzano), et son directeur a de qui tenir, puisqu'il est diplômé de l'Institut d'Oenologie de l'Université de Bordeaux. Ceci ne l'empêche pas de nous promettre pour bientôt du sherry et du porto. Et dans l'immédiat, avant Noël en tout cas, «un petit rosé pétillant». Pourquoi pas? Après tout, on fait bien de la vodka «russe» à Toronto... ●



# le thermostat de la terre

Moteur essentiel des mécanismes thermiques à l'échelle du globe, la calotte glaciaire arctique résulte d'un très fragile équilibre. Alors que la mise en valeur du Grand Nord est devenue une priorité canadienne définie notamment par le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie, il n'est pas sans intérêt de savoir que l'éventration d'un seul super-pétrolier dans ces parages bouleverserait complètement le climat de la planète entière.

par Jean-Marc Fleury

La glace qui recouvre le pôle Nord empêche notre planète d'accumuler la chaleur reçue du Soleil. C'est le radiateur de notre vaisseau spatial, le thermostat de la Terre.

Quatre fois grande comme le Québec, la calotte arctique chapeaute la Terre de façon permanente. En mai et juin, elle reçoit plus d'énergie du Soleil que toute autre région du globe. Mais la surface océanique gelée renvoie dans l'espace 80 pour cent de cette radiation. Continuellement, aussi, la calotte arctique réfléchit dans le vide spatial la chaleur que lui communiquent les masses d'air chaud venues de l'équateur.

La calotte polaire joue ainsi un rôle de premier plan dans la climatologie du globe. Si elle venait à disparaître, on croit que les continents de l'hémisphère nord se retrouveraient sous une couche de glace épaisse de plusieurs kilomètres.

Or, l'extraction éventuelle du pétrole dans l'Arctique créerait les conditions propices à l'élimination de la glace polaire. Advenant son noircissement par le pétrole, la banquise ne pourrait plus réfléchir la chaleur. Le thermostat de la Terre serait hors d'usage.

## UN COUVRE-CHEF AJUSTABLE

Même à la fin de l'été, parsemée de flaques d'eau, la calotte arctique s'étend sur 6 millions de kilomètres carrés. Vers la

fin de l'hiver, l'immense glaçon de 3 à 4 mètres d'épaisseur recouvre alors 8 millions de kilomètres carrés, soit 80 pour cent de l'océan Arctique.

Le pôle Sud possède aussi sa banquise flottante, avec des expansions et des contractions plus spectaculaires encore. L'hiver, la couche de glace entourant le continent Antarctique est une fois et demie plus grande que la calotte nordique. L'été venu, il n'en reste plus que 15 pour cent. Cette élasticité fait des surfaces océaniques gelées les plus importantes structures géophysiques variables de la planète.

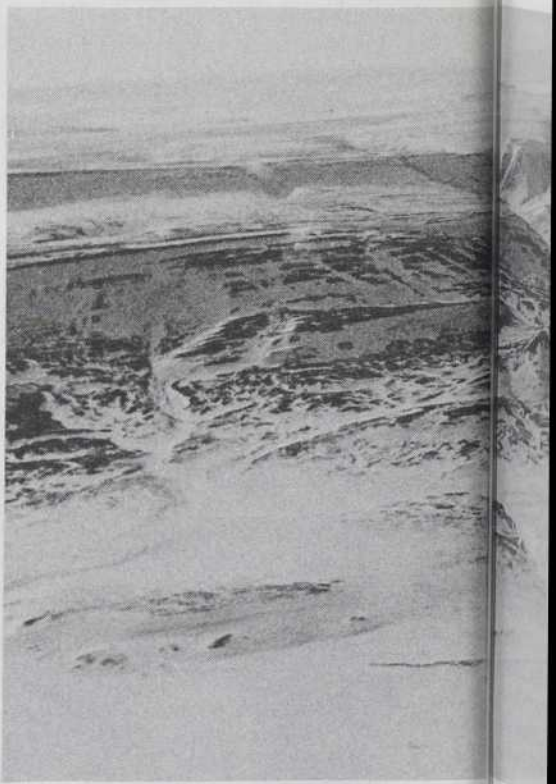
La glace de l'océan Antarctique remplit elle aussi un rôle climatologique important, mais les 2 000 à 4 000 mètres de glace qui recouvrent le continent austral lui volent la vedette. A lui seul, l'immense glacier du pôle Sud représente une structure comparable à la banquise flottante du pôle Nord.

Bien qu'on ne connaisse pas encore les conséquences climatiques précises d'une éventuelle disparition de l'anneau de glace flottante de l'Antarctique, le déséquilibre introduit serait amorti par l'effet stabilisateur de la glace continentale voisine. Quant à cette dernière, il faudrait un changement vraiment radical du climat pour l'éliminer.

La calotte boréale est quant à elle beaucoup plus fragile. Elle ne doit sa survivance qu'au maintien constant d'un équilibre délicat. Et, contrairement à son

homologue du sud, une modification mineure de son bilan thermique pourrait provoquer sa perte. Les effets climatiques de sa disparition pourraient être catastrophiques pour tout l'hémisphère nord.

Les deux calottes polaires agissent comme des puits de chaleur sans fond.



Elles attire  
basses lat  
lation glob  
trappes de  
l'équateur  
Au  
températu  
40 degrés  
mosphère  
vient s'eng  
sage arrar  
face gelée  
mosphère  
à 70 pour  
bles. Tout  
la banquise  
circulation  
un trop gr  
l'air du No  
Auss  
de l'eau ar  
leil, il y a  
tes de neig  
ment rares  
nuageuses  
ble, de 10  
année, con  
Ma  
dire le rôle  
re consist  
si elle n'é

Pendant l'  
vient se oc

Elles attirent les masses d'air chaud des basses latitudes et entretiennent la circulation globale de l'atmosphère. Sans ces trappes de chaleur, la température à l'équateur deviendrait intenable.

Au pôle Nord, pendant l'hiver, la température descend jusqu'à 30 et même 40 degrés centigrades sous zéro. L'atmosphère nordique se contracte et l'air vient s'engouffrer au pôle Nord. Ce brassage serait encore plus vigoureux si la surface gelée ne contribuait à réchauffer l'atmosphère nordique en y renvoyant de 60 à 70 pour cent des radiations solaires visibles. Tout en se maintenant très froide, la banquise ralentit donc légèrement la circulation géoatmosphérique en évitant un trop grand écart de température entre l'air du Nord et celui de l'équateur.

Aussi, puisqu'une très petite partie de l'eau arctique se trouve exposée au Soleil, il y a très peu d'évaporation. Les chutes de neige dans l'Arctique sont extrêmement rares. Et même durant les périodes nuageuses de l'été, la précipitation est faible, de 10 à 15 centimètres d'eau par année, comme dans un désert!

Mais la meilleure façon de comprendre le rôle climatique de la calotte glaciaire consiste à imaginer ce qu'il adviendrait si elle n'était plus là.

*Pendant l'hiver, la toundra arctique se recouvre de neige tandis que la calotte polaire vient se souder avec le continent. ▽*

## DES GLACIERS QUI NOUS RÉCHAUFFENT

Un océan Arctique libre de glace absorberait 90 pour cent de la radiation solaire estivale. Il y aurait donc plus de chaleur dans l'eau et moins dans l'air, d'où une atmosphère plus froide. Le brassage atmosphérique global se trouverait accru considérablement. Une évaporation plus importante alimenterait la couverture nuageuse. Pendant l'hiver, l'océan libérerait graduellement la chaleur accumulée durant l'été.

C'est-à-dire qu'au lieu de varier aux alentours de 35°C sous zéro, les températures de surface demeureraient légèrement au-dessus du point de congélation (0°C). Par conséquent, l'appel exercé sur les masses d'air des basses latitudes serait atténué, mais pas de façon importante. Un Arctique sans glace connaîtrait donc une circulation zonale légèrement moins constante et vigoureuse. De plus, une grande humidité persisterait toute l'année. Selon le climatologue Fletcher, d'importantes chutes de neige s'abattraient sur les régions côtières. L'accumulation de cette précipitation neigeuse alimenterait les glaciers qui reprendraient leur marche pour recou-

vrir les continents de l'hémisphère Nord. Les modifications climatiques seraient catastrophiques pour les régions habitées d'URSS, d'Europe et d'Amérique du Nord.

Paradoxalement, l'immense champ de glace arctique, dont les vents viennent souvent nous faire frissonner, surtout en avril, a donc pour véritable effet de réchauffer le Canada.

Mais comment se forme et se maintient la banquise arctique?

L'eau douce apportée par les grands fleuves sibériens (Ob, Lena et Iénisseï) contribue à former la couche océanique superficielle de faible salinité qui gèle plus facilement. Le fleuve Mackenzie (16 pour cent du débit fluvial d'eau douce du Canada) apporte aussi sa contribution. Par ailleurs, la banquise génère elle-même la majeure partie de l'eau douce dont elle a besoin, nous a expliqué le Dr Vowinckel, de l'université McGill.

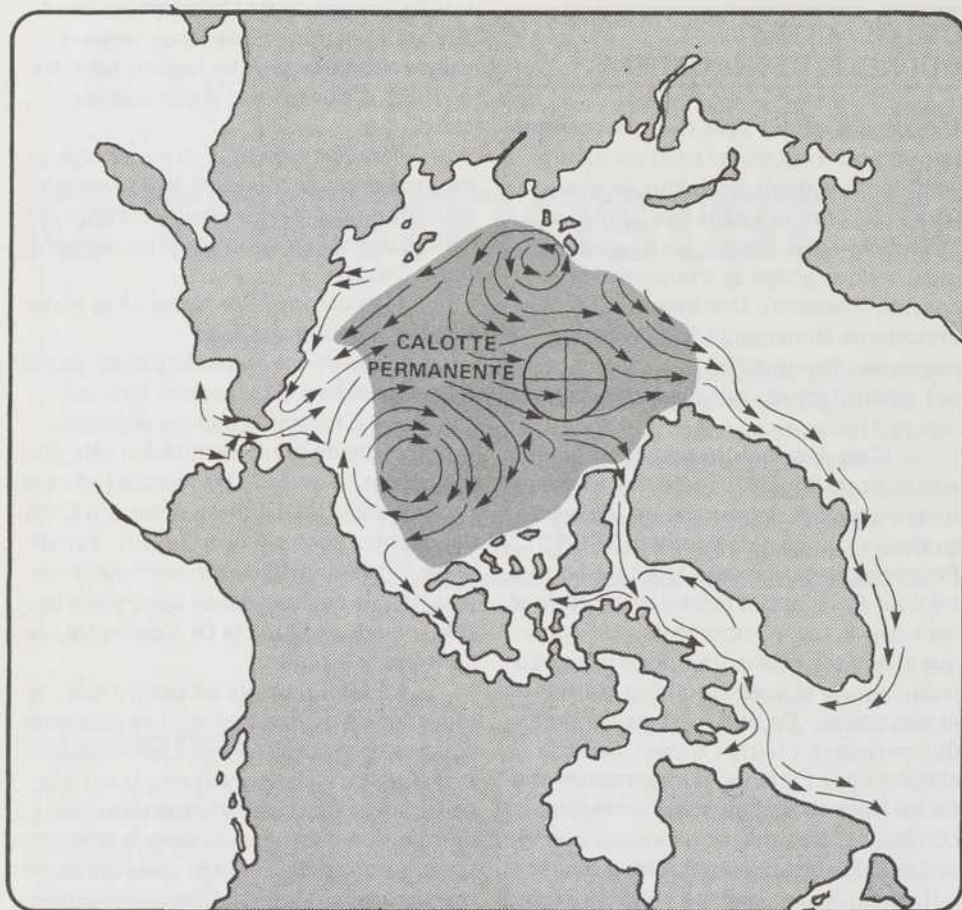
En effet, la glace arctique a une vie moyenne de quatre années. Les nouvelles couches de glace se forment par dessous. A mesure qu'elles migrent vers la surface, par ablation du dessus et croissance du dessous, le sel est expulsé dans la mer. Lorsque la couche de glace parvient au contact de l'air et des radiations solaires, elle finit par fondre. L'eau douce s'écoule ensuite le long des crevasses et des banquises. Pendant l'été, de 10 à 30 pour cent de la surface glacée est ainsi recouverte de flaques d'eau douce. La glace elle-même ne contenant presque pas de sel: certains ont proposé de remorquer des morceaux de banquise afin d'alimenter les villes côtières en eau potable!

## UNE COMPTABILITÉ SERRÉE

Une fois en place, la calotte polaire se maintient principalement en réfléchissant la chaleur reçue. Cet équilibre est extrêmement fragile. Si la calotte Arctique absorbait, sur toute une année, le seul surplus de chaleur équivalent au rayonnement reçu pendant huit de nos journées ensoleillées de l'été, elle fondrait complètement. Pour demeurer, elle doit tenir une comptabilité très serrée de ses entrées et sorties d'énergie.

Le diagramme simplifié du bilan thermique de l'océan glacial Arctique donne une idée de cet équilibre dynamique. La chaleur provient surtout des radiations visibles bien que la surface les réfléchisse à 60%. Du côté négatif, l'émission de rayons infrarouges occasionne la plus grande perte de chaleur. ➤





Un ordre de grandeur plus bas, l'évaporation estivale et la communication directe de chaleur à l'atmosphère (flux de chaleur sensible) constituent deux autres modes de déperdition d'énergie. L'arrivée des courants d'eau chaude, la sortie de courants d'eau froide et l'exportation de glace —10 pour cent de la banquise totale par année— contribuent à apporter le reste de chaleur.

Cette représentation intégrée sur toute l'année cache plusieurs mécanismes. Par exemple, les flaques d'eau obtenues à partir de la fusion superficielle de la glace pendant l'été constituent un important emmagasinage d'énergie. Pendant l'hiver, le bilan énergétique est nettement négatif; pendant l'été il devient positif. Il se peut qu'actuellement le délicat équilibre penche du côté négatif, puisque le climat terrestre s'est refroidi d'un demi-degré centigrade depuis 1940 et que la dimension de la calotte a augmenté un peu!

Le rôle central de la calotte Arctique a amené les météorologistes à étudier en détail ce qui pourrait entraîner sa fonte.

Maykut et Untersteiner, de la Rand Corporation, ont mis au point un modèle

mathématique de la calotte qui permet de prévoir à l'aide d'un ordinateur quelles sont les transformations capables de conduire à sa disparition.

De façon générale, ils concluent que l'absorption de 4 000 calories de plus par centimètre carré par année suffirait à faire disparaître toute la glace. En une chaude journée ensoleillée d'été, l'extrême sud du Canada reçoit environ 540 calories par centimètre carré!

Il reste à identifier les paramètres régissant les changements les plus importants, et quels sont ces changements, une fois que la calotte a retrouvé un nouvel état d'équilibre, ou bien qu'elle a disparu. La calotte pourrait-elle s'effacer complètement et se reformer l'hiver suivant? Certains croient que non, à cause de la grande quantité de chaleur alors absorbée par l'eau durant l'été.

### FAIRE FONDRE LE PÔLE NORD

Le bilan annuel de la calotte glaciaire montre que l'absorption des rayons visibles du Soleil constitue la plus importante source de chaleur. On s'attendrait donc à ce que la meilleure façon de faire fondre

la glace soit d'augmenter cette absorption. En pratique, ceci pourrait être réalisé en enlevant la couverture de neige. La glace transparente absorberait alors 2,5 kcal/cm<sup>2</sup> de plus par année. Mais, ce surplus de chaleur serait distribué uniformément à travers toute l'épaisseur de la banquise, ne contribuant qu'à augmenter légèrement sa température interne. La neige n'étant plus là pour fondre au printemps et former les flaques d'eau qui absorbent 90 pour cent de la radiation incidente, la surface demeurerait intacte. La simulation sur ordinateur d'une absorption accrue indique même une augmentation de l'épaisseur de la calotte polaire!

Par ailleurs, le manteau nival forme un excellent isolant thermique. En lui faisant dépasser l'épaisseur maximum normale de 40 centimètres, la glace garderait mieux sa chaleur. Par contre, à partir de 70 cm, les radiations visibles parviennent de plus en plus difficilement à la glace. La chaleur estivale ne parvient même plus à faire fondre toute la neige et ne peut s'attaquer à la glace. Son épaisseur croît alors rapidement. En fait, la seule façon d'amincir la glace, en passant par la neige, serait de l'enlever dès le début de l'été en lavant les banquises pour les exposer directement aux rayons du soleil. Mais cette approche est jugée irréalisable!

### TRANSVASER L'ARCTIQUE

Voyons maintenant ce que donnerait une augmentation du débit de chaleur fournie par les courants océaniques chauds. Ils apportent environ 2kcal/cm<sup>2</sup>/année. Pour faire disparaître la glace arctique on a calculé que cette source de chaleur devrait être multipliée par quatre. En 1963, le Soviétique Torpokov a proposé de barrer le détroit de Béring, entre l'Alaska et le plateau de l'Anadyr, et de pomper l'eau froide de l'océan Arctique dans le Pacifique, de l'autre côté du barrage. Ceci amorcerait une circulation permettant à plus d'eau chaude de l'Atlantique de venir réchauffer l'Arctique.

Une deuxième approche consisterait à recouvrir la mer de Norvège d'une mince pellicule chimique stoppant l'évaporation et par conséquent ralentissant le refroidissement de cette mer. Ainsi, les eaux atlantiques auraient de 3 à 4 degrés de plus en arrivant dans l'océan Arctique.

Mais ces deux voies sont impraticables. La première parce qu'elle est techniquement irréalisable, la seconde parce que l'eau plus chaude perdrait toute sa chaleur dans la zone périphérique nouvellement

libérée de glace; il faudrait étendre continuellement la pellicule chimique.

Une autre façon certaine d'amincir la calotte polaire serait de diminuer la quantité de chaleur perdue par évaporation pendant l'été. Ceci pourrait aussi être réalisé en répandant le même type de pellicule chimique sur les zones libres de glace de l'Arctique. Mais encore une fois, le modèle mathématique révèle que l'amincissement obtenu se limiterait à 25 cm.

Du côté modification de la couverture nuageuse maintenant: les progrès réalisés dans le contrôle du temps permettraient peut-être d'effacer une partie des nuages de l'Arctique. Ceux-ci remplissent un rôle de premier plan en déterminant la quantité de radiations de courtes et de grandes longueurs d'ondes qui atteignent la surface. Pourtant, l'ordinateur indique que l'albedo (rapport de la radiation réfléchie sur la radiation incidente) élevé de la surface réfléchirait la majeure partie du surplus de rayonnement. Un accroissement de 10 pour cent de la radiation visible incidente (7,5 kcal/cm<sup>2</sup>/année) ne communiquerait que 1,6 kcal/cm<sup>2</sup>/année de plus à la glace. Revenue à l'état d'équilibre, la glace n'aurait qu'un mètre de moins d'épaisseur. De même, un accroissement de 10 pour cent des radiations infrarouges donnerait une calotte de seulement 85 cm plus mince.

## LA GRANDE NOIRCEUR

Il ne reste plus qu'à modifier l'albedo de l'Arctique et cette dernière méthode s'avère précisément la plus efficace. Une toute petite réduction de la réflectivité (albedo) entraînerait une énorme augmentation de l'énergie absorbée à la surface. La dispersion d'une substance noire, de la poussière de charbon par exemple, suffirait à cette tâche. Une autre façon consisterait à semer un lichen des neiges à la grandeur de l'océan Arctique.

En pratique, une réduction d'albedo de 10 pour cent, maintenue du premier juin jusqu'aux premières chutes de neige, permettrait à la glace d'absorber 4 kcal/cm<sup>2</sup>/année de plus. La calotte glaciaire se verrait réduite à seulement un mètre d'épaisseur. Enfin, si l'albedo était réduit de 20 pour cent pendant tout l'été, la banquise s'évanouirait complètement à l'été de la troisième année!

Une fonte complète beaucoup plus rapide serait réalisée si le réducteur d'albedo bloquait aussi la forte émission de chaleur infrarouge par la glace.

Or, le pétrole brut rencontre ces

exigences. Selon Campbell et Martin, (*Science*, 9 avril 1973) un seul superpétrolier contient assez de pétrole, deux millions de barils ou 240 000 mètres cubes, pour noircir dix pour cent de la calotte polaire.

À cause du mouvement propre des glaces arctiques et du rythme très lent de la biodégradation du pétrole en eau froide, l'éventration d'un seul superpétrolier ou la rupture d'un pipeline sous-marin, en un endroit bien localisé, pourrait recouvrir de 240 km<sup>2</sup> à 800 000 kilomètres carrés, selon que la couche de pétrole aurait 1 cm ou 1,5 millimètre d'épaisseur.

En effet, plusieurs mécanismes favorisent la dispersion du pétrole dans l'Arctique et empêchent de le récupérer.

D'abord, il y a de 5 à 10 pour cent de l'océan Arctique qui est libre de glace. Ceci s'explique parce que, par exemple, tout le champ de glace qui recouvre la mer de Beaufort tourne dans le sens horaire, ouvrant et fermant d'immenses crevasse. L'huile serait comprimée et poussée d'une crevasse à l'autre. De plus, elle s'incorporerait aux rebords retroussés des banquises, à chaque collision. Comme le pétrole emprisonné dans ces monticules de glace favorise l'absorption des radiations solaires, ces glaçons sales fondraient

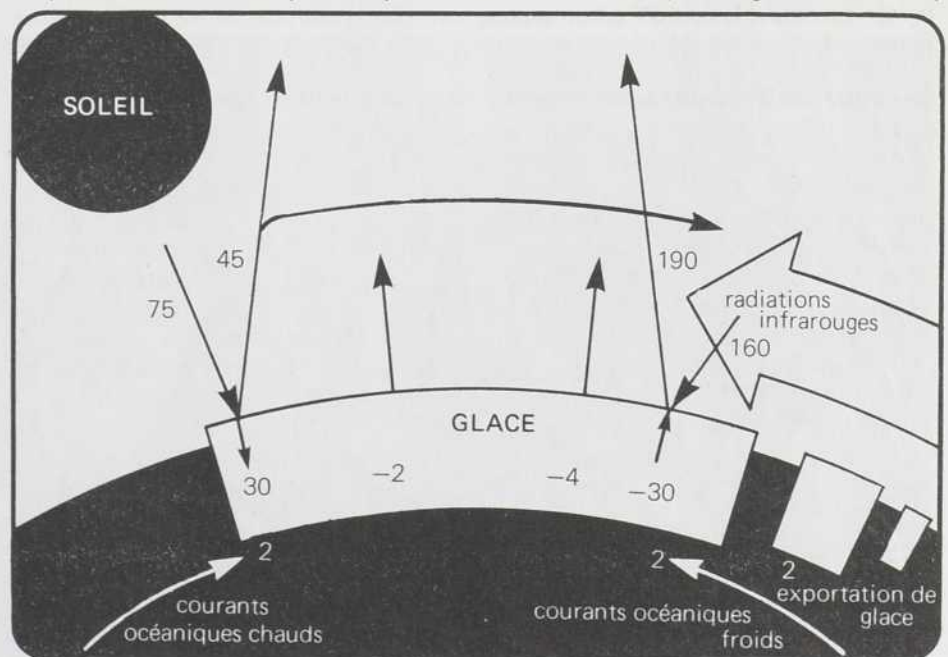
les premiers et laisseraient couler le pétrole sur le reste de la banquise.

De plus, l'accident du *Arrow*, survenu le 4 février 1970 au large de la baie de Chedabucto, en Nouvelle-Écosse, dramatise un processus encore plus efficace de dispersion du pétrole. A cette occasion, environ 108 000 barils de *bunker C* ont eu le temps de s'échapper dans une eau dont la température variait entre 0 et 2 degrés C. Une émulsion «mousse de chocolat» très stable, contenant de 36 à 53 pour cent d'eau, a pris forme.

## DES BANANIERS EN SIBÉRIE

Dans les eaux arctiques, on s'attend à ce que la même mousse apparaisse. Et puisque les vents poussent les champs de glace sur 15 et même 40 km par jour, ceux-ci glisseraient sur une véritable mer de pétrole qui leur collerait au-dessous. La nouvelle couche de glace inférieure incorporerait le pétrole et le libérerait plus tard à la surface de la calotte, lorsque la glace se renouvelle. Quatre ans après l'accident, le pétrole aurait migré à la surface et comme les champs de glace ont fait un tour complet de la mer de Beaufort au bout de 7 à 10 ans, celle-ci serait complètement noircie.

**BILAN THERMIQUE DE L'OCÉAN GLACIAL ARCTIQUE**— *Ce modèle simplifié intègre sur toute l'année les entrées et sorties de chaleur dans la calotte polaire arctique. Les chiffres représentent des kilocalories par centimètre carré, mais sont surtout indiqués pour donner les ordres de grandeur; les scientifiques connaissent très bien les processus qualitativement, mais ils faudra attendre un an ou deux avant qu'ils s'entendent sur des valeurs quantitatives précises. Noter que l'exportation de glace représente une «importation» de chaleur pour le système de référence choisi, soit la glace elle-même.*





En exploitant l'or noir de l'Arctique, l'homme risque donc de provoquer la disparition du thermostat de la Terre.

Bien entendu, tout cela demeure à l'état de conjectures. C'est le lot de la météorologie. De même, bien que les partisans de l'élimination de la calotte aient suscité plus de réactions négatives que positives, ils n'ont pas encore abandonné.

Il est bien évident que l'Union soviétique, par exemple, retirerait d'énormes avantages advenant la disparition de la glace arctique, à condition toutefois d'éviter les conséquences climatiques désastreuses prévues par les savants américains. Le pays qui possède les plus longues côtes maritimes du monde pourrait alors en jouir pleinement. Nul doute que la puissance économique et militaire soviétique connaîtrait un énorme bond en avant. Voilà sans doute pourquoi l'URSS compte le plus grand nombre de spécialistes de l'océan Arctique et que les Américains les suivent à la trace.

Plus près de nous, le projet de la baie James permettra aux météorologues d'étudier la climatologie de l'océan Arctique sur une plus petite échelle.

Par exemple, si la baie d'Hudson ne se recouvrait plus de glace, le climat de l'Est du Canada et de Montréal changerait considérablement. L'augmentation de l'humidité, à cause de l'évaporation qui se poursuivrait pendant l'hiver, provoquerait l'accumulation d'une ceinture neigeuse sur les côtes est et ouest de la baie, jusqu'à 200 kilomètres à l'intérieur des terres. Chaque automne, pendant que l'air refroidit et avant que la glace ait recouvert cette mer intérieure, la baie d'Hudson exerce

déjà une influence de cet ordre. Elle doit absolument conserver sa couverture de glace hivernale, sans cela les hivers de l'Est seraient plus doux, mais beaucoup plus nuageux et neigeux.

L'éventualité de la disparition de la glace hudsonienne, à cause des barrages de la Société d'énergie de la baie James, tient au fait que ceux-ci retiendraient l'eau des crues printannières, laquelle eau coule normalement pendant tout l'été et l'automne. Il y aurait donc moins d'eaux de surface chaudes sur la baie à la veille de l'hiver. Mais le Dr Vowincker, spécialiste de ces questions, affirme que les barrages de la baie James ne pourront certainement pas éliminer la glace de la baie.

Par contre, les océanographes canadiens Robert Stewart et Lloyd Dickie ont déjà soutenu que le projet de la baie James refroidirait le climat de Montréal et d'Ottawa en retardant la débâcle des glaces, sur la baie d'Hudson.

Plusieurs études fédérales-provinciales sont en cours pour étudier l'impact climatologique des futurs barrages sur la Rivière La Grande: dans une dizaine d'années, on saura qui avait raison, des alarmistes ou des optimistes.

A plus petite échelle, l'homme aura aussi un avant-goût de ce qui pourrait survenir si l'on touchait à la calotte arctique. ●

# ENVIRONNEMENT

La calotte glaciaire arctique permanente s'étend sur 6 millions de kilomètres carrés. ▽



## prévoir l'été d'après

L'Organisation météorologique mondiale (OMM) a cent ans. Fondée à Vienne en 1873, elle s'intégrait en 1951 dans le système des Nations Unies et groupe actuellement 136 États membres.

C'est pour célébrer cet anniversaire que le *Courrier de l'Unesco* vient de publier un numéro spécial faisant le point sur la science du temps.

Véritable chef-d'œuvre de vulgarisation scientifique (il comporte même huit pages réservées aux enfants) ce numéro réunit les signatures des plus prestigieuses de la météorologie, et aborde maints aspects de cette science toute jeune malgré ses cent ans d'âge: elle a dû en effet attendre les ordinateurs ultra-rapides et les satellites artificiels pour devenir réellement opérationnelle.

# comment affamer un ouragan

Une grande partie de l'énergie requise pour développer et alimenter un ouragan provient de l'évaporation à la surface de l'océan. L'orage tropical libère par condensation la chaleur latente absorbée pendant l'évaporation.

Un modèle mathématique d'ouragan confirme ce transfert d'énergie. Par exemple, si on élimine l'énergie apportée par évaporation, un «ouragan mathématique» qui aurait dû souffler à 50 mètres par seconde bâtit des vents maximums de 8 mètres par seconde.

Par ailleurs, des expériences effectuées sur des lacs et des réservoirs ont déjà réduit l'évaporation de 50 à 60 pour cent en répandant sur l'eau des pellicules chimiques de quelques molécules d'épaisseur. On n'avait plus qu'à étendre ces couches monomoléculaires sur l'océan pour voir si l'évaporation serait diminuée, et la puissance d'un ouragan éventuel considérablement réduite.

Des essais effectués en juin 1972 par la National Oceanic and Atmospheric Administration des États-Unis ont démontré la validité de cette approche. Pendant

trois jours, un navire de la NOAA a répandu une mince pellicule d'alcool oléique, d'acide linoléique, d'alcool polyvinylique et de dérivés d'acétate polyvinylique sur la mer, à 25 km au large de Miami. Régulièrement, un avion équipé d'un laser a mesuré la hauteur des vagues. On a alors constaté une diminution de 46 pour cent du contenu énergétique de la surface re-

couverte par la pellicule. La couche monomoléculaire a presque complètement supprimé les vagues d'énergie comprises entre les fréquences de 0,3 à 0,6 Hertz.

Ainsi, en plus de s'interposer au transfert d'énergie de l'océan à l'ouragan, la couche chimique biodégradable élimine les vagues courtes qui pourraient la fragmenter. ●



△ L'ouragan «Ava»

Les vagues de l'avant-plan proviennent du navire d'où la photo a été prise. Elles vont se briser contre l'immense tache formée par la couche mono-moléculaire. Au-delà de la pellicule, la mer retrouve son apparence agitée. ▽



## évo temps après demain

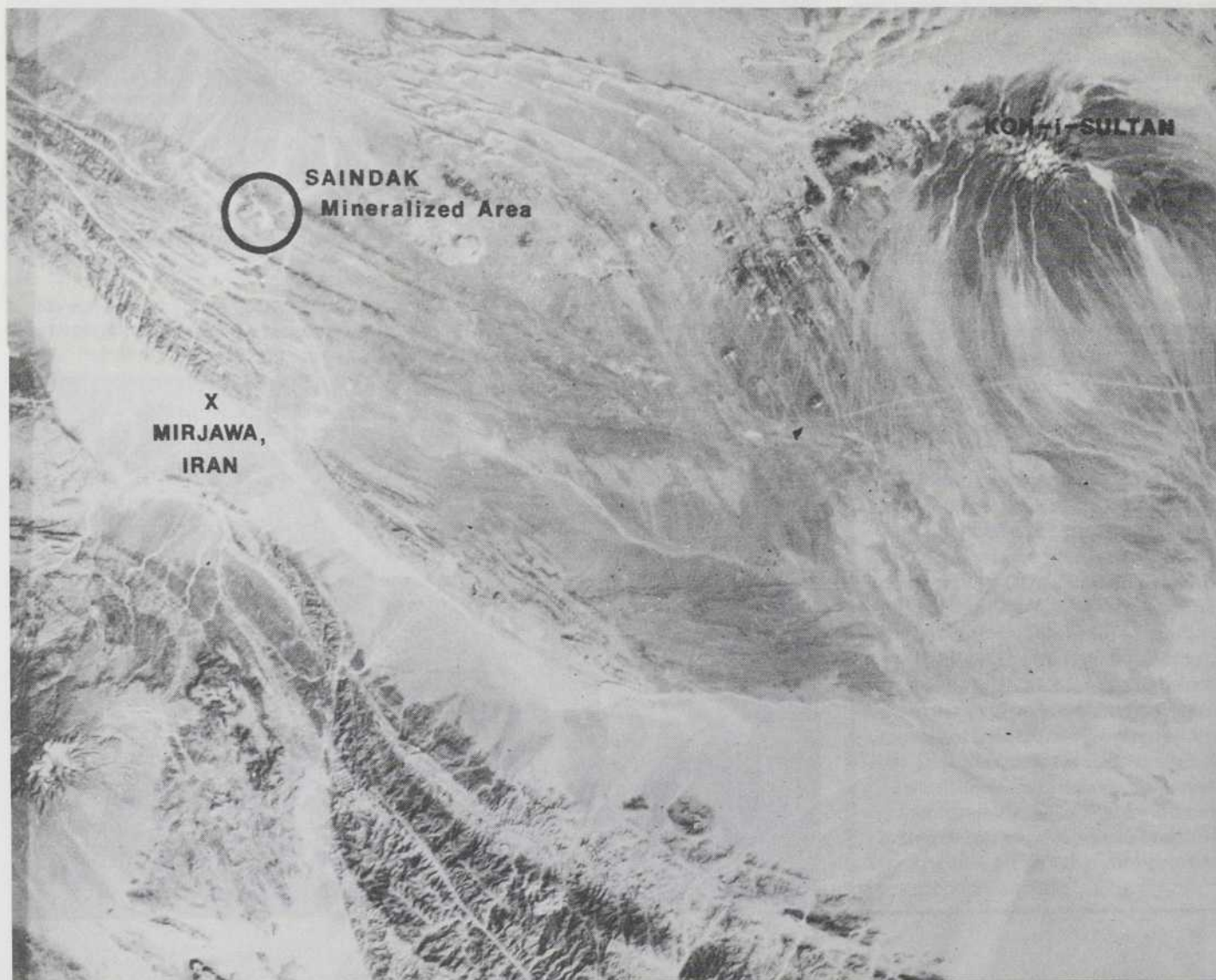
Et ce n'est qu'un début: la prévision et le contrôle du temps permettront peut-être de venir à bout de nombreux fléaux qui s'acharnent sur les pays sous-développés (qu'on songe à la sécheresse en Afrique ou aux cyclones ravageant périodiquement le Bangladesh).

Tout ou presque reste à faire, mais les scientifiques et les techniciens de la météo ont désormais en mains les instruments décisifs. Le moindre de ceux-ci n'est pas le cadre mondial offert par l'Organisation des Nations Unies: nulle autre discipline n'a en effet autant besoin, pour s'épanouir, d'une intense collaboration internationale, car il est bien évident que les phénomènes atmosphériques ignorent nos frontières. ●



△ Le satellite ERTS a photographié ces feux de forêts dans le centre de l'Alaska, en bas à gauche. On distingue aussi les grandes sections de forêt incendiées. Les rivières sont noires, la végétation grise et les nuages blancs.

Les géologues utilisent déjà les photos prises par satellites pour découvrir les gisements métallifères. ERTS a repéré d'autres formations rocheuses analogues à celles du gisement de cuivre de Saindak, au Pakistan. ▽



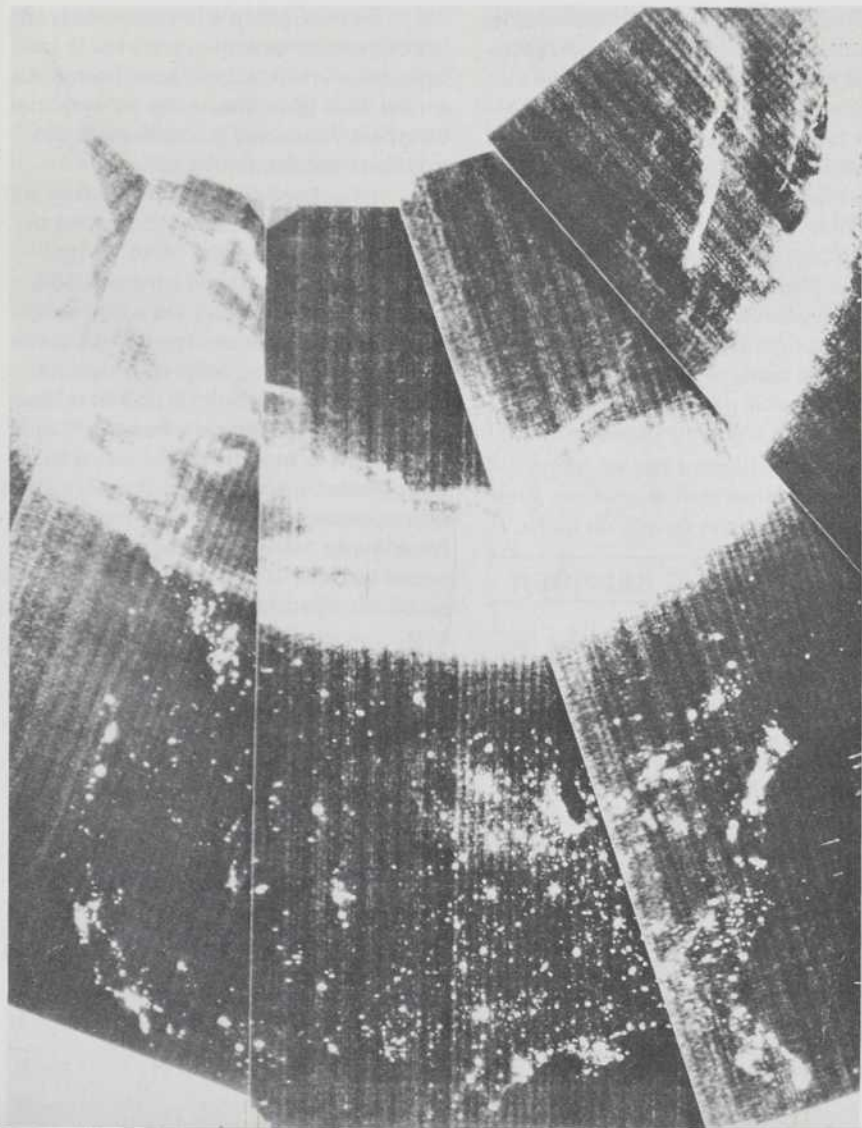
Depuis  
layé l'im  
Lune, no  
passagers  
à Terre.  
découver  
mettait d  
con glob  
Le  
NASA, le  
ces yeux  
850 kilom  
Un satell  
aurores  
villes car

# le photographe spatial

Depuis que les astronautes nous ont relayé l'image de la Terre à partir de la Lune, nous savons que nous sommes tous passagers d'un vaisseau spatial appelé «Terre». En même temps, nous avons découvert que le point de vue spatial permettait de redécouvrir la Terre d'une façon globale.

Le satellite ERTS, lancé par la NASA, le 23 juillet 1972, constitue un de ces yeux permanents qui nous observent à 850 kilomètres d'altitude.

*Un satellite météorologique de l'aviation militaire américaine a capté cette image des aurores boréales traversant tout le Canada. On distingue très bien les lumières des villes canadiennes et américaines. ▽*



ERTS tourne autour de la Terre en passant par les pôles, mais son orbite est synchronisée avec le Soleil. De cette façon, l'anneau imaginaire de l'orbite semble attaché au Soleil, dans son déplacement journalier de l'est vers l'ouest. La durée de l'orbite est tout juste supérieure à 103 minutes. Chaque jour ERTS survole trois fois le Canada. Par contre, les régions survolées sont très éloignées les unes des autres. Il faut au satellite 18 jours

pour couvrir tout le Canada et toute la Terre.

Grâce à une entente entre la NASA et le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, une ancienne station radar située à quelques kilomètres de Prince Albert, en Saskatchewan, a été convertie en station de réception. Elle permet aux experts canadiens de recevoir directement toutes les photos prises du Canada, sauf celles de l'extrême Arctique et de la partie la plus à l'est des provinces maritimes.

L'équipement de télédétection du satellite d'étude des ressources terrestres balaie une bande de 185 kilomètres de largeur. Trois «Return Beam Vidicon», qui sont essentiellement des caméras de télévision à très haute résolution, photographient la surface terrestre, l'un dans la partie bleu-vert du spectre, l'autre dans le rouge et le troisième dans l'infrarouge proche. Les images de ces caméras sont transmises au sol, séparément, chacune dans leur gamme de fréquences. Elles sont ensuite superposées pour donner une image couleur toutes les 25 secondes. Un autre appareil, appelé balayeur multispectral, peut détecter dans quatre gammes spectrales, dont deux dans l'infrarouge.

Parmi les renseignements prioritaires demandés au satellite se trouvent tous ceux concernant la couverture forestière, la nature et l'état des espèces forestières, les infestations par les moustiques et les champignons, et les feux de forêts.

Des photographies infrarouges à très petite échelle de la région entourant une usine de traitement du minerai de fer, dans le nord de l'Ontario, ont clairement indiqué quatre zones de végétation endommagées par le bioxyde de soufre des cheminées.

L'état de santé de l'océan peut être vérifié en observant sa couleur. Plus il est verdâtre, plus sa productivité est grande. Les déversements volontaires des pétroliers peuvent aussi être détectés. Le mouvement des champs de glace et des icebergs fait l'objet d'une surveillance instantanée et de nouveaux gisements de minerais et des zones sensibles aux tremblements de terre ont été découverts. ●

# des forêts tout usage

Si l'on veut éviter de devoir choisir entre la pénurie de pâte à papier et l'asphyxie, il faut introduire un aménagement rationnel des forêts en tenant compte de leurs multiples rôles dans la biosphère.

par Stevo Popovich

La conception des forêts a considérablement changé. Ainsi, d'«association de plantes qui occupe une surface étendue de terrain et est composée, d'une manière prédominante, d'arbres et de végétations arborescentes», comme on la définissait il y a presque trente ans, elle est devenue «un écosystème relié à un cycle complexe d'énergie dans lequel sont engagés le peuplement d'arbres et les autres étages de la végétation, l'atmosphère, le sol et aussi la multitude de plantes et d'animaux qui y vivent».

## DES PHILOSOPHIES CONTRADICTOIRES

Bien que cette idée ait pris une place assez importante en foresterie, elle n'a pas profondément pénétré dans la pratique et dans la recherche forestière. De plus, les interprétations de l'idée écosystémique des forêts ont été souvent très différentes et même diamétralement opposées.

Il existe plusieurs tendances à propos de la croissance économique et du développement des ressources: certains, à cause de la surpopulation et de la dégradation de l'environnement, prônent l'arrêt de la croissance économique et démographique à l'échelle du monde entier. D'autres, adversaires de la «croissance zéro», voient dans la croissance économique la condition *sine qua non* du développement et du progrès de l'humanité. Et les écologistes réclament quant à eux la gestion rationnelle des ressources.

Que viennent faire nos belles forêts dans tout ce débat dira-t-on? Leur valeur, tant économique qu'écologique et récréa-

tive font qu'elles n'échappent évidemment pas à ces philosophies contradictoires, et il apparaît nécessaire d'élever d'emblée le débat au niveau de la biosphère.

Dans l'ensemble de la biosphère, les forêts assument en effet une importance exceptionnelle; elles couvrent entre 40 et 50 millions de km<sup>2</sup>, c'est-à-dire de 27 à 39% de toute la surface des terres fermes du globe. Et comptent pour 82% dans le «capital» végétal (phytomasse) total des continents.

La production annuelle de cette phytomasse (dont le chaînon élémentaire est le processus de la photosynthèse) s'évalue approximativement à 115 milliards de tonnes de matières organiques, dont une bonne moitié par les forêts. De même, la quantité d'énergie photosynthétique reçue annuellement par les forêts mondiales est supérieure à celle des aires non boisées des terres fermes du globe.

## DES FORÊTS POUR RESPIRER

L'énergie pénètre dans l'écosystème forestier sous forme d'énergie solaire. Celle-ci est utilisée par les végétaux et les micro-organismes qui, par l'entremise de diverses réactions biochimiques, la transforment en substances organiques. Ce fait constitue la phase la plus importante du cycle *énergé-biotique* de l'écosystème.

Ce cycle a son «input» (l'énergie solaire, les éléments minéraux de la roche-mère, l'atmosphère, l'eau du sol), et son «output»: dans l'atmosphère (chaleur, oxygène, gaz carbonique), dans la lithosphère (humus, minéraux, roches sédimen-

taires), et dans l'hydrosphère (substances solubles des eaux du sol, des lacs, etc...). Le cycle énergo-biotique de l'écosystème forestier ne fonctionne donc pas en circuit fermé.

De plus, comme la vitesse de fonctionnement de ce cycle varie avec la latitude, le volume total et l'accroissement annuel de la phytomasse des écosystèmes forestiers diminuent graduellement des tropiques vers les cercles polaires.

Le volume total des principaux écosystèmes est évalué par les moyennes de la phytomasse: toundra 28 tonnes par hectare; forêt boréale de conifères 150 t/ha; forêt des conifères des zones tempérées 300 t/ha; forêt des feuillus des zones tempérées 400 t/ha; forêt subtropicale 450 t/ha et forêt tropicale 650 t/ha. La production annuelle varie quant à elle de 2 t/ha dans la toundra à 26-29 t/ha dans les forêts subtropicales et tropicales. Dans notre contexte, signalons qu'on évalue la phytomasse totale d'un peuplement de sapins baumier (*Abies balsamea*, Mill.) âgé de 43 ans (Nouveau-Brunswick) à 137 t/ha.

Dans la végétation globale du monde, les forêts exercent un rôle dominant sur le contrôle des composants atmosphériques. Pour tout dire, elles nous évitent l'asphyxie.

La quantité d'oxygène émise dans l'atmosphère à la suite de la photosynthèse dans les forêts des zones tempérées est évaluée à 2 000 kg par hectare et par année. Ce chiffre est comparable à celui des cultures agricoles (1 200 - 2 000 kg/ha) et bien supérieur à celui des prairies (280 kg/ha) et des déserts (30 kg/ha).



◁ La coupe à blanc, un désastre écologique.

Quant au carbone atmosphérique, la capacité des forêts à le fixer (3 - 10 grammes par jour et par mètre carré) est supérieure à celle des steppes, des prés, des terrains fluviaux et des zones non boisées. C'est donc en grande partie grâce aux forêts que la végétation dans son ensemble déverse annuellement 120 milliards de tonnes d'oxygène dans l'atmosphère, qu'elle «soulage» simultanément de 150 millions de tonnes de gaz carbonique.

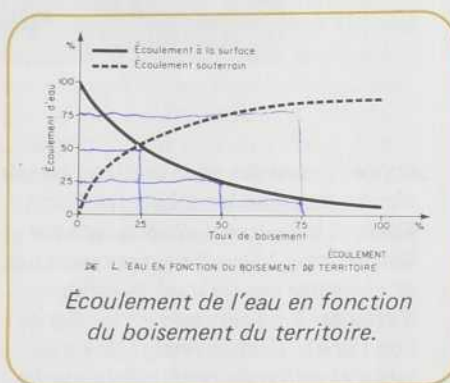
A ces cycles on doit ajouter celui de l'azote, où se trouve très étroitement impliqué le microcosme physique et biologique du sol. En ce qui concerne le gaz carbonique, on réalise l'importance déterminante de la végétation, donc en particulier des forêts, si l'on considère que la quantité entière de carbone de l'atmosphère participe à la photosynthèse une fois en dix ans. Ce fait est d'une valeur inestimable car la consommation d'oxygène et l'émission de gaz carbonique dans l'atmosphère sont en nette augmentation: la quantité de gaz carbonique s'est accrue de 10 - 15% depuis le début du siècle.

## REGRETTER L'ÉPOQUE D'«ASTÉRIX»

La fonction humigène des forêts est un autre aspect majeur de la place qu'elles occupent dans la biosphère. Les forêts ne rassemblent pas seulement l'énergie dans leurs corps ligneux et dans leurs produits très variés, mais aussi dans le sol où se fait l'accroissement des réserves en fertilité: on croit que le stock énergétique accumulé dans l'humus de la planète égale ou mé-

me excède celui de la partie aérienne des plantes. On entrevoit donc très facilement le rôle des forêts à cet égard, sachant qu'elles représentent, comme on l'a dit, 82% de la phytomasse globale des continents: en exploitant une forêt, on dilapide une énorme réserve d'énergie qui s'est constituée pendant des centaines d'années.

Or on considère que le taux de boisement a diminué d'approximativement 60 - 65% par rapport à la période préhistorique. «Les forêts précèdent les hommes, les déserts les suivent», écrivait Châteaubriand. Plus prosaïquement, les amateurs



de sous-bois regretteront l'heureuse époque d'«Astérix»...

La destruction des forêts, qui résulte très souvent de son exploitation abusive, a plusieurs effets sur l'environnement. Ainsi, le carbone lié à la biomasse des forêts passe dans l'atmosphère à l'état de gaz carbonique, et les cycles biotiques des autres éléments nécessaires à la vie des

plantes s'accroissent. Par exemple, la perte en azote causée par une coupe à blanc dans une forêt de feuillus aux U.S.A. atteint entre 56 et 112 kilogrammes à l'hectare pour une durée de 3 à 7 ans, à condition qu'ait lieu dans cette période la reconstitution de la végétation. Dans le cas contraire, les pertes en azote sont beaucoup plus élevées encore et conséquemment les risques de détérioration du sol, et d'eutrophisation en aval, sont augmentés. La disparition des forêts provoque aussi la minéralisation des litières forestières qui, auparavant, retenaient des quantités énormes de matières organiques, d'énergie et d'éléments chimiques. Cette minéralisation entraîne une baisse de fertilité. En outre, après la coupe, l'eau incorporée dans la biomasse est remise en circulation, et l'écoulement de l'eau à la surface des terres non boisées est multiplié par trois ou par quatre. Ceci est en général accompagné d'un délavage intensif des particules fines du sol (*melcozem*) d'où une érosion de plus en plus grave.

La disparition des forêts des zones précédemment boisées a encore d'autres conséquences. Ainsi le débit des rivières de ces zones est en nette diminution: il est aussi moins constant au long de l'année. C'est pourquoi, dans les zones non boisées, les inondations printanières sont beaucoup plus fréquentes et l'envasement des rivières plus marqué. L'exemple typique au Québec est celui des rivières Châteauguay et Chaudière.

## UN CRUEL DILEMME

Ce n'est pas tout: l'exploitation abusive des forêts entraîne la disparition de presque toute la faune des écosystèmes forestiers et spécialement de ses habitants

▷ autochtones comme les diverses espèces d'oiseaux, de gibiers, d'insectes, etc... La faune nuisible des cultures agricoles, en se reproduisant sans obstacle, dévore alors une partie plus importante des récoltes. (Les destructions imputables à cette faune nuisible s'évaluent à environ un cinquième de la récolte globale de la planète.)

En considérant le rôle des forêts dans la biosphère, l'homme contemporain se trouve devant un dilemme: d'un côté, promouvoir et même accélérer le développement de l'industrie, du transport, de l'agriculture, ce qui ne peut pas se faire sans s'attaquer aux forêts. D'un autre côté, arrêter délibérément toute ingérence dans les forêts en les rendant aux lois de la nature. Bien que les forêts soient des écosystèmes à rythme très lent de production, et que ces écosystèmes soient les plus complexes que la nature ait construits pendant des millénaires, leur rôle ne doit pas se résumer à la conservation du sol, du climat, des eaux et des ressources récréatives, car l'homme a et aura toujours besoin des produits forestiers. Selon un document de la FAO (1969), le taux de la consommation mondiale du bois de sciage dépassera de 40% en 1985 le niveau de 1962. Pendant la même période la consommation des panneaux provenant du bois s'accroîtra de 260%, et celle de la pâte à papier de plus de 240%.

Évidemment, les disponibilités sont étroitement reliées à la productivité biologique des forêts, c'est-à-dire à la capacité d'augmenter leur potentiel productif.

Pour ces raisons, la première option (économique) est plus plausible que la deuxième (naturaliste). Néanmoins, on peut concilier les deux en adoptant l'idée écosystémique, qui s'appuie sur l'utilisation multiple des forêts. Cela veut dire que, tout en se basant sur leur rôle dans la biosphère, il ne faut pas négliger et sous-estimer la production économique et les utilités sociales des forêts.

L'option écosystémique est, en particulier, réalisable dans les pays riches en forêts, comme le Québec: nous avons besoin de nos forêts non seulement en tant que sources de matières premières, régulateurs de l'approvisionnement en eau des rivières et protecteurs d'érosion, mais également en tant qu'éléments essentiels au maintien de la qualité de l'environnement esthétique et physique.

### ACCÉLÉRER LES CYCLES NATURELS

Cela ne veut pas dire qu'il faille conserver

# il faut cultiver

## MÉNAGER LA CHÈVRE ET LE CHOU

Travaillant au Centre de recherches forestières des Laurentides, près de Québec, Monsieur Stevo Popovich se fait, dans l'article ci-contre, l'apôtre d'une «conception écosystémique des forêts», et conclut à «l'urgent besoin d'une politique forestière qui tienne compte de l'utilisation multiple des forêts». Au cours d'une interview qu'il accordait par ailleurs à QUÉBEC SCIENCE, nous lui avons demandé de définir plus concrètement les modalités d'une telle «politique biosphérique» appliquée au Québec: véritable royaume de la forêt, notre pays aurait de bonnes raisons de

Le cas de la Jacques-Cartier est, selon M. Popovich, d'une importance capitale, car il établit *sur le même dans notre société basée sur le profit et avec nos institutions actuelles, une gestion équilibrée des ressources est réalisable. A condition bien entendu que le public demeure vigilant et se dote d'organismes adéquats, genre comités de citoyens ou autres, pour contrebalancer les pressions économiques.*



donner l'exemple en la matière; on sait d'autre part que les débats (aéroport Mirabel, baie James, rivière Jacques-Cartier, parc Viau...) ne manquent pas de virulence dès qu'il est question d'attenter à nos espaces verts. Est-ce bon signe? *Certainement! On a vu avec l'abandon du projet de harnachement de la Jacques-Cartier de quel poids pèse l'opinion publique dans ces débats: en l'occurrence, que le recul de l'Hydro-Québec ait été ou non une bonne chose (je n'ai pas suffisamment étudié la question pour me prononcer), nous avons eu la preuve que les citoyens peuvent se faire efficacement entendre.*

L'optimisme est donc de rigueur. Mais pour revenir à l'«utilisation multiple des forêts», on peut se demander si ce n'est pas ménager la chèvre et le chou. *Pas du tout* —réplique M. Popovich— *car il existe un état optimum: une forêt jeune et en bonne santé produit simultanément le maximum de matière ligneuse (de bois) et le maximum d'oxygène. Il n'y a pas opposition entre ces deux rôles. Cela suppose une véritable mise en culture des forêts, donc qu'on en finisse avec le pillage systématique et à courte vue qui prévaut actuellement. L'homme a compris depuis longtemps qu'il était beau-*

# Ter les forêts

*coup plus rentable d'élever des animaux de boucherie que de se nourrir de la chasse. Eh bien c'est la même chose avec les arbres dont nous avons énormément besoin.*

## DES BESOINS FANTASTIQUES

La prévision des besoins, en bois et dérivés du bois, conduit en effet à des chiffres assez fantastiques et montre que *la technologie est encore bien loin de permettre à un coût acceptable la fabrication de succédanés du bois. On se chauffe même toujours au bois dans plusieurs pays européens. Aujourd'hui plus que jamais les produits de la forêt sont indispensables à l'homme. Il s'agit donc de prendre soin de cette ressource, en comprenant bien qu'elle ne se prête pas à une industrie spécifique — contrairement à une mine de cuivre par exemple — et que renouvelable, elle n'en est pas pour autant inépuisable.*

*Or les coupes à blanc — pratique malheureusement courante — constituent le plus souvent un absurde gaspillage: à la base d'une politique des forêts, il y a l'interdiction (sauf cas exceptionnel) des coupes à blanc.*

Quant au fait qu'une forêt « cultivée » soit supérieure en tous points à une forêt abandonnée aux lois naturelles, M. Popovich cite le travail d'ores et déjà accompli dans la zone expropriée de l'aéroport de Sainte-Scholastique par les aménagistes forestiers: *les résultats sont tout simplement magnifiques: des forêts auparavant hirsutes, marécageuses, malsaines ont cédé la place à de très beaux ensembles où vous pouvez vous promener, pique-niquer, installer des bancs, circuler à cheval...*

## TUER LA POULE AUX OEUF D'OR

Autrement dit, une forêt cultivée, outre qu'elle produit davantage de bois, et aussi d'oxygène, qu'une forêt sauvage, s'avère également plus intéressante

du point de vue récréatif; bref, elle réunit tous les avantages. C'est donc dans cette direction que doit être consenti l'effort maximum de la part des chercheurs, car *l'aménagement des forêts a jusqu'à présent été passablement négligé au profit de l'entomologie, de la botanique, des maladies des arbres, etc...*

M. Popovich admet ainsi que la science forestière n'est, dans son état actuel, pas capable de rencontrer l'objectif d'une mise en culture intégrale: c'est à peine si l'on commence à mettre au point, par exemple, des fertilisants artificiels adaptés au milieu sylvestre. Mais on en sait suffisamment en tout cas pour regarder la « domestication » des forêts comme un but à atteindre.

*Naturellement, tout dépend du type de forêt auquel on a affaire, et surtout de sa localisation: à Montréal, ville qui malheureusement se distingue par un taux dramatiquement réduit en espaces verts, l'abattage d'un seul arbre confine au crime. D'une façon générale, les surfaces boisées proches des agglomérations doivent être jalousement préservées — ce qui ne veut pas dire abandonnées car tout doit être mis en œuvre au contraire pour améliorer leur efficacité climatique, atmosphérique, récréative et esthétique. Un traitement différent doit sans doute être réservé aux forêts des régions inhabitées.*

Doit-on en déduire que les forêts de la baie James peuvent subir impunément une exploitation intensive? *Non — répond M. Popovich — car il s'agit d'un milieu fragile, et d'évolution fort lente, sur lequel on est très mal renseigné. Il faut donc là aussi intensifier les recherches, et, en attendant, agir avec beaucoup de prudence.*

*Prudence et souplesse doivent d'ailleurs être les maîtres-mots dans l'action de l'homme sur la forêt si l'on veut éviter de tuer la poule aux oeufs d'or.* ●

chaque forêt dans son état naturel. Lorsqu'une forêt est marécageuse, constituée d'espèces médiocres ou que sa structure est détériorée, il vaut mieux la reconstruire par des voies artificielles que de la laisser se dégrader davantage:

*Une forêt laissée à la merci des seules forces naturelles se réduit avec le temps en une formation végétale dominée par les plantes mûres et composée d'une ou de quelques espèces d'arbres. Tous ses processus vitaux sont en voie de ralentissement, pour finalement aboutir au dépérissement. C'est seulement après un temps indéterminé, qui peut durer quelques siècles, que se produira une nouvelle phase d'évolution, laquelle sera sans doute plus dynamique et plus diversifiée que la précédente. Par contre, si l'on veut que les forêts d'aujourd'hui contribuent d'une façon plus efficace à maintenir un environnement favorable à la vie humaine, il faut artificiellement accélérer les cycles de la nature. Cela veut dire qu'il faut donner un rythme plus rapide aux cycles de régénération avec des interventions continues sur des superficies opportunément distribuées, pour que la forêt soit maintenue dans un état jeune et vigoureux.*

Cet extrait d'une allocution prononcée par Patrone en 1972 devant l'Académie des sciences forestières d'Italie illustre bien l'urgent besoin d'une politique forestière qui tienne compte de l'utilisation multiple des forêts. Dans cette optique le choix d'aménagement des forêts n'est pas seulement conditionné par la station écologique, l'état de la forêt et son histoire, mais également par le facteur homme. Aussi faudrait-il dès maintenant établir les relations entre l'homme et la biosphère; on devrait en particulier définir les limites que l'homme, dans son empiètement, ne devrait pas franchir.

L'aménagement des forêts devrait donc être abordé dans un contexte très élargi. Il s'ensuit que la programmation et la planification de toutes les interventions de l'homme dans son milieu (aménagements de territoires, forêts, lacs, rivières; urbanisation, construction des nouvelles industries, routes, chemins de fer, aéroports, etc...), seraient élaborés au niveau de cette grande unité écosystémique qu'on peut aussi appeler *région biosphérique*.

Ainsi, dans les régions biosphériques à forte pression démographique et industrielle, où la pollution prend des proportions de plus en plus inquiétantes, l'emphase, dans les travaux forestiers, de-

Il devrait être mis sur les reboisements, la création d'espaces verts, autour et dans les villes, et de forêts d'oxygénation, la plantation de forêts brise-vent, l'embellissement des paysages, l'aménagement des carrières, la lutte contre l'érosion éolienne et pluviale, etc... Dans ces régions, le défrichement serait à proscrire.

Par contre, dans les régions biosphériques où la pollution n'existe pas, ou existe peu, les travaux d'aménagement forestier devraient carrément viser à une production accrue de bois. Ainsi, tout en coupant les forêts qui ont atteint leur maturité, d'une façon sélective et bien ordonnée dans le temps et dans l'espace, il faut

intensifier les travaux forestiers pour obtenir une régénération naturelle et artificielle accélérée, une amélioration des sites et des peuplements, du drainage, etc...

Autrement dit, pour éviter les catastrophes écologiques résultant des coupes abusives des forêts, il faut introduire un aménagement beaucoup plus rationnel, dont l'efficacité sur les plans économiques et écologiques ne pourra être obtenue sans des investissements accrus en capitaux humains et financiers.

En conséquence, le point de vue naturaliste, selon lequel la gestion des forêts devrait être abandonnée aux seules forces naturelles, ne saurait être accepté parce

que, même si leur superficie a considérablement diminué, les forêts peuvent être activement cultivées de façon à éviter les phénomènes de sénescence et de décadence inéluctables avec le cours naturel des choses. Il faut maintenir les forêts jeunes et vivantes, afin de régulariser les eaux et de purifier l'air au maximum. Les productions de bois et autres matériaux doivent être considérées comme des conséquences inhérentes. L'approche écosystémique des forêts doit se situer dans un ensemble et non se centrer sur un utopique retour à la nature. ●



*Plutôt que de les abandonner aux forces de la nature... Δ  
... garder les forêts jeunes et vivantes. ▽*





## RECHERCHE POUR LA SOCIÉTÉ

La Direction de la production et des marchés du ministère de l'Agriculture fait des recherches pour appuyer directement l'application des règlements en divers domaines, par exemple certification des cultures, indexage des produits végétaux importés pour déceler la présence de virus, enregistrement des produits antiparasitaires et autorisation de commerce pour les aliments du bétail et les semences.

Ce travail a une portée considérable sur la rentabilité de l'agriculture québécoise et sur son aptitude à produire des aliments salubres et de haute qualité.

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



Agriculture  
Canada

NE REMETTEZ PAS  
À DEMAIN  
C'EST MAINTENANT  
QU'IL FAUT VOUS ABONNER  
À

# Maintenant

En vente dans les kiosques et les librairies

Je désire recevoir **MAINTENANT**

- Abonnement ordinaire \$7.
- Abonnement étudiant \$5.

Nom .....

Adresse .....

REVUE **MAINTENANT**  
9820, Jeanne-Mance  
Montréal 357  
739-2758

## offre d'emploi



### DEVENEZ REPRÉSENTANT DU MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE

Le magazine QUÉBEC SCIENCE est à la recherche de représentants dans toutes les villes, villages, écoles, cégeps et campus du Québec.

Les représentants de QUÉBEC SCIENCE touchent une commission sur toutes les ventes qu'ils effectuent, et travaillent où et quand il leur plaît.

**Venez nous voir, écrivez ou téléphonez.**

Le magazine QUÉBEC SCIENCE, 2875 boulevard Laurier,  
Case postale 250, Sillery, Québec, G1T 2R1

Le peuple québécois ne s'est découvert que très tard une vocation scientifique, pense-t-on généralement. C'est faire bon marché du passé et de l'acharnement de certains grands ancêtres.

roland-michel barrin

# Marquis de la Galissonnière

par Fabien Gruhier

«J'ai déjà dit qu'on ne compte guères à Québec que sept mille Ames; mais on y trouve un petit Monde choisi, où il ne manque rien, de ce qui peut former une Société agréable... on politique sur le passé, on conjecture sur l'avenir; les Sciences et les Beaux-Arts ont leur tour, et la conversation ne tombe point.» C'est ainsi que le père François-Xavier de Charlevoix évoque la capitale de la Nouvelle-France dans la première moitié du 18<sup>ème</sup> siècle, au terme d'une inspection effectuée en Amérique sur l'ordre du gouvernement de Versailles.



La  
vement  
ou esia  
mes d'  
ive joie  
bley, l'  
commu  
ou d'ave  
épaises  
des glaci  
qui se lab  
d'arrai  
l'insouc  
tout, le  
anami  
ou  
pêtres  
triche, qu  
bon et les  
dam de  
Ma  
de Fran  
conser  
à la tête  
un nouve  
sone du  
de chance  
les que le  
centuré  
Anglais  
BEGON  
La roi  
recours  
quatre  
missions  
que rite  
magasin  
lier les  
chantera  
ours le  
se trouve  
ché en é  
dru me  
à fait  
Ric  
La Gal  
19 sept  
ouvre sa  
choisi  
rés lors  
jamais  
pas cru  
leur inté  
général  
conquête  
C'est  
aux em  
1810-Xavi  
La Gal  
que deux  
espece

La colonie canadienne avait effectivement connu, durant la première moitié du «siècle des lumières», certains symptômes d'une prospérité qui justifient la relative joie de vivre de cette «société agréable», l'élite du temps... La difficulté des communications (les nouvelles, d'Europe ou d'ailleurs, arrivaient toutes à la fois, en épaisses liasses, par vagues, au gré du vent, des glaces... et des Messieurs les Anglais qui se laissaient parfois aller à la fantaisie d'arraisonner le navire messager) excuse l'insouciance: peut-être ignorait-on, après tout, le dramatique resserrement de l'état ennemi sur l'Amérique française, et les péripéties de la guerre de succession d'Autriche, qui monopolisait à la fois l'attention et les armées de Louis XV, au grand dam de nos pauvres «arpents de neige».

Mais (nous sommes en 1747) le roi de France n'a pas encore perdu espoir de conserver le Canada. Il vient d'y envoyer, à la tête de six navires plus une frégate, un nouveau gouverneur général, en la personne du marquis de La Jonquière. Pas de chance: on apprend bientôt à Versailles que le valeureux gentilhomme a été capturé avec armes et bagages. Par les Anglais naturellement.

### BÉGON COMME BÉGONIA

Le roi décide donc d'envoyer de nouveaux secours à ses sujets d'outre-atlantique: quatre vaisseaux transportant armes, munitions, marchandises diverses, sel, ainsi que «des vins et des alcools provenant des magasins du munitionnaire» (pour se concilier les faveurs de ces «bons sauvages» que chantera bientôt Rousseau?). «**Mais le secours le plus important et dont la colonie se trouve avoir le plus besoin, c'est un chef en état de conduire et de la déffendre**» insiste Sa Majesté. Sa Majesté a tout à fait raison.

Roland-Michel Barrin, marquis de La Galissonnière, arrivait donc à Québec le 19 septembre 1747. Il aurait préféré poursuivre sa carrière dans la marine, mais, choisi pour ses éminentes qualités militaires alors que la colonie ressentait plus que jamais le besoin d'être défendue, il n'avait pas cru devoir refuser le poste de gouverneur intérimaire, en attendant que les Anglais voulussent bien libérer le titulaire La Jonquière...

Cette libération allait demander deux ans, ce qui permet à l'historien François-Xavier Garneau d'écrire, à propos de La Galissonnière: «**Il ne gouverna le Canada que deux ans; mais il donna, dans ce court espace de temps, une forte impulsion à**

**l'administration, et fit entendre aux ministres des conseils qui eussent peut-être assuré la conservation de cette belle colonie à la France s'ils eussent été suivis.**» Une façon fort polie en somme de laisser entendre que si le marquis de La Jonquière avait bien voulu moisir indéfiniment au fond des geôles britanniques, celui de La Galissonnière aurait eu le temps de parachever son œuvre et de convaincre les ministres pour le plus grand bien des patries mère et fille...

Il convient de rappeler ici un fait qui semble n'avoir aucun rapport avec notre sujet... et pourtant: en cette même année 1747 où La Galissonnière prenait possession de son gouvernement québécois, Diderot entamait la rédaction de sa célèbre Encyclopédie. C'est-à-dire que la science et la technique franchissaient le mur de la mode pour devenir le dada de l'Europe cultivée.

La Galissonnière, homme d'excellente famille comme son nom l'indique, et petit-fils du Michel Bégon qui laissa son nom au *bégonia*, ne devait pas manquer d'importer avec lui, «en Canada», le goût des choses scientifiques.

### RAMASSER DES TRÈFLES À QUATRE FEUILLES

Il possédait tous les pré-requis: marin de profession, doté d'une solide culture mathématique (il avait d'ailleurs eu, au Collège de Beauvais, les mêmes professeurs que Jean-Jacques Rousseau et Montesquieu). Mais il se distinguait surtout par une insatiable curiosité qui allait s'épanouir au contact d'un pays, d'une faune et d'une flore éminemment exotiques à une époque où un Européen n'avait guère à s'éloigner de son jardin pour découvrir de nouvelles plantes ou de nouveaux minéraux.

Ajoutons que La Galissonnière connaissait le Canada, ayant eu l'occasion d'y venir à huit reprises avant son intronisation comme gouverneur; il avait donc pu déjà nouer quantité de contacts avec les hommes qui, ici, partageaient ses intérêts, et mettre ceux-ci en relations avec des scientifiques européens. Notre glorieux marquis appartient donc de plein droit, tout marin et administrateur qu'il fût, à la liste des précurseurs de la science en Amérique.

Selon Lionel Groulx, «**le mérite de La Galissonnière fut d'embrigader pour la recherche tous ceux qu'il put mobiliser et de donner à ces curieux une puissante impulsion**». Le gouverneur alla en effet

jusqu'à mettre l'armée au service de la science (contrairement à ce qui se passe souvent de nos jours...) puisqu'il obligeait les commandants de forts à établir un inventaire botanique et minéralogique complet des régions soumises à leur juridiction. On imagine donc ces braves militaires contraints de ramasser des trèfles à quatre feuilles entre deux incursions ennemies...

Ils s'acquittèrent cependant avec bonne grâce de leur insolite mission, si l'on en juge par cette lettre du commandant du Fort Niagara: «**On vous dit, Monsieur, qu'il est aisé de trouver toutes ces plantes, mais point du tout, elles ne sont ni communes ni près de Niagara, et je n'ai personne propre à pareille recherche, malgré cela vous pouvez compter que je ne me rebuterai point... pour faire ramasser à propos les plantes et graines de nos quartiers**».

### INTERDIRE L'INDUSTRIE

On aurait pourtant tort de voir en La Galissonnière un collectionneur maniaque de cailloux et de plantes séchées: ses préoccupations scientifiques n'avaient rien de gratuites, et visaient à développer l'économie du pays, tout en servant les intérêts de la France, ce qui dans son esprit allait de pair. C'est ainsi qu'il écrivait au botaniste français Duhamel du Monceau: «**Le mémoire sur la potasse peut être utile au Canada où le hêtre abonde partout, mais il faudrait qu'un habile homme comme vous rectifiât la méthode qui y est indiquée et en donnât une pour fabriquer de la potasse aisément et à bon marché.**»

Autres tentatives pour implanter les industries qui faisaient cruellement défaut à la colonie: salines, fonderies, chantiers navals, et tissage de la laine du boeuf illinois. Malheureusement, et outre qu'elles se heurtaient à un manque de main-d'œuvre qualifiée, de telles initiatives n'enthousiasmaient pas Paris: le ministre de la Marine, Maurepas, ne tardera pas à rappeler au zélé gouverneur que nulle industrie coloniale ne doit nuire au «déboisement de celles de France», et qu'au lieu de les stimuler, l'objectif consiste à ne pas «les laisser multiplier».

Le projet d'installer une imprimerie en Nouvelle-France s'attira le même genre d'accueil: un refus; Versailles ne souhaite pas du tout voir ses colonies se doter du moindre instrument potentiel d'émancipation.

La Galissonnière aura eu plus de chance avec l'agriculture: on lui doit par



exemple l'introduction en Amérique du cerisier, dont il fit venir de grandes quantités de noyaux; il avait en effet décidé de «garnir le Canada de fruits d'Europe» —et poursuivit cette œuvre depuis la France, longtemps après son retour— car «il fait toujours bon procurer de petits agréments à cette colonie en attendant que par ses forces ou par la protection du Roy elle acquière des avantages plus solides et plus importants, c'est à dire qu'elle se mette en état de fournir plus d'objets au commerce».

### LES CHESNES VERDS DU MISSISSIPI

Mais, des «petits agréments», le gouverneur en réserve également à la France, où il expédie continuellement graines et plantes américaines: «Vous me ferés un sensible plaisir et vous rendrés peut-être quelque service à la botanique en faisant la dessus les recherches que vous pourrés puisque cela engagera la personne de qui nous tenons ces graines cy à nous en procurer d'autres», écrit-il à Guillaume Lemonnier, professeur de botanique au Jardin du roi. Ou encore, à Duhamel du Monceau: «J'ai peur que vous ou M. de Jussieu n'aies laissé passer la première caisse sans voir une feuille que je n'y avois mise que pour lui et que je crois estre d'une espèce d'arum des Indes qui est fort beau et dont j'ai une plante que j'enverrai, si l'on veut, au Jardin du Roi, ne l'aient acceptée qu'à cette intention.»

Il s'intéresse au «pin-cyprès qui diffère du pin rouge en ce que les feuilles de ceux-ci viennent deux à deux sur un pédicule et celle du pin-cyprès trois à trois... Je ferois plus de cas de cette découverte que celle d'une mine d'or, car il y en a abondamment, Cela mériteroit bien d'être suivi ainsi que les chesnes verts du Mississipi». Bref, on multiplierait à l'infini les preuves du sérieux et de l'intérêt que porte aux sciences naturelles ce singulier gouverneur intérimaire, auquel la France doit, souvenir de son Amérique perdue, l'introduction du magnolia à grandes fleurs, suite à l'un de ces envois de graines.

La Galissonnière ne néglige pas pour autant la plaisanterie, comme en fait foi une autre lettre à Duhamel du Monceau: «Je commence, Monsieur, par vous remercier bien fort de la bonne et ample instruction que vous m'avez donnée sur l'espèce de ver qu'on peut couper et dont chaque partie reste vivante et reproduit ce qui luy manque. Cette propriété seroit bien utile à l'espèce humaine. Quand on auroit un bras, une jambe, une tête, etc., usée ou

qui refuseroit le service, on le couperoit et il repousseroit un membre tout neuf et on pourroit renouveler successivement tout son corps, mesme la poitrine et l'estomach; les gourmands s'accomoderoient bien de ce dernier article»...

Mais les scientifiques de cette époque —de toute façon beaucoup plus polyvalents que leurs homologues d'aujourd'hui— ne sont pas représentés uniquement par les naturalistes. On fait donc plus que de s'échanger joyeusement des semences d'un bord à l'autre de l'Atlantique. Les savants canadiens d'alors ont noms: Joseph-Pierre de Bonnécamp, professeur d'hydrologie au Collège de Québec; Jean-François Gauthier, médecin du roi; Michel-Chartier de Lotbinière et Gaspard-Joseph Chaussegros de Léry, ingénieurs du roi etc. Le gouverneur entretient avec chacun des relations suivies, conseille, collabore à la rédaction de divers mémoires, s'efforce de faire venir des instruments, confie des missions officielles et orchestre ainsi de manière très efficace la vie scientifique de la colonie.

### DES PAPIERS PAS MONTRABLES

L'achèvement de son mandat ne met d'ailleurs pas fin à cet état de choses: après son retour en France, La Galissonnière conservera un contact aussi étroit que possible, compte-tenu des communications du temps, avec ses collègues, faisant fréquemment intervenir ses relations parisiennes en leur faveur: «J'ai obtenu aujourd'hui de M. Rouillé (ministre de la Marine) des instruments pour votre usage et j'espère en obtenir aussi des livres; je vous enverrai la liste des uns et des autres; mais je ne sai si vous aurés les instruments, au moins tous ceux que je voudrois que vous eussies», écrivait-il à Lotbinière en 1755, six ans après avoir quitté Québec, ajoutant: «On ne renvoie pas la mouture du globe d'électricité que vous m'avés laissée, parce qu'ainsi que vous l'avés marqué sur le papier qui l'enveloppe, il faudroit envoyer en même temps une machine pneumatique et comme vous savés qu'on n'a pas ce qu'on veut, j'aime mieux vous envoyer des instruments utiles».

Un peu plus tard au même: «Vous aurés à ce que j'espère un micromètre mais je ne sais quand viendra le quart de cercle». En contrepartie, il exige que Lotbinière lui expédie des compte rendus détaillés et rigoureux de ses travaux d'observation, protestant à l'occasion: «Je vous prie de vérifier l'instrument dont vous vous êtes servi, afin que s'il a oc-

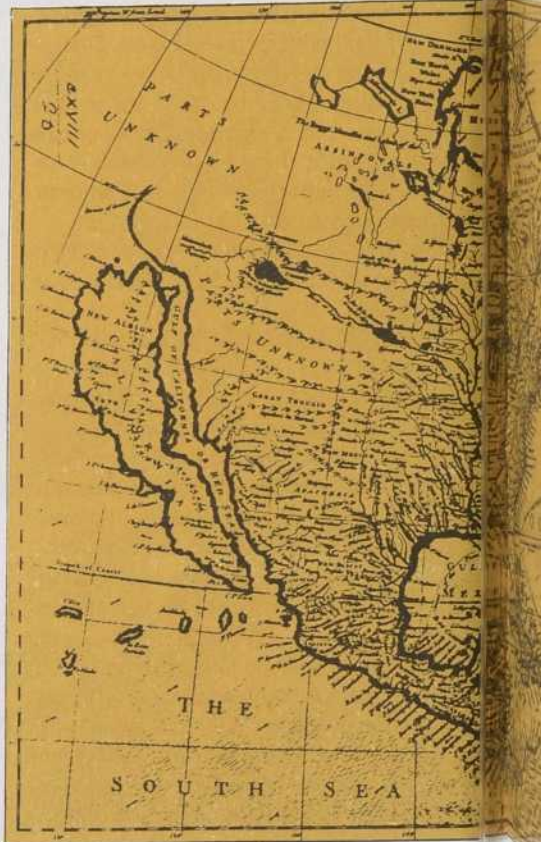
casionné quelques autres erreurs que celles qui vous ont été alors connues, on puisse en tenir compte», et même se fâchant: «Je vous avoue que les originaux qui étaient sur de petits morceaux de papiers détachés les uns des autres n'étaient pas trop montrables, et vous me ferés plaisir de me les envoyer à l'avenir en cahiers avec des marges et avec un extérieur qui annonce un peu l'attention avec laquelle les observations ont été faites et rédigées»...

Vers la même époque, La Galissonnière expérimente lui-même divers instruments de navigation auxquels il accorde beaucoup de soins: «Je croi qu'il est bon de voir revenir le quart de cercle de M. Cassini et je crains beaucoup que M. de la Cardonie n'ait négligé les précautions nécessaires à sa conservation. Quand on se marie, on ne peut pas songer à tant de choses.»

### DES CARTES JUSTES

Mais, bien avant d'avoir été en poste à Québec, l'exigeant et humoristique marquis, désireux d'asseoir la colonie sur une

L'Amérique du Nord telle que cartographiée en 1755, subsistent, d'où les encouragements prodigués par



base économique viable, encourageait déjà toutes les initiatives visant à mieux connaître le pays. D'où son appui aux grands explorateurs, tels les La Vérendrye: La Galissonnière souhaitait qu'on trouve de nouveaux territoires propices à la chasse au castor.

Durant son mandat canadien cette fois, il demanda au père de Bonnécamps d'accompagner Céloron de Blainville, lequel part sur son ordre dans l'Ohio à la tête d'un détachement chargé de chasser les trafiquants anglais de la région: «M. de Céloron est parti ce matin avec tout son monde, cher fils — écrit Madame Bégon, tante de La Galissonnière qu'elle nomme «le général» — Je crois t'avoir mandé que c'était pour chasser les Anglais qui se sont établis près des Miamis et pour y faire un établissement français en forme. (...) M. le général a engagé le père Bonéquand à faire ce voyage, afin d'avoir quelques mémoires justes de ces endroits dont on n'a encore qu'une connaissance très imparfaite. Ce révérend père est en état de donner des cartes justes de tous les endroits par où il passera et suis charmée, par l'envie qu'a M.

le général d'en avoir des mémoires sûrs, que le père ait voulu accepter le parti.»

La Galissonnière fait effectivement d'une pierre deux coups avec cette expédition militaire doublée d'une exploration scientifique: outre les cartes, Bonnécamps rapporte des observations d'ordre botanique, hydrographique et astronomique. «La nécessité d'avoir de pareilles connaissances — écrit le gouverneur au ministre de la Marine — m'a engagé à envoyer au détroit le Sieur de Lotbinière et à Missilimakinac le Sieur de Léry fils. Ils n'ont point d'autre mission que d'observer tout ce qui peut être utile au service et d'en dresser des mémoires. Le P. Boncamp a fait faire pour le Sieur de Léry et pour lui des instruments pour prendre hauteur et les a divisés, mais le Sieur de Lotbinière a gradué le sien lui-même et j'ai beaucoup de confiance à son travail.»

## LA NATURE CETTE CAPRICIEUSE

Ce père de Bonnécamps, un Jésuite dont le nom apparaît si souvent quoique sous des orthographes variables (on n'était alors pas très difficile sur ce point) fait réellement figure de pionnier de la science moderne en ce sens qu'il subordonnait la théorie à l'expérience: «Un système, quelque bien conçu et quelque bien concerté qu'il soit, ne s'accorde pas toujours avec les opérations de la nature. Par une infinité de combinaisons cette capricieuse choisit souvent les moins directes et les moins conformes à nos idées; on dirait qu'elle prend plaisir à mettre en défaut les théoriciens les plus profonds, et à se rendre indevinable malgré toute leur pénétration. Le physicien n'a que trop lieu de se plaindre d'elle à cet égard. Le géomètre quoique plus clairvoyant la perd quelquefois de vue, et après l'avoir suivi longtemps dans les marches et les contremarches il est arrêté tout à coup par un nuage épais qu'elle met entre elle et lui. Elle se joue du chimiste... ne se moquerait elle pas aussi de nos géographes contemplatifs? »

Ces lignes datent de 1750, alors que Lavoisier n'avait pas atteint l'âge de raison. Elles méritaient donc d'être citées. D'autant plus qu'elles constituent un indice révélateur du genre d'esprits dont le gouverneur s'entourait. Serait-il excessif de qualifier ce dernier de «savant»? Pour ce marin militaire et politique, la science était d'une part un «hobby» personnel, et d'autre part à la base d'une expansion économique de la colonie à lui confiée. Cependant les témoignages autorisés abondent qui accèdent un La Galissonnière

scientifique à part entière.

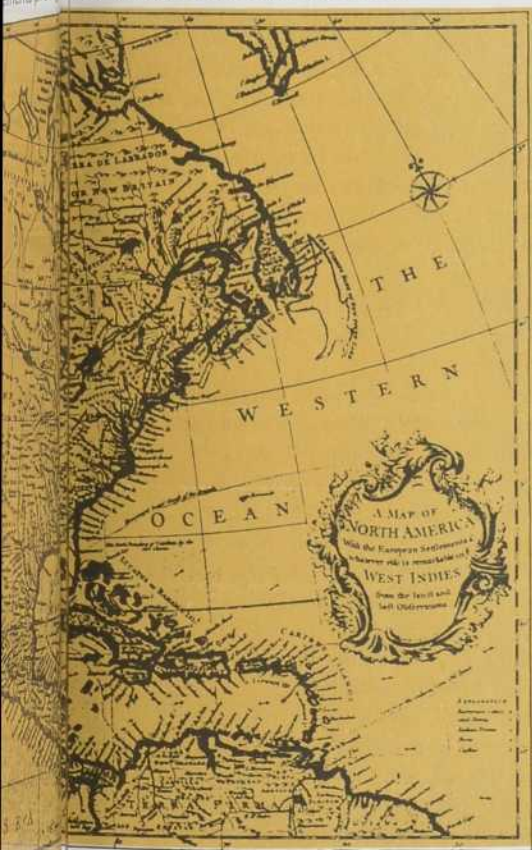
Ainsi le botaniste suédois Pehr Kalm, qui lui rendit visite en 1749, impressionné par l'étendue des connaissances de son hôte, n'hésita pas à le comparer à Linné, et écrivit: «Un plus grand protecteur des sciences n'a jamais existé et n'existera peut-être jamais au Canada». Jean-François Gauthier, médecin du roi à Québec et membre correspondant de l'Académie des Sciences, insiste lui aussi sur la contribution scientifique du gouverneur et précise que ce dernier «entroit dans une infinité de détails qui faisoient plaisir aux habitants de cette colonie».

Il est de toute façon établi que La Galissonnière fut au moins le co-auteur, avec des savants réputés comme Lemonnier, de plusieurs mémoires originaux, qui ont malheureusement disparu. On sait aussi qu'il lisait régulièrement les «Mémoires de l'Académie royale des Sciences», et qu'il corrigea de sa main la liste des arbres et plantes utiles d'Amérique du Nord établie sur sa demande par Jean-François Gauthier.

Consécration suprême, La Galissonnière était d'ailleurs reçu solennellement à l'Académie des Sciences en 1752. L'éloge prononcé à cette occasion souligne que le récipiendaire a recueilli «partout où il se trouvoit tout ce qui pouvoit fournir matière aux recherches des Naturalistes et des Physiciens», et enchaîne sur «le grand nombre de pièces curieuses qu'il a envoyé à l'Académie et de plusieurs vues qu'il a données sur des articles importants».

C'était trois ans après que le gouverneur intérimaire ait quitté le Canada: le titulaire du poste, Pierre-Jacques Taffanel, marquis de La Jonquière, libéré par les Anglais, entra en effet en août 1749 dans le port de Québec d'où La Galissonnière s'embarquait un mois plus tard, le 19 septembre. Il touchait terre à Brest le 4 novembre, pour poursuivre une brillante carrière (remportant, l'année même de sa mort en 1756, une victoire éclatante sur la flotte britannique en Méditerranée), sans jamais cesser de s'occuper activement du Canada. «Il est de la dernière importance et d'une nécessité absolue de n'omettre aucun moyen et de n'épargner aucune dépense pour assurer la conservation du Canada», écrivait-il en 1751. On sait assez qu'il ne fut guère entendu. ●

anglais en 1744: beaucoup d'inconnues Galissonnière aux explorations. ▽



# Ottawa n'a pas compris

Interview avec Charles Beaulieu  
directeur de l'INRS

(Institut national de la recherche  
scientifique)

propos recueillis par Jean-Marc Fleury

Le Québec n'a pas encore défini les objectifs de son éventuelle politique scientifique. Cependant, il s'est doté des organismes nécessaires pour y arriver un jour en créant le Comité ministériel des politiques scientifiques et le Conseil des politiques scientifiques. En attendant, la direction que prend la vie scientifique québécoise se décide au gré de l'interaction entre les personnes responsables et les organismes existants.

Le Dr Charles Beaulieu, directeur de l'Institut national de la recherche scientifique, joue un rôle important dans la mise en place de cette politique scientifique ad hoc. D'abord parce que l'Institut qu'il dirige comprend cinq centres et trois groupes de recherches œuvrant dans des secteurs allant de l'énergie à l'urbanisme. Ensuite parce qu'il fait partie de plusieurs organisations scientifiques, le Centre de recherche industrielle du Québec, le Complexe scientifique, l'Institut de microbiologie et d'Hygiène et le Conseil des politiques scientifiques.

Nous lui avons d'abord demandé ce qu'il considérait comme le principal handicap pour l'implantation d'une véritable politique scientifique au Québec.

**Charles Beaulieu:** Le principal problème de la politique scientifique du Québec se pose au niveau de l'interface Ottawa-Québec. Le gouvernement fédéral investit 1,3 milliards de dollars par année dans les activités scientifiques, dont plus de la moitié dans ses propres laboratoires. Ottawa a donc l'argent. À côté de cette somme énorme, tout ce que pourra faire le Québec demeurera marginal. On peut alors envisager trois solutions. Premièrement, on amène le fédéral à opérer ses laboratoires au Québec et à subventionner plus généreusement — et de façon plus régulière — les équipes québécoises. Deuxièmement, le fédéral remet au Québec la fraction des 1,3 milliards proportionnelle à sa population. Troisièmement, le gouvernement fédéral consulte continuellement le gouvernement du Québec et accorde uniquement les subventions pour lesquelles il obtient un «placet», une autorisation, de Québec.

**QUÉBEC SCIENCE:** *Votre troisième solution n'est-elle pas celle qui vient d'être brièvement expliquée dans le troisième volume du rapport Lamontagne sur la politique scientifique canadienne?*

**C.B.:** Non. Le sénateur Lamontagne propose une seule consultation par année. Je favoriserais plutôt un type de consultation permanente; les dépenses fédérales en science au Québec étant soumises aux volontés du Québec au jour le jour.

**Q.S.:** *Préférez-vous cette solution par laquelle le fédéral ne ferait que ce qui plairait au Québec?*

**C.B.:** Oui. Cette approche serait la plus pratique.

**Q.S.:** *Pourtant il semble bien que le Québec cherche toujours à inviter le fédéral à venir dépenser plus d'argent chez lui, comme le veut la première approche. Par exemple, le projet d'étude préliminaire sur la fusion thermonucléaire présenté par le consortium québécois formé de RCA, de l'Hydro-Québec, de l'Université de Montréal, du Centre de recherche pour la*

*défense de Valcartier et de l'Institut national de la recherche scientifique ne va-t-il pas dans ce sens?*

**C.B.:** Le consortium québécois demandait \$250 000 pour une étude préliminaire sur la praticabilité d'un programme de recherche sur la fusion thermonucléaire, entre autres, en comparant nos capacités scientifiques à celles des autres pays. M. Aurèle Beaulnes, sous-ministre aux Sciences et à la technologie, a d'ailleurs annoncé que la demande serait acceptée. Le fédéral exige uniquement que le projet devienne canadien en y incluant des scientifiques des autres provinces et de l'Énergie atomique du Canada.

**Q.S.:** *Qu'advient-il ensuite?*

**C.B.:** Justement, il semble qu'on n'ait pas compris le sens exact de notre demande. A Ottawa, on croyait que le Québec voulait se lancer immédiatement dans un projet de recherche alors qu'une solution logique, déjà admise par la majorité des scientifiques du Québec, suppose en fait que d'Énergie atomique du Canada vienne elle-même construire un centre de recherche sur la fusion au Québec, ou bien encore, qu'elle subventionne ce centre d'intérêt canadien de façon particulière.

**Q.S.:** *Cette initiative pourrait-elle s'appliquer dans d'autres projets?*

**C.B.:** Exactement, il faudrait répéter cette approche dans d'autres domaines. D'abord dans le domaine de la santé. À Montréal, l'Institut de Microbiologie et d'Hygiène devrait avoir les mêmes chances de développement que le laboratoire Connaught, à Toronto. Il y a trois ans, lorsque la Corporation de développement du Canada a acheté Connaught on a créé une concurrence sérieuse à l'IMH. (Le laboratoire Connaught, affilié à l'Université de Toronto, fait de la recherche et fabrique des vaccins tout comme l'Institut de microbiologie.) Poursuivant le consolidation de son emprise dans le

secteur de la santé, la CDC a aussi acheté certaines industries pharmaceutiques à Montréal, laissant pour compte l'Institut. Aujourd'hui, la CDC se retrouve à la tête d'une industrie pharmaceutique intégrée et on peut se demander comment s'en sortira l'Institut de Microbiologie face à une telle concurrence.

**Q.S.:** *Mais vous venez de dire que le domaine de la santé pourrait être développé à Montréal.*

**C.B.:** Oui, malgré la situation difficile de l'IMH je demeure convaincu qu'il y a plusieurs possibilités de développements importants du côté de la Santé dans la métropole. On a là des noyaux d'hommes très compétents, par exemple, en cardiologie, en microbiologie et en neurologie. Autour d'eux se trouvent d'importantes infrastructures; le gouvernement fédéral vient d'ailleurs de financer l'agrandissement de l'Institut de cardiologie du Dr Paul David. En subventionnant ces groupes sur une base plus régulière, ils connaîtraient une expansion considérable.

**Q.S.:** *Vous avez mentionné la fusion thermonucléaire et la santé. Y a-t-il d'autres domaines susceptibles de développements considérables?*

**C.B.:** Il y en a un autre évident, l'océanographie. Nous ne demandons pas au fédéral de construire un autre institut océanographique aussi important que celui de Bedford (Halifax), au Québec. Tout de même, la construction du centre océanologique de l'INRS, à Rimouski, doit débiter cet automne. Le coût de l'édifice, 1,3 millions de dollars, a été entièrement pris en charge par le gouvernement fédéral dans le cadre de l'Office du développement de l'Est du Québec.

**Q.S.:** *Si vous le voulez bien, parlons maintenant de l'organisme que vous dirigez, l'Institut national de la recherche scientifique. Quel bilan faites-vous de vos quatre premières années d'existence?*

**C.B.:** L'INRS a d'abord démontré que l'on peut avec des moyens relativement limités développer la recherche appliquée au Québec. Nous avons aussi démontré qu'on peut établir une collaboration en recherche entre le gouvernement, l'industrie et l'université. On nous a félicité, notamment pour notre souci de la recherche appliquée et nos protocoles d'entente avec l'Hydro-Québec et les laboratoires Bell-Northern. Notre présence au Complexe scientifique, à Ste-Foy, constitue aussi un élément positif dans cet environnement. De plus, notre style de gestion et de programmation de la recherche a placé l'administration de l'INRS dans une situation de pointe au Canada. Enfin, nous participons à la solution des grands problèmes du Québec: aéroport international, projet de port pour super-pétroliers, projet de fusion thermonucléaire.

**Q.S.:** *Quelques centres de l'Institut accueillent des étudiants au niveau de la maîtrise et du doctorat. Quelle est la situation de cet enseignement?*

**C.B.:** L'enseignement n'est pas notre but premier. Nous nous adressons uniquement à des étudiants des 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> cycles et nous limitons leur nombre. Dans le cas de l'INRS-Eau, par exemple, on n'admet pas plus de dix nouveaux étudiants par année. À l'INRS-Energie, à Varennes, où il y a une trentaine d'étudiants, les nouvelles inscriptions sont limitées à une douzaine. Dans les deux cas, nous admettons environ un étudiant sur les trois qui en

font la demande. L'intérêt des étudiants envers l'INRS est surprenant puisque l'INRS ne peut compter sur un réservoir d'étudiants du premier cycle. Par ailleurs, au terme de leurs études, nos diplômés trouvent assez facilement un emploi.

**Q.S.:** *Brièvement, pourriez-vous résumer l'INRS en quelques chiffres?*

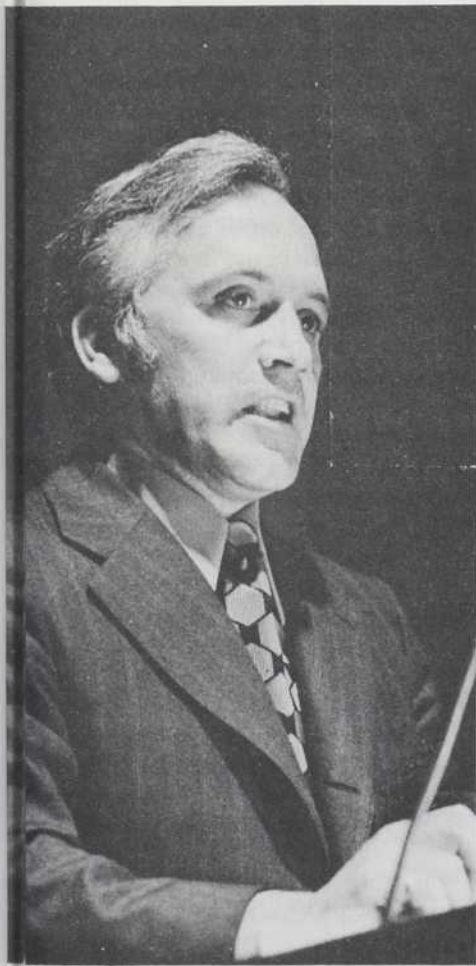
**C.B.:** L'INRS rassemble 300 personnes dont 76 professeurs. Son budget s'élève à \$4,8 millions pour l'année budgétaire 1973-1974. L'Institut compte présentement cinq centres: Eau, Énergie, Télécommunications, Santé et Urbanisme, et trois groupes de recherche: Océanographie, Éducation et Pétrole.

**Q.S.:** *Quel sort attend l'INRS face à la contestation de votre statut juridique par les universités québécoises? Elles exigent que vous sortiez du domaine de l'Éducation pour vous cantonner dans un rôle de laboratoire d'État, ou bien que vous gardiez votre caractère universitaire mais en partageant votre direction avec toutes les universités et non seulement avec la seule Université du Québec. Peut-on même envisager la disparition de l'INRS?*

**C.B.:** Certainement pas. Il me semble que les succès remportés à date prouvent le bien fondé de l'INRS. Quant à son statut juridique, je me demande si c'est une question tellement cruciale. À date, il a démontré suffisamment de souplesse pour être en mesure de s'accommoder de divers arrangements.

**Q.S.:** *Dès lors, quel avenir prévoyez-vous pour l'Institut?*

**C.B.:** Si vous considérez les objectifs généraux, nous continuerons d'effectuer de la recherche dans des domaines prioritaires pour le développement du Québec. Le développement de cette recherche dépend en grande partie des moyens que les organismes publics fourniront à l'Institut et des missions qu'on lui confiera. Déjà, nous avons montré que nous sommes en mesure d'accepter des missions importantes. Nous venons de commencer l'étude de notre prochain plan quinquennal pour les années 1975 à 1980. Ce plan devra tenir compte des éléments qui pourront être prochainement définis dans le cadre d'une politique scientifique au Québec. Nous prévoyons alors que l'INRS connaîtra une autre période de développement accéléré. ●



# laser québécois un succès éblouissant

Né sur les bords du Saint-Laurent il y a cinq ans à peine, le «laser excité transversalement à pression atmosphérique» (TEA) a permis au Québec de se tailler une place de choix dans un des champs les plus en vue de la technologie de pointe. Les perspectives sont aussi illimitées que l'énergie solaire, puisque le TEA constitue une des «allumettes à plasma» les plus courtisées actuellement par les savants qui tentent de maîtriser la fusion.

par Jean-Marc Fleury

En janvier 1970, le Centre de recherches pour la défense, à Valcartier (CRDV), près de Québec, annonçait avec fracas la mise au point d'un nouveau laser révolutionnaire. Le laser «CO<sub>2</sub>-TEA», pour *gaz carbonique-Transverse Excitation et pression Atmosphérique*, marquait le début d'une nouvelle génération de lasers à gaz carbonique. De conception simple et de réalisation peu coûteuse, crachant tout naturellement des impulsions géantes de lumière infrarouge, il ouvrait d'immenses possibilités aux militaires, industriels et scientifiques.

Il n'a pas déçu. Au cours des dernières années, de tous les lasers, c'est celui qui a connu les développements les plus importants. Le monde entier l'étudie, mais quand même, pour quelque temps encore, le Québec se trouve à la fine pointe de ces recherches. Cela, grâce à la qualité des recherches effectuées au CRDV, sous la direction du Dr Jacques Gilbert, et à la compagnie Gentec, où le Dr Jacques Beaulieu, inventeur du TEA, travaille maintenant à commercialiser son invention.

## LE LASER: UN DESEQUILIBRE

Le rayonnement du laser ne peut s'expliquer que par un comportement déséquilibré de la nature, selon le Dr Jacques Beaulieu. En effet, la matière au repos a plutôt

tendance à absorber de l'énergie et non à en émettre.

Mais avant de nous pencher sur le laser, ce déséquilibré, effectuons un petit détour par les arcs-en-ciel et les relations de la lumière avec la matière. Ceci pour bien situer le rayonnement du laser dans la famille des ondes électromagnétiques (EM) et pour tenter d'expliquer son fonctionnement.

Pourquoi parler d'arc-en-ciel? Parce qu'il s'agit de la plus belle façon choisie par le spectre des ondes électromagnétiques pour se manifester à nous. En séparant la lumière blanche du Soleil en bandes violettes, bleues, vertes, jaunes, oranges et rouges, il nous met sur la piste de l'immense gamme des signaux électriques et magnétiques qui baignent notre environnement. Cette gamme comprend les ondes radio, les rayons infrarouges (IR), les couleurs du visible, les rayons ultraviolet, X et gamma. Toutes ces radiations sont des ondes de même nature. Elles consistent en des oscillations des champs électrique et magnétique. Leurs fréquences (ou leurs longueurs d'onde) différentes suffisent à expliquer les variations de la gamme.

Une panoplie de sources émettent des parties plus ou moins larges de cette gamme. Le Soleil la balaye d'un bout à l'autre. Un émetteur radio en rayonne une petite bande de quelques milliers de

hertz de largeur dans la région des mégahertz.

Dans le domaine du visible, la plupart des sources puissantes que nous connaissons émettent toutes les couleurs à la fois, ce qui donne de la lumière blanche. Les lampes au sodium, par contre, ont un penchant marqué pour le jaune.

Ceci nous fait soupçonner des corrélations entre les ondes EM et la matière. En particulier en ce qui touche sa façon d'absorber et de réémettre l'énergie électromagnétique. Plus précisément, on découvre que les diverses substances acceptent et rejettent l'énergie radiative uniquement en quantités *discrètes*. Chaque substance possède son échelle énergétique

Le Dr Jacques Beaulieu, inventeur du TEA. ▽





◁ Inflammation superficielle d'une planche sous l'action d'une impulsion de 150 joules et de 50 nanosecondes, au CRDV. Un plasma formé à la surface du bois amorce la combustion du bois.

et ne commerce qu'en tranches d'énergie correspondant à la séparation entre certaines paires de «barreaux». L'énergie EM se voit donc découpée en paquets appelés *photons*. Les photons possèdent une énergie fixe, déterminée par l'espace entre les barreaux, qui leur vaut automatiquement une fréquence et une longueur d'onde données.

Nous rapprochant du laser, on constate de plus que certains barreaux, ou *niveaux énergétiques*, retiennent leur énergie un peu plus longtemps que les autres. Par exemple, la molécule de CO<sub>2</sub> attend de 4 à 5 secondes avant d'émettre le photon de 10,6 microns qui lui permet de tomber du niveau 001 au niveau 100.

### METTRE LES ATOMES AU PAS

En effet, les molécules excitées à des niveaux énergétiques supérieurs retournent spontanément au niveau inférieur en expulsant un photon. Mais en 1915, Einstein a suggéré le mécanisme de *l'émission stimulée*, qui allait devenir le principe du laser.

Selon son idée, si un photon d'énergie égale à l'énergie stockée entre deux niveaux de transition permise venait frapper la molécule excitée, cette dernière libérerait son énergie sous forme d'un autre

photon, identique au photon incident. À partir d'un niveau de désexcitation lent, on devinait alors la possibilité de devancer l'émission spontanée: Au lieu d'attendre que l'émission se fasse de façon désordonnée comme dans une lampe ordinaire, pourquoi ne pas «mettre les atomes au pas»? On aurait alors un nouveau type de source et d'amplificateur d'ondes EM, qu'il s'agisse de couleurs du visible, de rayons IR ou de rayons X.

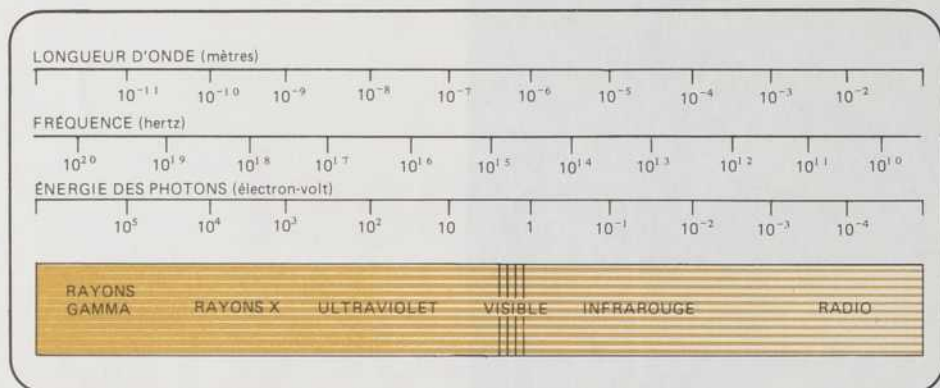
L'onde obtenue serait très pure, puisque comprise dans une portion très étroite du spectre EM, tous les photons étant identiques. Les lois de l'optique indiquaient de plus qu'une telle lumière formerait un faisceau plus étroit, plus directionnel et plus intense que celui de toutes les lampes existantes.

En pratique, il restait à identifier ces atomes et ces molécules aux niveaux de relaxation lents. Il fallait absolument qu'on ait le temps d'amener la majorité des molécules au niveau supérieur, dit «excité», alors que normalement seule une minorité de molécules est à ce niveau. Sinon, le milieu continuerait d'absorber de l'énergie au lieu d'en émettre. Il s'agit donc de bâtir une «inversion de population», en un mot, réaliser un milieu déséquilibré. À ce moment-là, au lieu d'absorber, le milieu se met à rayonner. De plus,

en situant le milieu déséquilibré entre deux miroirs, les photons pourraient voyager aller-retour, accaparant une portion de plus en plus considérable de l'énergie emmagasinée.

L'idée du laser ne naquit pourtant que plusieurs années après l'énoncé de cette théorie. Le premier laser ne fut construit, par Maiman, qu'en 1960 et, quant à la molécule de CO<sub>2</sub>, Patel ne la fit «laser» en 1964.

Les premiers lasers à gaz carbonique émettaient de façon continue un faisceau infrarouge de quelques milliwatts. Le «pompage optique» des molécules (vers l'état excité) était assuré au moyen d'une décharge électrique longitudinale, dans l'axe du laser. Pour éviter la formation d'un arc, mince filament de gaz conducteur capable de drainer toute l'énergie de la décharge, il fallait maintenir la pression très basse, entre 1 et 10 torrs. Du fait même de la basse pression, le nombre de molécules susceptibles de laser s'avérait très réduit, d'où une limite à la puissance. Celle-ci fut légèrement augmentée en ajoutant de l'azote (N<sub>2</sub>) au gaz carbonique, les molécules d'azote ayant la propriété de transmettre rapidement au CO<sub>2</sub> l'énergie recueillie lors de la décharge. ▷



## UN MONSTRE DE 200 MÈTRES

Malgré tout, ce type d'instrument marqua le début des *lasers haute puissance à régime continu*. On additionnait plusieurs modules laser afin d'obtenir des appareils de plus en plus puissants. La compagnie Raytheon, aux États-Unis, construisit même un laser CO<sub>2</sub> «plié» de 200 mètres de longueur, débitant quelques milliers de watts en continu.

Pendant ce temps, à Valcartier, l'équipe des radars et micro-ondes, dirigée alors par le Dr Jacques Beaulieu, cherchait à construire un LIDAR. On désigne ainsi le radar optique, un laser remplissant les mêmes fonctions que le radar micro-ondes traditionnel, mais à l'aide d'impulsions lumineuses.

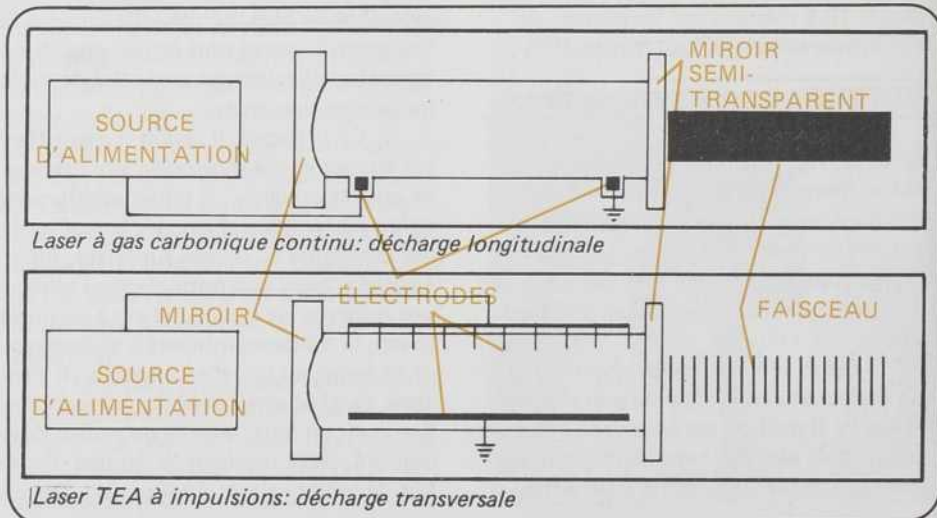
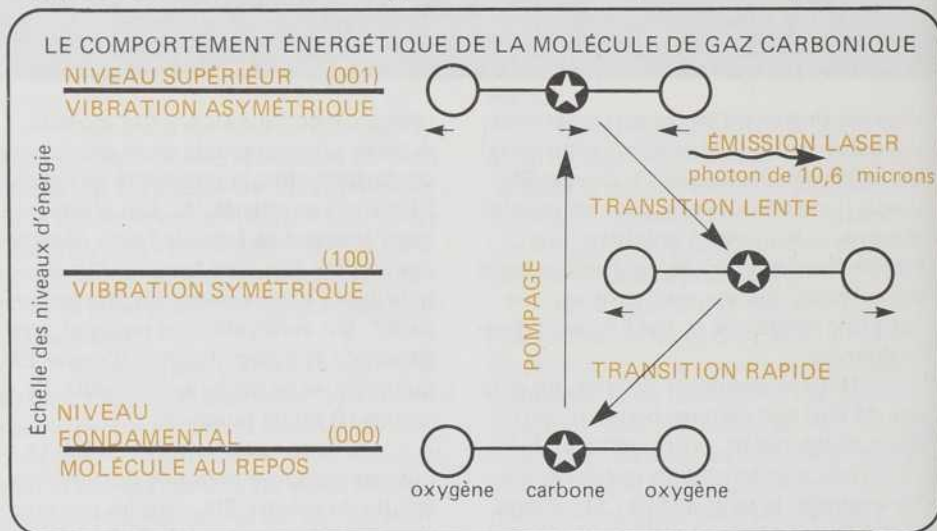
Dès le début, le laser de Patel attira l'attention. Il s'avérait prometteur du côté puissance. Sa lumière infrarouge est inoffensive pour l'œil car la cornée ne peut la focaliser sur la rétine; on ne voit pas l'infrarouge. Autre qualité pour un radar, la longueur d'onde de 10,6 microns se situe précisément dans une «fenêtre» de l'atmosphère, de 8 à 14 microns, où l'atténuation est plus faible que pour la lumière visible. De même, le rayon du laser CO<sub>2</sub> peut percer le brouillard puisque sa longueur d'onde est grande par rapport au diamètre des gouttelettes de brume.

Il ne restait plus qu'à faire pulser le laser de Patel. Certains avaient déjà essayé, en conservant la configuration longitudinale. Mais cette approche menait à un cul-de-sac à cause des voltages exigés: jusqu'à un million de volts.

C'est alors qu'un «gars qui ne pense jamais comme les autres», le Dr Jacques Beaulieu, eut l'idée d'installer plusieurs électrodes de part et d'autre du tube pour effectuer une multitude de décharges transversales. Ce fut un succès aussi énorme qu'inattendu. La puissance des lasers

CO<sub>2</sub> passait d'un seul coup de 100 kilowatts à 10 mégawatts. Cela tenait en partie à la latitude qu'on avait désormais d'emplir la cavité laser, non plus à un dixième d'atmosphère, mais à pression atmosphérique normale. Les pompes étaient éliminées et le plus grand nombre de molécules présentes assurait la produc-

*La collision avec un électron de 1 ou 2 eV fait vibrer tous les atomes de la molécule (pompage). Elle perd ensuite une partie de cette énergie lorsque l'atome de carbone central cesse de vibrer. Cette énergie revêt la forme d'un photon de 10,6 microns. ▽*

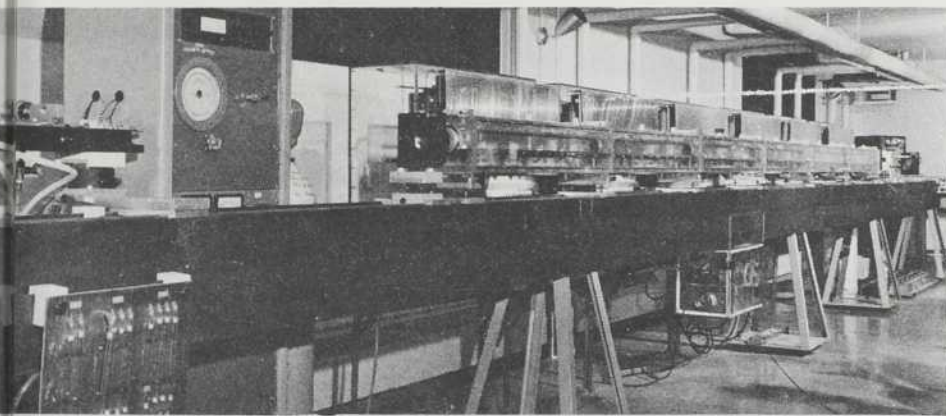


tion d'impulsions géantes. Le TEA s'avérait donc non seulement plus puissant, mais moins compliqué.

Il était tellement étonnant et prometteur que l'équipe de Valcartier entoura pendant plus de deux ans ses recherches d'un secret absolu, derrière le nom de code «projet LOTION».

## RÉDUIRE LE GASPILLAGE

Mais ce nom de code cachait également une immense ferveur. L'extraordinaire simplicité du système, si l'on exclut la technologie de l'alimentation électrique qui s'apparente à celle des radars, amena les gens de Valcartier à construire les lasers les plus invraisemblables. On essayait tout ce qui était susceptible de produire des décharges électriques: poignées de porte, brosses d'acier, bouts de rampe



◀ «Éclatement», ou ionisation, de l'air sur une distance de 10 mètres, au CRDV.

d'escalier, lames de scie et épingles droites. Des étudiants de l'université Laval se souviennent même d'avoir passé leur été à enfileur des centaines d'épingles droites à travers des feuilles de polystyrène.

Séduisants par leur simplicité, les premiers lasers TEA recelaient malheureusement un vice fondamental: ils s'empoisonnaient en gaspillant de l'énergie.

Le TEA étant un laser à décharge électrique, il faut bien que le courant de décharge boucle son circuit. Pour cela, il doit passer par le milieu laser. Mais le mélange gazeux n'est pas conducteur de l'électricité. Pour le rendre conducteur il faut l'ioniser, arracher des électrons aux atomes. La dégringolade de ces *électrons d'ionisation* énergétiques, porteurs de charge électrique, entre la cathode et l'anode clôt le circuit.

Mais on n'envoie pas une décharge électrique dans le milieu pour le seul plaisir de faire circuler de l'électricité. En fait, on a besoin d'*électrons d'excitation*, de basse énergie, 1 ou 2 eV, pour pomper les molécules à leur niveau supérieur par collision. S'ils doivent aussi assurer le passage du courant, ce n'est que pour répondre aux exigences de la physique.

Il n'y aurait pas de difficulté si les premiers électrons, dits *électrons d'ionisation*, possédaient la faible énergie des *électrons d'excitation*.

Malheureusement, tel n'est pas le cas. Les électrons d'ionisation ont 15 fois l'énergie souhaitée pour les électrons d'excitation. Il y a donc de l'énergie gaspillée, uniquement pour faire passer le courant de décharge. Encore pire, les électrons d'ionisation, possédant des températures électroniques de 15 eV, deviennent un véritable poison. Ils amorcent des arcs, filaments de gaz ionisé, qui drainent la décharge dans une mince colonne d'excitation.

La première solution retenue pour combattre ces arcs consiste à ajouter beau-

coup d'hélium (He) au mélange d'azote et de CO<sub>2</sub>. Les conditions optimales sont finalement atteintes avec des rapports He-N<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> de 8-1-1. Le TEA demeure quand même un laser CO<sub>2</sub> puisque son rayonnement provient uniquement du gaz carbonique.

Une autre solution consiste à séparer les processus de formation des électrons d'ionisation et d'excitation. L'efficacité obtenue de 10 pour cent de conversion de l'énergie électrique en énergie laser pourrait alors être considérablement rapprochée de l'efficacité théorique de 40 pour cent.

## TEA DEUXIÈME GÉNÉRATION

Un chercheur de Valcartier, Albert Laflamme, a alors développé un nouveau type d'électrodes qui permet de séparer les deux processus. Les nouvelles électrodes comprennent, en plus de la cathode et de l'anode, une grille située à proximité de la cathode. La configuration de Laflamme est au TEA à pointes ce que la triode est à la diode.

Dans ce nouveau TEA, dit à double décharge, une première décharge entre la cathode et la grille produit des électrons d'ionisation. Ceux-ci sont ensuite dirigés contre les molécules de CO<sub>2</sub>, avec l'énergie voulue, par la décharge principale.

Aux Etats-Unis, grâce à une série de canons à électrons installés transversalement, on a réussi à séparer totalement les deux processus. Dans ces TEA de seconde génération, des faisceaux d'électrons très énergétiques, entre 100 et 200 keV, ionisent complètement le milieu. Des électrons secondaires, formés lors de ce bombardement, confèrent ensuite aux molécules l'énergie appropriée. Cette technologie capricieuse et coûteuse donne un rendement électrique de 20 pour cent, rendement spectaculaire pour un laser.

A l'Université d'Alberta et au Conseil national de recherche, à Ottawa, MM. Séguin et Richardson ont songé à ioniser préalablement le milieu au moyen d'une douche de rayons ultra-violets, et ont obtenu ainsi d'excellents résultats.

Cette technique se rapproche de la double décharge originale puisque l'on sait maintenant que le système de Laflamme produit lui aussi une photoionisation UV, au moment de la pré-décharge.

On dispose donc aujourd'hui de plusieurs techniques pour créer un grand nombre d'électrons d'ionisation à travers des volumes de plus en plus grands. Le dilemme ionisation-excitation a été complètement résolu avec les faisceaux d'électrons et, à coût beaucoup moindre, les méthodes d'électro-préionisation et de photo-préionisation continuent à présenter des approches valables.

Le problème de la préionisation réglé, il devient possible de construire des lasers fonctionnant à 5, 10 ou 40 atmosphères. Ces lasers superatmosphériques promettent non seulement de fournir une plus grande densité de molécules actives par litre, mais ils donnent lieu à des phénomènes physiques nouveaux.

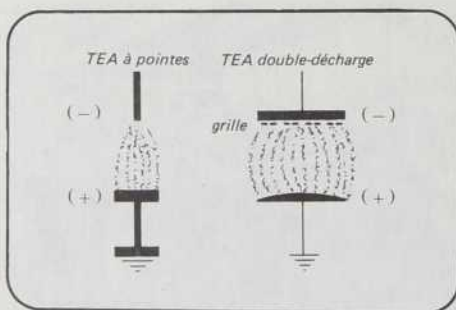
## ALLUMER DES SOLEILS

Ainsi, les niveaux d'énergie épaississent de sorte que la mince bande de fréquences normalement émise, 5 gigahertz centrés sur 10,6 microns, devient 5, 10 ou 40 fois plus large. Puisque la durée d'une impulsion est inversement proportionnelle à la largeur de bande, un spectre d'émission plus large donne des impulsions extrêmement brèves, jusqu'à la picoseconde. De telles impulsions peuvent être grandement amplifiées en vue d'amorcer la fusion thermonucléaire. La maîtrise de la réaction qui alimente le Soleil doterait l'humanité d'une source d'énergie illimitée. ▶

Selon l'approche la plus populaire, à l'heure actuelle, la fusion thermonucléaire pourrait être amorcée par *confinement inertiel*. Une salve d'impulsions convergentes a alors seulement une nanoseconde pour chauffer une pastille de combustible solide à des millions de degrés, avant qu'elle explose. Toute l'énergie de l'impulsion doit être contenue dans un intervalle de temps inférieur à la nanoseconde. On voit donc le grand intérêt des impulsions brèves.

Présentement, le principal rival du TEA, un laser constitué de barres de verre dopées au néodyme, émet un millier de joules, en un dixième de nanoseconde. Sa puissance dépasse la dizaine de térawatts, mille fois plus que le plus puissant TEA. De plus, sa lumière de 1,06 microns a une longueur d'onde dix fois plus courte que celle du TEA. Cette situation avantage le laser néodyme-verre, car la grande densité de la cible solide,  $10^{26}$  particules par centimètre cube, favorise l'absorption des courtes longueurs d'ondes. L'idéal serait même une impulsion d'ultraviolet, une longueur d'onde cent fois plus courte que celle du TEA, mais seulement dix fois plus courte que celle du néodyme.

Pourtant, malgré ses avantages, le laser néodyme-verre est condamné à n'avoir qu'un temps comme outil de recherche sur la fusion. Sa faible efficacité d'un dixième de un pour cent requerrait



Les électrodes double-décharge permettent d'extraire plus d'énergie du milieu.

toute l'énergie produite par le réacteur à fusion. De plus, on croit qu'aux hyperpuissances envisagées, des effets nouveaux se manifesteront, reléguant au second plan l'importance de la longueur d'onde.

Par conséquent, les laboratoires s'évertuent à construire des lasers TEA encore plus puissants. Pour cela, on tente d'accumuler toujours plus d'énergie, de joules, dans une impulsion de plus en plus brève. Ceci s'effectue dans des chaînes d'amplificateurs lasers.

### TRANCHER L'IMPULSION

Ces chaînes d'amplification débutent par un laser source qui fonctionne en « modes bloqués ». Son impulsion se trouve alors découpée en tranches d'une nanoseconde. Ensuite, une porte ultra-rapide laisse passer une seule de ces tranches. Au sortir de

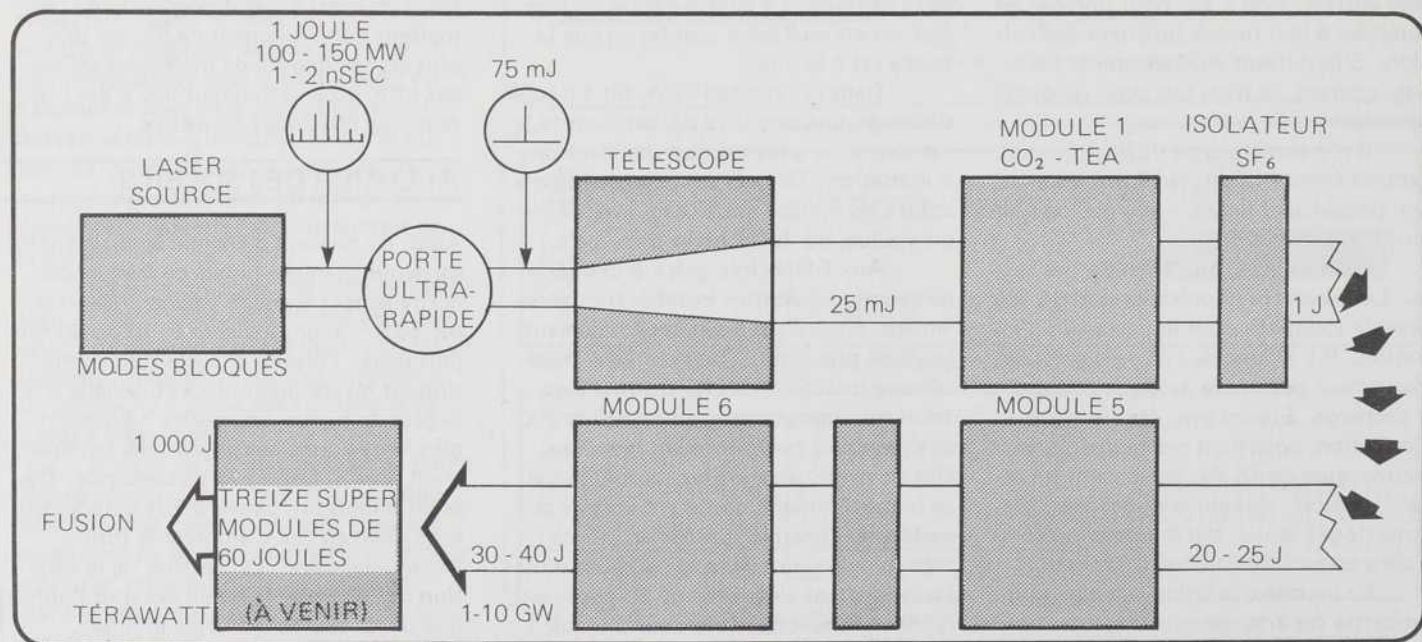
la porte, l'impulsion traverse un télescope inversé où elle gagne de l'importance en section. Après, commence la visite d'une série de modules d'amplification. Ces derniers sont des lasers sans miroir de sorte qu'une impulsion ne peut s'y bâtir par aller-retour. Le pompage de toutes ces sections est synchronisé à la fraction de microseconde près.

Le CRDV détient actuellement le record de la puissance émise par un ensemble source-amplificateur TEA, avec plus d'une dizaine de gigawatts. Par contre, il sera bientôt largement dépassé par le laboratoire américain de Los Alamos, où l'équipe de Keith Boyer construit d'énormes amplificateurs TEA de seconde génération. Ces sections à faisceaux d'électrons fourniront 2 000 joules par module. Chaque fois qu'on ajoute un module, la puissance du faisceau croît d'autant. On ne connaît pas encore de limites à l'accroissement linéaire de la puissance des TEA.

Les techniques de pré-ionisation par faisceaux d'électrons et de photoionisation UV permettent en effet d'entrevoir des modules d'amplification à plusieurs atmosphères de plus d'un mètre carré de section.

Ces modules d'amplification à grande section posent cependant quelques problèmes. Entre autres, celui de la *super-radiance*. Celle-ci survient lorsqu'un rayon

*Ensemble oscillateur/amplificateur TEA. Les chercheurs d'INRS-Energie étudient l'effet du faisceau de sortie d'une telle chaîne sur des cibles solides dans les locaux mis à leur disposition au CRDV. La chambre d'interaction a été réalisée en collaboration avec le Commissariat à l'énergie atomique de France. D'ici un an, le CRDV utilisera toute cette chaîne comme pré-amplificateur devant un module capable d'ajouter 60 joules à l'impulsion et donner 100 gigawatts. Il suffirait ensuite d'ajouter 12 autres super-modules afin d'obtenir une impulsion d'un kilojoule et de l'ordre du térawatt.*



laser très puissant se développe au cours d'un seul trajet (sans retour). Les grandes sections contiennent tellement d'énergie que la super-radiance s'y produit transversalement. Un simple grain de poussière ou l'aile d'une mouche peut réfléchir suffisamment de lumière pour amorcer une puissante impulsion.

Pour empêcher la formation de ces impulsions dévastatrices et inattendues, on sépare les sections au moyen d'un absorbant saturable, généralement de l'hexafluorure de soufre, SF<sub>6</sub>, utilisé couramment dans les disjoncteurs. Cette substance a la propriété d'absorber les rayonnements de faible puissance, mais d'être transparente aux grandes puissances. En plus, elle raccourcit l'impulsion en absorbant sa faible intensité frontale. Pour empêcher les impulsions parasites de se bâtir, on songe aussi à varier légèrement la longueur d'onde d'une section à l'autre.

En un mot, on n'est pas à bout de ressources et la puissance des TEA ne voit pas encore de limite.

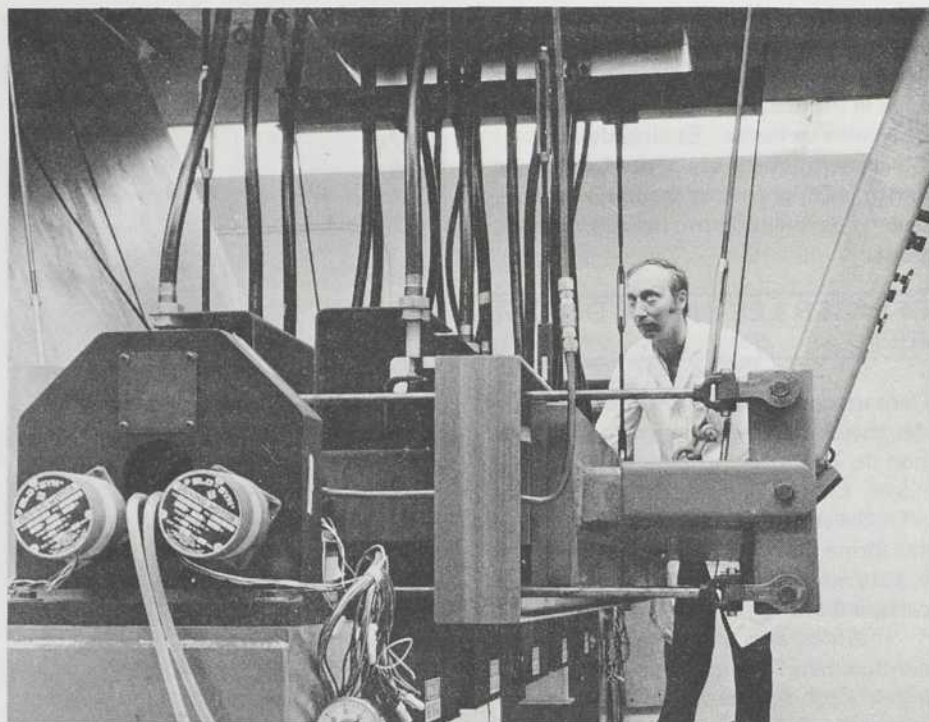
### L'«AUTRE APPROCHE»

D'un autre côté, on peut tirer avantage de la longueur d'onde de 10,6 microns en chauffant des plasmas, mélange d'ions et d'électrons, de faible densité. Cette méthode n'a pas encore de nom, on l'appelle seulement l'«autre approche».

Le Dr A.G. Englehardt, de l'Institut de recherche de l'Hydro-Québec est le leader de l'«autre approche».

On a en effet démontré que le rayonnement de 10,6 microns du TEA est complètement absorbé par des plasmas de 10<sup>17</sup> particules par centimètre cube, densité présentement atteinte en confinant le plasma à l'aide d'un champ magnétique de quelques centaines de kilogauss. Dans ces circonstances, on n'a plus besoin d'impulsions très brèves, de l'ordre de la nanoseconde. La microseconde suffit. La technologie existante permettrait donc de fabriquer des réacteurs à fusion par un mariage du laser TEA et du thêta-pinch (voir QUÉBEC SCIENCE, mars 1973, pp. 9 à 18).

Une version modifiée de l'«autre approche», proposée par le Dr Englehardt, permet même de chauffer des plasmas moins denses. À ce moment, la longueur d'onde du TEA est trop courte. Mais il est possible de l'allonger grâce à un principe élémentaire de physique: il suffit d'additionner deux impulsions TEA en les déphasant légèrement. La fréquence de battement obtenue correspond alors à la den-



*Laser à très haute cadence de 800 impulsions par seconde et d'un kilowatt de puissance moyenne, au CRDV. Les rafales sont dirigées contre des cibles installées dans un corridor de tir d'une centaine de mètres, de l'autre côté du mur. La circulation forcée du gaz, à 4 mètres cubes par seconde, renouvelle rapidement le milieu pour éviter la formation d'arcs.*

sité des plasmas confinés par des champs magnétiques plus faibles. Tout de même les réacteurs à fusion chauffés au laser CO<sub>2</sub>-TEA auraient plus d'un kilomètre de longueur!

### UNE ALLUMETTE À PLASMA

Bien que le contrôle de la fusion thermonucléaire constitue l'application la plus emballante du laser de Beaulieu, elle n'en demeure pas la seule, loin de là.

MM. Richardson et Alcock, du Conseil national de recherches, à Ottawa, entrevoient une vocation particulière du TEA pour créer et entretenir des plasmas. Ceux-ci constituent un important secteur de recherche de pointe. On envisage de les utiliser comme torche capable de découper n'importe quel matériau, pour traiter les minerais ou encore comme moteur des futurs véhicules spatiaux.

Les militaires, eux, s'y intéressent toujours. Par exemple, le TEA-LIDAR pourrait repérer les fameux missiles mermer qui foncent sur leur cible au ras des vagues. Les radars micro-ondes actuels ne peuvent discerner ces objets à la surface de la mer.

Au Vietnam, les «smart bombs» fonçaient avec une précision d'engin télé-

guidé sur les objets éclairés par des lasers. On avait doté les bombes ordinaires de têtes sensibles à la couleur émise par un laser. Comme celui-ci émet un faisceau très mince et précis, il peut alors marquer n'importe quelle cible. D'ailleurs, la compagnie Gentec, de Québec, travaille déjà sur un modèle d'illuminateur TEA, pour le ministère canadien de la Défense.

Quant au laser TEA comme rayon de la mort, en France et aux Etats-Unis, les centres de recherche militaire semblent le délaissier au profit des lasers thermiques et électriques. Ceux-ci fonctionnent aussi au gaz carbonique, mais émettent leurs centaines de kilowatts de façon continue. Ils ont mis le feu à des planches de bois à quelque mille mètres de distance et, selon certaines sources, auraient déjà abattu des avions-robots.

Mais leur puissance énorme engendre des phénomènes physiques imprévus: les ondes de combustion.

En effet, des expériences récentes ont révélé que les faisceaux continus des lasers de grande énergie suscitaient des phénomènes pulsés à la surface des matériaux. Initialement, le métal absorbe toute l'énergie du rayon, puis la matière vaporisée vient s'interposer entre la cible et la source. L'air s'ionise et une boule de

plasma remonte le faisceau vers le laser. À une certaine distance de la surface le plasma s'éteint et le rayon percute de nouveau la surface. Mais une nouvelle boule de plasma se forme. Et ainsi de suite. Finalement, une toute petite fraction de l'énergie émise touche la surface visée. En somme, le laser continu devient un laser pulsé.

### EFFACER LES CARIES DENTAIRES

Dans un domaine tout à fait différent, des chercheurs ont expérimenté l'utilisation du TEA pour prévenir les caries dentaires. Ces chercheurs californiens ont en effet constaté que l'émail des dents irradiées forme une nouvelle couche uniforme et lisse où toute craquelure, amorce de carie, a disparue.

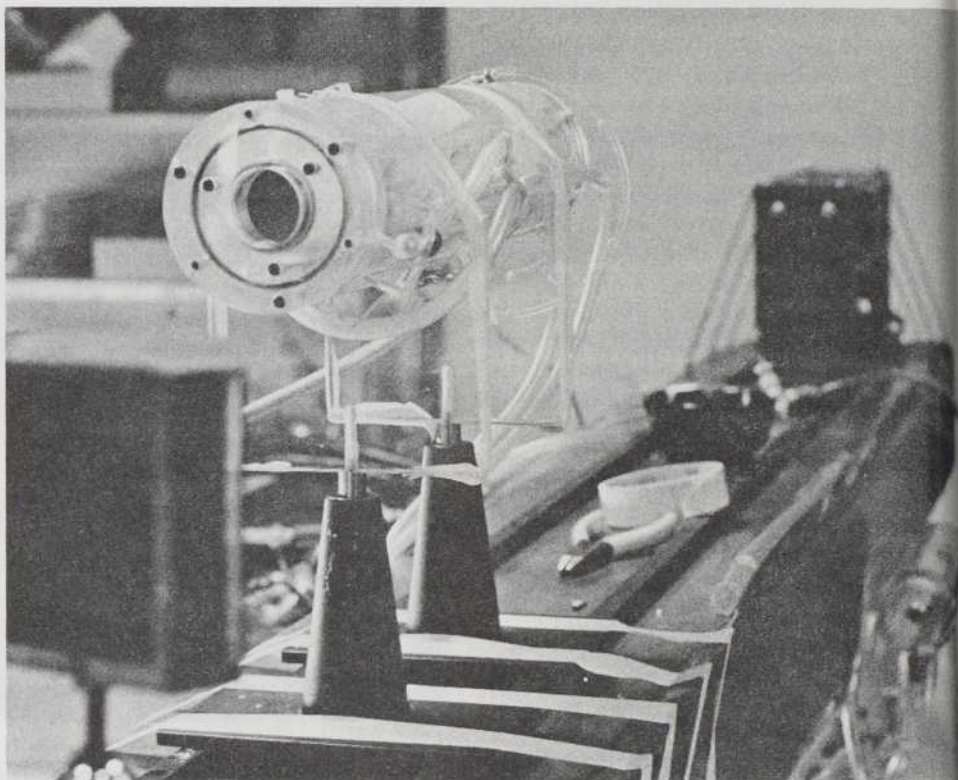
Enfin, le grand succès du laser CO<sub>2</sub> continu dans l'industrie promet un bel avenir à son frère pulsé, le TEA. Le premier est maintenant largement utilisé pour la soudure et le découpage par fusion des matériaux.

Le TEA, à cause de la brièveté de ses impulsions, transmet toute son énergie aux atomes superficiels qu'il vaporise instantanément sans donner le temps à la région adjacente de s'échauffer. Mais ce comportement peut s'avérer utile dans bien des cas.

Avec ces impulsions on peut percer, découper, creuser et vaporiser. Par exemple, Gentec a utilisé le TEA pour ajuster des gyroscopes. L'opération anciennement fastidieuse s'effectue désormais avec une précision et une vitesse inégalées en vaporisant des microgrammes de matière, à la microseconde près.

Au Laboratoire de recherche en optique et en lasers de l'université Laval, où on a formé les premiers spécialistes des lasers TEA, le Dr Réal Tremblay, qui a été associé aux travaux du CRDV dès le début, a entrepris de tailler l'impulsion TEA. On y cherchera d'abord à focaliser l'impulsion en un trait d'un dixième de millimètre d'épaisseur, puis en un anneau et, par la suite, en n'importe quel dessin désiré. Toute une nouvelle optique capable de traiter des impulsions infrarouges ultrapuissantes devra être inventée. Ensuite, ces systèmes pourront être utilisés pour graver, imprimer et vaporiser diverses surfaces industrielles.

De plus, lorsque l'impulsion vaporise les atomes superficiels, la détente de ces atomes engendre une onde de choc.



Prototype d'un laser TEA illuminateur, pour guider les bombes, en cours de développement aux ateliers de Gentec, pour le ministère canadien de la Défense.

Des chercheurs allemands ont exploité cette action indirecte du TEA.

Ils mouillent légèrement la surface d'une mince feuille de métal. Le liquide absorbe toute l'énergie et son expansion rapide crée une onde de choc qui transperce le métal comme une balle.

Il y a encore plus. Le TEA n'a pas dit son dernier mot vis-à-vis de la soudure. Les chercheurs québécois s'emploient fébrilement à allonger la durée de l'impulsion jusqu'à 100 microsecondes pour donner le temps aux effets thermiques de se manifester. Tout n'est pas dit, et il n'est pas interdit de penser que le TEA devienne idéal pour la soudure par points.

Enfin, si les recommandations d'un rapport, non publié, du Conseil des politiques scientifiques du Québec étaient appliquées, le Québec aurait de bonnes chances d'accentuer sa position de leader mondial des recherches et des applications du jeune et célèbre laser. Le rapport conseille aux ministères de l'Industrie et de l'Éducation de favoriser le développement de systèmes TEA industriels en mettant des fonds spéciaux à la disposition des entreprises et des laboratoires industriels prêts à s'associer pour travailler sur le TEA. Déjà la collaboration a débuté entre Gentec et l'Institut des pâtes et papiers de Montréal pour étudier le découpage du papier par laser TEA.

Avec le CRDV, Gentec, l'université Laval, l'Hydro-Québec et le centre de recherche sur l'énergie de l'Institut national de la recherche scientifique —INRS-Énergie—, le Québec possède tous les atouts pour prendre les devants de toute une technologie. Ces groupes ont effectué et continuent de réaliser des travaux de pionniers concernant le TEA. Il ne leur reste plus qu'à collaborer entre eux et avec d'autres pour faire en sorte que le laser TEA tienne toutes les promesses dont il est capable. ●

#### EQUATION DE PUISSANCE

$$1 \text{ gigawatt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ nanoseconde}}$$

$$\text{Puissance (watts)} = \frac{\text{Énergie (joules)}}{\text{Temps (secondes)}}$$



M. Jean-Marie Langevin, président directeur général de Gentec. Δ

M. Jean-Marie Langevin, propriétaire unique de Gentec, manifeste une confiance à toute épreuve. Pour la première fois, cette année, la division laser de sa compagnie réalisera des profits, et cela, après moins de trois années d'activité dans le domaine. Depuis le premier avril 1973, la compagnie a obtenu pour environ \$500 000 de contrats à court et à long terme reliés à la construction de systèmes TEA. M. Langevin prévoit que le montant représenté par la vente de TEA et les contrats reliés au laser dépassera le million de dollars, avant la fin d'avril 1974. En 1975, il s'attend à un chiffre d'affaires de \$5 millions.

Au mois de mai dernier, lors de la conférence de Washington sur les lasers le kiosque de la compagnie Gentec a été l'un des plus remarquables. Depuis ce temps, les perspectives de vente s'annoncent très bien. Gentec a même reçu des demandes de renseignements de la part du Japon. La petite compagnie de Québec est donc en voie de relever le défi et de commercialiser dans le monde entier une technologie que le Québec est le seul à posséder.

Les débuts ont été pénibles parce que Gentec a rassemblé sa propre équipe de chercheurs. A cause des difficultés de recrutement et du temps nécessaire à la mise sur pied des laboratoires on a critiqué la compagnie pour le retard qu'elle mettait à démarrer. Par contre, l'équipe du Dr Jacques Beaulieu, inventeur du

*TEA industriel fabriqué par Gentec. Il peut débiter jusqu'à 80 watts de puissance moyenne au taux de 400 impulsions par seconde. ▷*

# fini les portes et les châssis

TEA qui a quitté le CRDV pour diriger la section « Recherche et Développement » de Gentec constitue maintenant un énorme avantage à long terme.

En effet, Gentec a commencé à construire des systèmes complets pour l'INRS-Énergie, l'Institut de recherche de l'Hydro-Québec et l'Institut des pâtes et papiers, de Montréal. Les deux premiers systèmes seront utilisés dans le cadre d'études sur la fusion thermonucléaire.

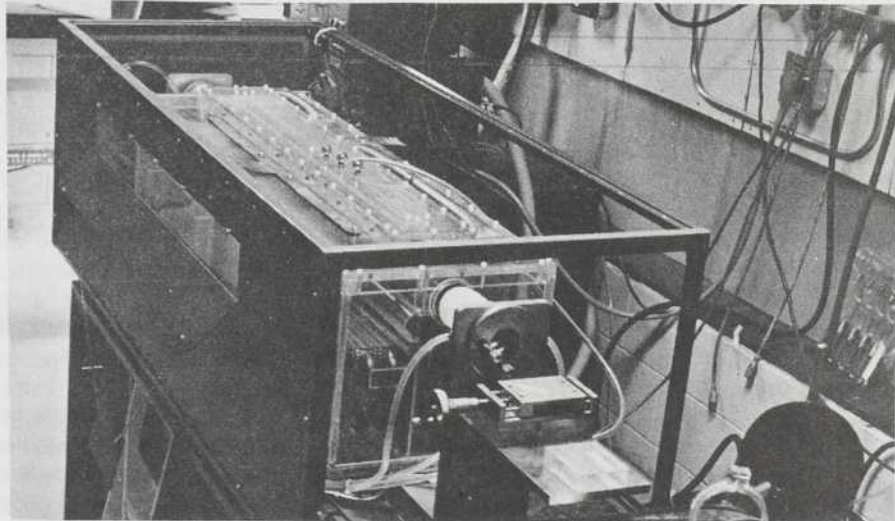
Par ailleurs, la mise au point d'un TEA industriel à haute cadence se poursuit. D'ici le printemps prochain, Gentec prévoit développer un TEA à très haute cadence de 1 000 impulsions par seconde capable de débiter une puissance moyenne d'un kilowatt. Gentec possédera alors l'instrument qu'il lui faut pour se tailler une place enviable dans l'important marché des lasers. Une autre société, la compagnie Lumonix, à Ottawa, fabrique aussi des versions commerciales du laser TEA.

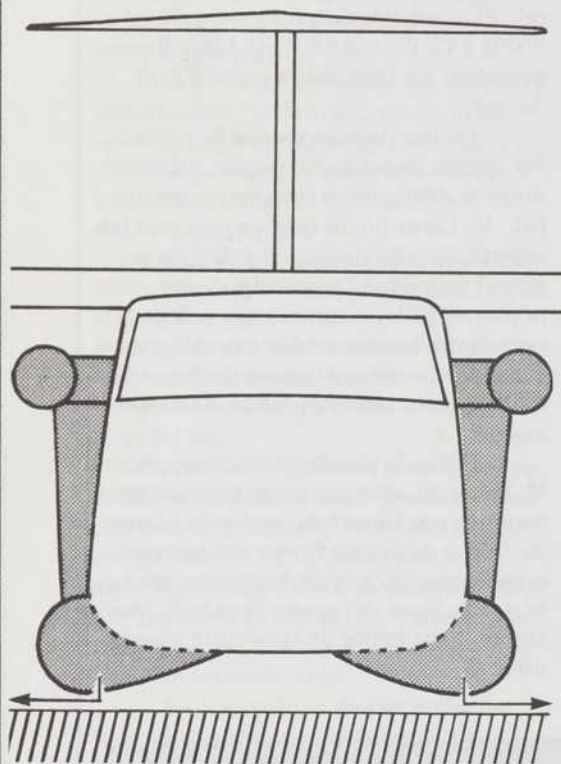
Chez Gentec, le montant affecté au poste « Recherche et Développement », représente 25% du budget total « Une proportion unique dans l'industrie », souligne M. Langevin.

La majeure partie des fonds de recherche provient du gouvernement fédéral. Plus précisément, d'un programme d'aide à l'industrie PAIT de 1,2 millions de dollars sur trois ans, à partir d'avril dernier.

Gentec ne manque pas de fonds. Par contre, la petite compagnie a énormément de difficulté à recruter du personnel. M. Langevin dit qu'il engage tous les scientifiques qu'il peut. Du côté du personnel technique l'embauche s'avère encore plus difficile, « impossible », précise le président-directeur de Gentec. « Il n'y a aucune industrie analogue à Québec et il faut tout leur montrer, même à boire et à manger... »

Enfin, la réussite de Gentec, déclare M. Langevin, démontre que le gouvernement n'a pas eu tort de confier la licence de TEA à de petites firmes entièrement canadiennes. « On s'est longtemps contenté de fabriquer des portes et châssis. Maintenant, il est temps de faire autre chose », dit-il. ●



TECH  
NO  
LOGIEles  
roues  
ne sont pas  
pour les avions

△  
L'avion « Buffalo » CC-115, utilisé pour le programme conjoint canado-américain d'atterrissage sur coussin d'air. Collée contre le fuselage, on aperçoit une des deux turbines PT6 modifiée de United Aircraft du Canada, utilisée pour gonfler l'anneau de caoutchouc. La photographie a été prise sur l'aéroport de Niagara Falls, où ont lieu les essais.

On s'en doute, c'est dans l'air que l'avion évolue avec le plus de facilité. Lorsqu'il roule sur la piste, il semble bien gauche et hésitant.

Il l'est de fait: vingt-deux pour cent des accidents survenant à l'atterrissage ou au décollage sont imputables aux seules roues, et le pourcentage atteint 34 pour cent si l'on inclut les accidents dus aux

manoeuvres du train d'atterrissage.

Les atterrisseurs classiques entraînent une usure inégale des pneumatiques lors de manoeuvres par vent de travers. Ils surévalent le fuselage des appareils et compliquent l'infrastructure des aérogares. Ils exigent une piste bétonnée à l'accès encombré par de longues files d'attente. Enfin, à mesure que croît la dimension

des avions, les trains d'atterrissages se compliquent et augmentent rapidement de poids. Sur le Boeing 747, par exemple, il y a seize roues et quatre atterrisseurs principaux.

Pas étonnant donc que dès 1954 la compagnie Avro, du Canada, ait songé à remplacer les roues par les coussins d'air inventés pour le célèbre Hovercraft de Cockerell, en Angleterre. En 1967, la Bell Aerospace et l'Air Force Flight Dynamics Laboratory ont repris l'idée du coussin d'air, en association avec le gouvernement canadien. Dans le cadre d'un premier projet conjoint Canada-USA, 11 millions de dollars ont été dépensés sur quatre ans pour adapter une première



version à un petit avion amphibie monomoteur Consolidated LA-4.

Le nouvel atterrisseur remplace complètement le train classique par un coussin d'air, maintenu dans une membrane élastique annulaire, sous le fuselage au cours du décollage et de l'atterrissage. L'air fourni par des compresseurs spéciaux gonfle alors l'anneau, et s'échappe par de multiples orifices situés à sa partie inférieure, créant un coussin de surpression emprisonné entre le fuselage, l'anneau et le sol. L'avion est supporté si le produit de la surpression par la surface du coussin d'air est égal à son poids.

Mais comment assurer le freinage et la direction, principal problème du nouvel

atterrisseur? Selon l'approche choisie, le freinage est assuré au moyen de boudins accrochés à l'anneau gonflable. En appliquant des pressions différentes dans les «saucisses» de droite ou de gauche, le pilote peut exercer un freinage dissymétrique et diriger ainsi l'appareil pendant et après l'atterrissage. En ne gonflant que les boudins d'avant ou d'arrière, il pourra aussi varier l'inclinaison longitudinale, pour favoriser le chargement du cargo par une extrémité ou l'autre du fuselage.

Lors des premiers essais effectués avec le petit avion LA-4, les départs et arrivées se sont déroulés aussi bien sur terre et sur mer que sur des surfaces glacées ou enneigées. Les faibles irrégularités de terrain et les crêtes des vagues ont été très bien absorbées. Pour éviter des aspérités plus importantes, on n'a qu'à augmenter le débit de l'air soufflé dans le coussin.

Afin d'accélérer l'utilisation pratique du nouveau système, le gouvernement canadien a demandé à Bell Aerosystems et à la De Havilland of Canada de l'adapter à l'avion à décollage et atterrissage court (ADAC) «Buffalo». En même temps on a demandé à la United Aircraft du Canada, de Longueuil, de modifier ses célèbres turbines à gaz PT6 pour souffler l'air dans l'anneau de caoutchouc. La nouvelle soufflante, baptisée ASP-10, comporte deux turbines installées de part et d'autre du fuselage. L'installation complète pèse une tonne.

A long terme les avantages de l'atterrisseur à coussin d'air promettent d'éliminer complètement les roues. D'abord, l'atterrisseur à coussin d'air est plus sûr. Un LA-4 dont on avait percé la membrane avec un couteau de chasse conservait une direction correcte de décollage. Perspective tout à fait nouvelle, l'atterrisseur sur coussin d'air se prête relativement bien au décollage et à l'atterrissage par vent de travers. En fait, l'avion peut pointer dans une direction résultant d'un compromis entre sa trajectoire et le sens du vent.

L'adoption de l'atterrisseur à coussin d'air fait aussi entrevoir la décongestion des aéroports actuels. On pourra créer de nouvelles aires d'atterrissage et de décollage un peu partout, sur l'eau, sur terre et sur les plages. Sur les aéroports existants il deviendra possible de multiplier les pistes puisqu'elles n'auront plus besoin d'être bétonnées.

En position escamotée, l'atterrisseur gonflable occupe bien moins d'espace et est plus léger. De plus, débarrassé des servitudes des trains d'atterrissage attachés à l'aile, l'avion peut être doté d'une aile

haute, ce qui permet de rapprocher le fuselage du sol. L'embarquement des passagers pourra même s'effectuer directement au niveau du sol.

Les gros avions profiteront encore plus que les autres de l'atterrisseur à coussin d'air; on n'a qu'à augmenter la pression de l'air. Par exemple, un avion de 150 tonnes n'a besoin que d'une surpression de 0,3 atmosphère, valeur relativement peu élevée. Par contre, dans le cas de l'atterrisseur classique, il faut augmenter le nombre de roues pour éviter d'enfoncer dans la piste et renforcer les structures des puits et des installations hydrauliques.

Enfin, la distance de décollage peut être allongée indéfiniment, le frottement dû au coussin contre la piste demeurant négligeable, même à grande vitesse. La vitesse de décollage peut donc être plus élevée, ce qui se traduit dans la pratique par un accroissement du rapport charge utile/masse totale. Un gain commercial important peut alors être obtenu.

L'intérêt pour l'atterrisseur de demain est tel que déjà la NASA a demandé à Bell Aerospace d'en étudier l'application à la navette spatiale. ●

# métallurgie des poudres

Non, la métallurgie des poudres ne recèle pas de recettes du genre: «Vous ajoutez un peu d'eau. Vous brassez vigoureusement et vous versez dans le moule». Elle origine des principes les plus fondamentaux de la métallurgie classique.

En effet, contrairement à ce que le non-initié pourrait croire, les meilleures pièces métalliques ne sont pas faites d'un seul cristal. Une épée d'acier de Tolède est d'autant plus solide qu'elle contient plus de microcristaux, ou grains. Ce sont les nombreuses forces et contraintes exercées par ces grains les uns sur les autres qui bloquent la progression des fractures.

Mais, en métallurgie classique, les différents métaux des alliages modernes ont souvent tendance à se séparer durant la solidification, après la coulée; c'est tout le problème de la ségrégation.

La métallurgie des poudres permet de contourner ce problème. La poudre de métal s'obtient en pulvérisant l'alliage en fusion en fines gouttelettes. Celles-ci se solidifient très rapidement et la ségrégation se trouve limitée au volume de chaque gouttelette. Elles sont ensuite comprimées pour former directement des roulements poreux, des filtres et des filaments de lampe en tungstène, aux microstructures fines et uniformes.

Parfois il faut recourir à la chaleur pour traiter et forger les poudres, mais le Laboratoire des structures et des matériaux du Conseil national de recherche

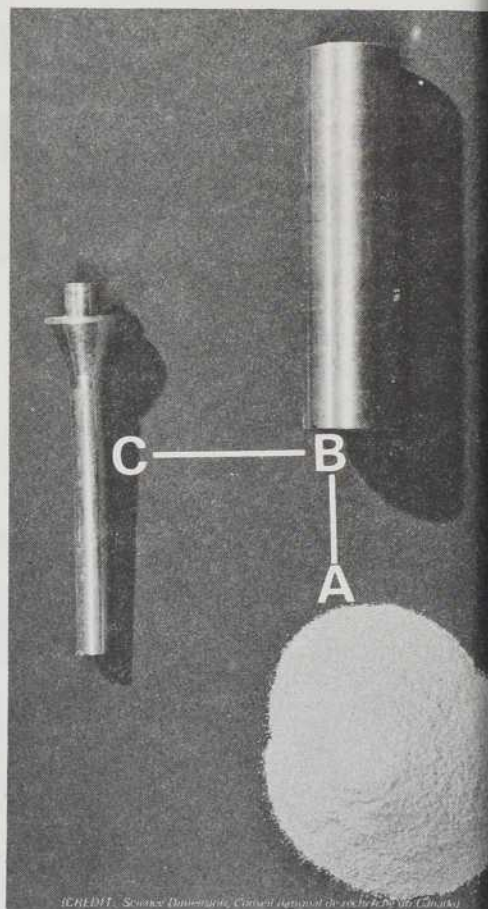
développe des techniques où les hautes pressions évitent le recours à la chaleur.

La première technique consiste à appliquer sur les poudres une forte pression isostatique, uniforme de tous les côtés, par l'intermédiaire d'un fluide. Dans la deuxième technique, on utilise encore un fluide, mais cette fois-ci pour forcer le métal (lopin) à travers un orifice (filière). Sa section peut alors être réduite dans un rapport de 100 à 1, dit rapport d'extrusion.

En fait, les chercheurs du CNR utilisent les deux méthodes l'une à la suite de l'autre. Et ils ont perfectionné la seconde en éliminant le frottement entre les parois de la filière et le lopin par l'introduction d'un fluide sous pression entre les deux. L'écoulement plastique devient plus uniforme et le procédé peut s'appliquer à des matériaux extrêmement cassants comme le béryllium, le molybdène et même la fonte!

Par ailleurs, plus le rapport d'extrusion est élevé, plus la résistance de la pièce est grande. Par exemple, une barre d'aluminium extrudée avec un rapport de 100 est 20 pour cent plus résistante à la traction qu'une barre obtenue par extrusion isostatique de rapport 6.

Cependant, l'exploitation commerciale de ce traitement à froid des poudres sera retardée à cause des très grandes pressions exigées, disponibles uniquement en laboratoire. ●



Les hautes pressions permettent de convertir des poudres de métaux (A) en lopins compacts (B) puis en barres consolidées, par extrusion.

## LASER TEA CO<sub>2</sub>

Le modèle DDL-2 de Gen-Tec, un laser TEA vous donnant des impulsions d'une **puissance instantanée d'un mégawatt**, pour environ \$4 000, bloc d'alimentation inclus, avec un escompte spécial aux écoles québécoises.

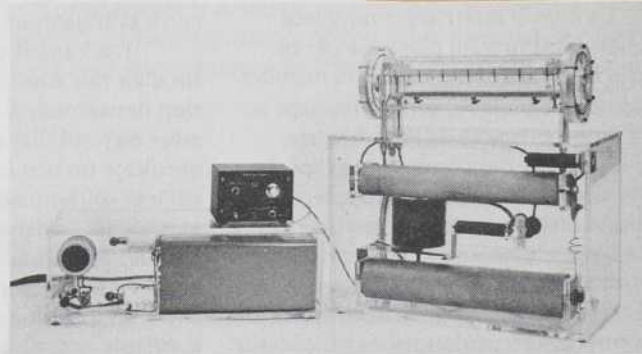
Un livret d'expériences de laboratoire est disponible à l'intention des étudiants.

Un outil de l'avenir, disponible maintenant, **inventé et fabriqué au Québec**.

Pour plus d'informations, contactez:

**gen-tec** INC.

2625, Dalton, Québec, Canada - G1P 3S9 - (418) 651-8000



# réconcilier les alphabets arabes avec le 20<sup>ième</sup> siècle

L'extrême complexité graphique de leurs langues écrites est l'un des principaux obstacles au développement des pays arabes ou orientaux.

Mais le procédé mis au point par un scientifique canadien d'origine pakistanaise permettra de réconcilier ces langues avec le 20<sup>ième</sup> siècle, en ouvrant toutes grandes à leurs alphabets — sans rien sacrifier de leur richesse et de leur beauté — les portes de la dactylographie, de l'informatique et de la télétransmission.

par Alexandre Dorozynski

Comment peut-on, avec un clavier de 32 touches, dactylographier ou transmettre à distance un texte en écriture arabe comprenant jusqu'à 256 caractères ou formes de lettres différents?

C'est le problème qu'a résolu un informaticien canadien, le professeur Syed Hyder de l'Université de Montréal, pour mettre au point le premier «sélecteur» de caractères arabes. Ce petit appareil électronique contient, «en mémoire», les règles de grammaire sélectionnant la forme que doit prendre une lettre selon son contexte et sa position dans un mot. Il permet, pour la première fois, la reproduction mécanique et la transmission du langage arabe écrit, tout en respectant sa complexité et sa beauté.

Le sélecteur s'adapte aux machines à écrire, linotypes, téléscripteurs et systèmes d'affichage lumineux, pour accélérer le transfert des informations et améliorer la compréhension d'un texte tout en évitant les ambiguïtés qui peuvent résulter d'une simplification extrême du système d'écriture.

Cette découverte a des implications importantes. Plus de 300 millions de personnes en Afrique du Nord, au Moyen Orient, et dans le sous-continent Indien, parlent ou bien l'arabe, ou bien l'une des 40 à 50 langues qui utilisent ses caractères.

## DES LANGUES À DEUX DIMENSIONS

La reproduction de ces écritures sur des machines à clavier pose des problèmes qui n'existent pas dans les langages occidentaux, comme le français ou l'anglais. Ces derniers ont un alphabet de lettres dont les formes ne varient pas selon leur position. L'écriture arabe possède, elle aussi, un alphabet, de 32 caractères environ (selon la langue), dont la plupart correspondent à des caractères occidentaux. Mais dans l'écriture, la forme graphique de chaque lettre change, selon sa position dans le mot.

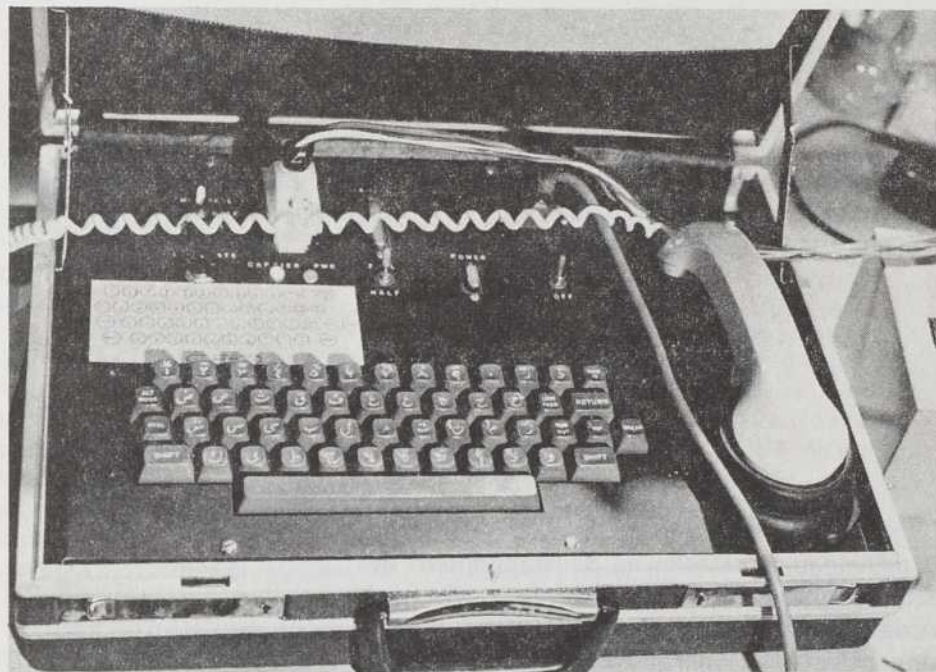
En moyenne, chaque lettre peut prendre quatre formes différentes. Ainsi, une machine à écrire arabe, possédant, par exemple, un total de 96 signes différents, pose à l'opérateur un problème de choix constant. En effet, avant de frapper une lettre, il doit tenir compte de la position de cette lettre dans un mot, afin d'en choisir la forme (forme initiale, finale, médiane, ou isolée). Lorsqu'il s'agit de transmettre ce texte à distance il faut, également, pouvoir transmettre quatre fois plus d'information qu'il n'y a de lettres.

M. Hyder, d'origine pakistanaise, qui a fait ses études de mathématiques puis d'informatique à l'Université de Karachi et à celle de McGill à Montréal, a été intrigué d'abord par l'aspect mathématique du problème. La mathématique linguistique, science récente, s'était adressée surtout aux langues occidentales, et le professeur Hyder constatait qu'elle ne s'adaptait pas à la langue écrite arabe qui devait être considérée comme une langue à deux dimensions, alors que l'écriture du français ou de l'anglais est linéaire, ou unidimensionnelle.

Une analyse des diverses formes de lettres utilisées dans l'écriture arabe a permis à M. Hyder de reconstruire toutes ces formes à partir d'éléments géométriques simples: points, segments de droite, et arcs de cercle. Avec ces éléments, il construisait 35 sous-formes primitives, et parvenait à élaborer un système par lequel un caractère, quelle que soit sa forme variante, pouvait être défini en associant un maximum de cinq configurations primitives et une configuration de points. Le système permettait à une lettre d'avoir jusqu'à huit formes variables.

A partir de ce système, mathématique, le professeur Hyder a tenté de résoudre le problème de l'adaptation de l'écriture arabe à la dactylographie, l'impres-





Le clavier simplifié, sur lequel le texte est dactylographié. Le sélecteur «choisit» par la suite la forme de chaque lettre selon sa position dans le mot. Δ

sion, et la transmission. Ce problème avait déjà été abordé de nombreuses fois. Plus de 200 solutions avaient été proposées dans le passé, la plus radicale ayant été édictée par Kamal Ataturk en 1923: il supprimait tout simplement l'utilisation des caractères arabes en Turquie et les remplaçait par leurs équivalents phonétiques de l'alphabet latin. La langue turque, d'ailleurs, n'était pas des mieux adaptées à l'écriture arabe.

Les autres pays utilisant les caractères arabes considéraient cette solution comme inacceptable, car elle détruisait la tradition littéraire et culturelle de l'écriture ainsi que le côté esthétique de sa calligraphie.

### LA PETITE BOÎTE GRISE

Plusieurs linguistes avaient proposé des alphabets «unifiés», dont aucun n'a été trouvé acceptable de façon unanime. La solution qui avait été, jusqu'à présent, considérée comme la plus satisfaisante, est le résultat du travail d'un calligraphe, Adly Boulos, de *L'Al Ahram* (quotidien du Caire). Cette solution, malgré une certaine opposition des traditionalistes, s'est répandue, surtout dans la presse, notamment parce qu'elle permettait la composition de textes par ordinateur.

Quant aux machines à écrire actuelles, elles peuvent compter plus de 100 touches à leur clavier mais, malgré cette simplification relative, ce nombre, et le choix

d'une variante que doit constamment faire l'opérateur, requiert un long apprentissage et ralentit considérablement la frappe.

M. Hyder, avec l'aide du Conseil national de recherche canadien et du Centre de recherches pour le développement international (Ottawa) étudia la possibilité de reproduction, par ordinateur, des caractères arabes sur un écran d'oscilloscope. Ce fut un succès. «L'écriture sur l'écran, dit-il, avait la qualité esthétique de l'écriture manuscrite.»

Il ne restait plus qu'à mettre au point un système qui ferait automatiquement le choix de la forme de la lettre, en tenant compte de ce qui la précède et de ce qui la suit. Ce procédé ne devrait pas reposer sur un ordinateur coûteux, afin d'être accessible à de nombreux utilisateurs. Il s'agissait, en fait, de «mettre en mémoire» dans un ordinateur aussi simple que possible certaines règles de grammaire, commandant la sélection de l'une ou l'autre des formes d'une lettre, selon sa position dans un mot. C'est ce que peut faire aujourd'hui «la petite boîte grise» de M. Hyder; plusieurs représentants de pays dont la langue utilise les caractères arabes ont pu en voir le fonctionnement lors d'une première démonstration à Ottawa le 21 août dernier.

Raccordée à une machine à écrire arabe, la petite boîte fait la sélection à la place de l'opérateur. En frappant sur un clavier simplifié, qui ne comporte que les 32 caractères de base, l'opérateur dactylo-

## imprimerie un casse-tête

Quoique certaines traditions arabes anciennes attribuaient l'invention de l'écriture arabe à Ismael, fils d'Abraham, la thèse généralement acceptée est que cette écriture est d'origine nabatéenne —peuple dont la ville principale était Petra, aujourd'hui en Jordanie. L'écriture nabatéenne elle-même dérive de l'écriture araméenne et, en remontant plus loin, de l'écriture phénicienne du deuxième millénaire avant Jésus-Christ.

L'alphabet nabatéen, de 22 lettres, ne suffisait pas à exprimer tous les sons de la langue arabe, et certains caractères nabatéens furent utilisés —dès le début de la rédaction du Coran— pour rendre deux sons arabes, ou plus.

Ces lettres ne comportaient pas de voyelles, qui étaient sous-entendues, alors que l'alphabet gréco-latin, également dérivé du phénicien avait introduit des voyelles dans les mots.

C'est pour faciliter une lecture correcte du Coran que des signes spéciaux, au-dessus et au-dessous des lettres, figurant les voyelles, et des signes de vocalisation, étaient ajoutés. Pendant un certain temps, certains des signes étaient même différenciés par des couleurs.

Cette écriture, mise au point au 1er siècle de l'islam, a conservé sa structure, avec des variations mineures, dans toutes les langues qui utilisent l'écriture arabe. (Seule la Turquie, en 1923, l'abandonnait pour adopter, sur un décret d'Ata Turk, les caractères latins.)

Le problème de l'écriture s'est posé de façon particulièrement aiguë depuis son utilisation en imprimerie. Il n'y a pas, en arabe, de caractères d'imprimerie que l'on peut distinguer des caractères d'écriture (alors que dans l'alphabet gréco-latin, les caractères d'imprimerie, différents des caractères écrits, ont été développés à partir de l'écriture lapidaire).

# l'arabe le chinois

Pour faciliter la lecture (donc ne pas omettre les «points diacritiques» et signes de vocalisation), et du fait que de nombreuses lettres ont des formes différentes selon leur position dans un mot, les premiers imprimeurs utilisaient une «casé» de plus de mille caractères. Même aujourd'hui certaines imprimeries en utilisent 400 ou 500 car il est difficile, en surajoutant des signes pour modifier la prononciation de certaines lettres, de placer ces signes avec suffisamment de précision pour éviter les malentendus. Sans ces signes, la lecture devient difficile, car il faut comprendre le mot avant de pouvoir le prononcer correctement.

Ceci peut arriver avec d'autres langues —en français, par exemple, «ferment» se prononce différemment, et a des significations différentes, selon que ce soit «ils ferment les portes» ou «le ferment d'une révolution».

En Arabe, un tel quiproquo peut se produire avec beaucoup de mots, ce qui a donné lieu à la formule bien connue des linguistes: «Dans les langues occidentales, on lit pour comprendre, alors qu'en arabe, il faut comprendre pour lire.»

Aujourd'hui le plupart des imprimeurs sont arrivés à réduire le nombre de caractères d'imprimerie à 300 environ, et l'Académie du Caire a proposé une réduction à 169 en intégrant certains signes dans les mots. Ce projet, étudié par le Congrès des Académies arabes à Damas en 1958 fut adopté avec quelques modifications en janvier 1960, mais n'a jamais été mis en pratique d'une façon généralisée. Certains experts pensent que l'écriture arabe, à laquelle se sont ajoutés depuis des siècles de nombreux apports et modifications dialectiques, est devenue bien plus complexe qu'elle ne l'était à ses origines. ●

graphie de deux à quatre fois plus rapidement que sur une machine à écrire standardisée. La transmission à distance se fait entre deux téléphones: le premier reçoit, sous forme d'impulsions, l'information qui est dactylographiée sur le clavier simplifié; le second, récepteur, transmet les impulsions au sélecteur, lequel surajoute les règles grammaticales avant que la frappe ne soit réalisée par une machine à grand clavier. Un appareil téléphonique ordinaire suffit pour transmettre les impulsions. Ainsi, on peut, à n'importe quelle distance, et sans télécriteur, transmettre un message écrit à la vitesse de quelque 100 signes par minute.

## OURDOU, FARSI, PACHTO

Selon l'auteur de cette invention, une machine à écrire, incorporant un sélecteur miniaturisé, pourrait être moins coûteuse à fabriquer qu'une grande machine électrique classique, car le prix du sélecteur serait compensé par la possibilité d'éliminer certaines parties mécaniques.

M. Hyder a commencé ses travaux sur un grand ordinateur (système digigraphic, CDC 1700) à l'Université de Montréal. Il a ensuite fabriqué dans son laboratoi-

re un ordinateur plus petit au prix de \$5 000 environ —qui pouvait réaliser le même travail de sélection. Puis, voici quelques mois, il terminait l'assemblage d'un prototype encore plus petit (de la taille d'un dictionnaire!) le seul qui existe actuellement, et dont le prix de revient a été de \$500 environ. La fabrication à la chaîne d'un module, miniaturisable à la dimension d'un paquet de cigarettes —voire d'allumettes— permettrait de réduire encore le prix du sélecteur par un facteur important.

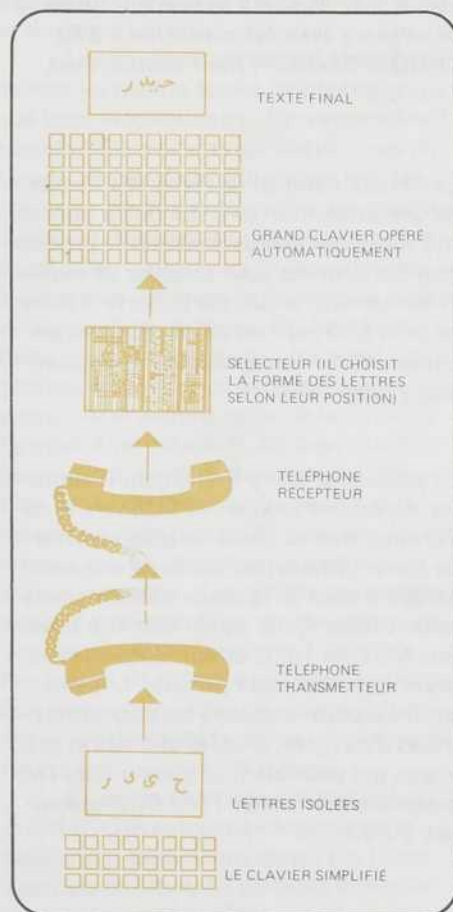
Il est également possible d'utiliser le système pour établir, en direct, des communications avec un ordinateur.

Dans le sélecteur lui-même, les informations reçues sont transcrites en code binaire avant d'être retransmises sous forme d'impulsions électriques pour commander à la terminale la frappe de caractères écrits. À l'heure actuelle, les langages ordinateur, tels le fortran ou le cobol, requièrent au départ l'utilisation de caractères latins, et une étape supplémentaire est nécessaire pour la traduction de l'arabe en caractères latins, puis en langage ordinateur. Grâce au sélecteur, cette étape pourrait être évitée.

Enfin, les caractères arabes, générés sur écran cathodique, se prêtent à la reconnaissance des formes par ordinateur. Un texte —imprimé ou retransmis sur écran— pourrait donc être mis en mémoire ordinateur, pour être éventuellement traité, soit pour la reproduction, soit comme source de données, et peut-être même pour traduction.

M. Hyder a par exemple mis dans la mémoire d'un ordinateur (Xerox Sigma 6) à l'Université de Montréal, des passages du Coran, et des poèmes classiques en langue arabe, ourdou (parlée au Pakistan), farsi (Iran), et pachto (Afghanistan). Ces textes, ou une partie de ces textes sont, sur demande, sélectionnés et retransmis pour apparaître, au terminal, sous forme de texte dactylographié ou composé pour impression. Le même système pourrait être utilisé pour extraire d'une banque de données des informations qui se présenteraient sur une «imprimante» en caractères arabes.

C'est donc enfin la porte grande ouverte, pour ces écritures, aux impératifs des communications modernes. Il pourrait s'agir d'une véritable libération de ces centaines de millions d'hommes jusqu'alors prisonniers de leurs alphabets. ●



# REVUE DE PRESSE

Dans un rapport sur l'énergie et l'environnement, rédigé pour le Canada Council, le Dr Asit Biswa, directeur de la recherche sur les écosystèmes, au ministère de l'Environnement, affirme que **le Canada a les moyens de protéger son environnement.** «Il en coûtera cher pour protéger notre environnement, dit le Dr Biswa, mais, le coût ne sera pas prohibitif.» (*The Ottawa Journal*, 8-9-73).

Une compagnie canadienne, Arctic Canadian Continental Shelf Exploration Services Limited, se propose de construire un **sous-marin d'exploration géophysique capable d'évoluer sous les glaces de l'océan Arctique.** Le «Narwal», d'une longueur de 10 mètres et pouvant emporter trois passagers, sera spécialement conçu pour l'étude sismique du plateau continental polaire. Présentement, il est impossible d'obtenir des échos valables à partir de la surface glacée, puisque la frontière eau-glace forme un réflecteur parfait. (*The Ottawa Journal*, 8-9-73).

L'Institut national de la recherche scientifique a formé **les deux premiers physiciens québécois en fusion par laser.** Il s'agit de MM. Gilles Beaudry et Alain Bonnier. (*À Propos*, 21-9-73).

Plusieurs médicaments d'usage courant comme l'*Aspirine* et certains *antiacides* pourraient être responsables de **déformations chez les nouveaux-nés.** Le Dr K.S. Khera, du ministère de la Santé, a dit que deux pour cent des enfants viennent au monde avec des malformations majeures, os trop courts, défauts dans la colonne vertébrale et palais fissuré. (*The Montréal Gazette*, 21-9-73).

Le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie songe à ne faire qu'**une seule**

**politique scientifique unifiée** de ses différentes politiques concernant les océans, l'Arctique et l'espace. Une recommandation en ce sens est contenue dans le troisième volume du rapport Lamontagne sur la politique scientifique canadienne. (*The Globe and Mail*, 24-8-73).

**Une immense île artificielle** pour l'emménagement du pétrole, fabriquée par la compagnie française Protocéan Limitée, à partir d'une invention du Conseil national de recherche du Canada, a été installée dans la mer du Nord. Le réservoir de un million de barils d'huile brute est entouré du brise-lames à paroi perforée qui atténue l'impact des vagues, inventé par le physicien G.L.E. Jarlan. La première structure de ce genre avait été construite à Baie Comeau, Québec. (*The Financial Post*, 11-8-73).

Le Conseil national de recherche a accordé une subvention de \$185 000 à l'université Waterloo pour **automatiser la production des matrices pour semelles de soulier.** Présentement, le Canada importe d'Europe pour \$30 millions de ces matrices par année. (*Plant Management and Engineering*, juillet 1973).

Le professeur Barry French, du Institute for Aerospace Studies, de l'Université de Toronto, met au point un spectromètre de masse ultraperfectionné qui sera **embarqué à bord de la sonde spatiale américaine Viking.** Cette sonde doit être lancée vers Mars, en 1975, et doit déterminer si la vie existe sur cette planète. L'instrument canadien mesurera les plus petites traces d'oxygène, d'azote et d'autres gaz vitaux qui pourraient se trouver dans l'atmosphère martienne. (*The Ottawa Journal*, 2-7-73).

La prospection pétrolière est telle que l'on peut être assuré qu'il y aura des pipelines et même **des forages de pétrole sous les glaces de l'Arctique dans quelques années** à peine, selon le ministre des Sciences, Mme Jeanne Sauvée. (*Le Devoir*, 11-8-73).

À douze milles au nord-est de Atlantic City, New Jersey, d'intenses études océanographiques sont effectuées en vue de **l'installation des deux premières centrales nucléaires flottantes au monde.** Le projet de un milliard de dollars prévoit deux centrales de 1 150 000 kilowatts. (*The Globe and Mail*, 24-9-73).

Des savants soviétiques ont découvert que **certain icebergs de l'Antarctique peuvent exploser.** Les explosions sont provoquées par une multitude de bulles d'air comprimé emprisonnées dans la glace. (*The Globe and Mail*, 14-3-73).

**Des vestiges remontant à 5 000 ou 6 000 ans avant l'ère chrétienne** viennent d'être découverts à Sainte-Anne-des-Monts, non loin de Rimouski. Les pointes de pierre taillée indiquent que la Gaspésie aurait été habitée très tôt, à la suite du retrait des glaces qui recouvraient le Canada, il y a 10 000 ans. (*Québec Presse*, 30-9-73).

L'implantation expérimentale de **stimulateurs cardiaques actionnés à l'énergie atomique** vient d'être autorisée au Canada. Par contre, le gouvernement du Québec a interdit aux hôpitaux québécois de se prévaloir de cette autorisation. (*Le Devoir*, 3-10-73).

# des jeunes se penchent sur leur assiette

par Hugues Poulin

Le coût de la vie augmente sans cesse. Les biens alimentaires suivent le courant inflationniste. Pour le même prix, le consommateur québécois obtient des aliments en quantité ou de qualité moindres qu'auparavant.

Il faut bien manger. Mais que mangeons-nous? Deux groupes de stagiaires en biochimie ont tenté de répondre à cette question durant l'été dernier. Ces stages organisés par le Conseil de la jeunesse scientifique du Québec regroupaient une vingtaine d'étudiants de niveau secondaire de la région de Montréal. «Nous avons voulu montrer aux stagiaires comment trouver ce que contient un aliment», raconte Michel Gagnon, responsable des stages. «Ils devaient organiser leur projet, choisir un projet de recherche et l'approfondir», ajoute-t-il.

Les stagiaires ne prétendent pas être des scientifiques chevronnés, et assomèrent de quelques réserves les conclusions de leurs recherches. Toutefois l'utilisation de méthodes de travail éprouvées et d'un équipement professionnel confèrent une bonne crédibilité à leurs travaux. Ils s'appuient d'ailleurs sur des publications de l'AOAC (Association of the Official Analytical Chemist), des livres de Lees et Jacobs et autres autorités mondialement reconnues en microbiologie alimentaire. Les résultats obtenus furent comparés aux normes fédérales de la loi des aliments et drogues. L'Université du Québec à Montréal a gracieusement prêté ses laboratoires et facilité l'accès de sa bibliothèque aux jeunes chercheurs.

Des échanges informels entre stagiaires et responsables, sous forme de séminaire en chimie analytique et organique, en diététique, en microbiologie alimentaire, et en méthodologie d'échantillonnage et de rapport avaient servi d'entrée en matière à ces scientifiques en herbe. Quelques travaux communs complétèrent leur initiation biochimique.

## DU MIEL DU BEURRE ET DU GRAS

Chacun, seul ou en groupe, entama un projet de recherche selon ses aptitudes et

ses goûts. Les étudiants du premier stage analysèrent des produits de consommation courante tels bifteck haché, croustilles (chips), jus d'orange, pudding en conserve, pain, miel et Coca-Cola. Les résultats révèlent particulièrement que les puddings en conserve, le pain et le miel sont conformes aux normes établies par le gouvernement fédéral. Les propriétés nutritives des jus d'orange naturel et reconstitué seraient à peu près égales. Une analyse de bifteck haché à \$1.50 la livre a démontré un taux de 26,2% de gras. Les normes fédérales permettent 30%.

«Grassouillets» attention!: 65% à 80% du poids total des croustilles est de nature grasseuse. Aucune valeur nutritive, sauf pour les bourrelets. Finalement les étudiants du premier stage ont réussi à isoler la caféine du «vrai de vrai» et à prouver encore une fois que cette tristement célèbre eau gazeuse contient davantage de caféine que le thé ou le café. Trêve de cola.

Les étudiants du second stage franchirent les mêmes étapes préparatoires que leurs prédécesseurs. Ils concentrèrent toutefois leurs efforts sur des analyses de beurre, de margarine, de pêches (par un processus de chromatographie sur couche mince) et de diverses catégories de lait et de céréales. Conscients de leurs limites, les stagiaires réitèrent leurs réserves vis-à-vis les résultats obtenus. On peut toutefois en citer quelques-uns. Le lait (homogénéisé, en poudre ou écrémé) qu'on trouve sur le marché respecte les critères de qualité (et même les dépasse) établis par le ministère de la Santé et du Bien-Être Social du Canada. Le beurre et la margarine contiennent 79% de gras, le premier en graisse animale et la seconde en graisses végétales. Les pêches en conserve seraient aussi nutritives que les pêches naturelles. Question de goût. La céréale Produit 19 de Kellogg serait quasi parfaite. Son mélange équilibré de diverses vitamines et protéines en ferait un aliment supérieur à la céréale de blé naturel.

D'autres étudiants ont préparé un projet d'analyse microbiologique de la population bactérienne dans l'air. Deux quartiers de Montréal devaient être com-

parés. Faute de temps, l'expérience sur le terrain n'a pas eu lieu. Cependant, tout est prêt pour le groupe qui prendra la relève.

Ces résultats ne sont ici que fragmentaires. Pour en savoir plus long sur ces stages ou au sujet des prochains, ou encore pour obtenir une copie des rapports, il suffit de communiquer avec le Conseil de la jeunesse scientifique.

On n'y trouvera nulle révélation troublante, mais l'absence de découverte éclatantes n'enlève rien au sérieux du travail. La loi et les règlements sur l'alimentation furent pour un mois ou deux le livre de chevet de ces stagiaires, qui ont certes vérifié quelques évidences. Ils ont aussi développé de nouvelles méthodes scientifiques. Personne n'a rechigné à prolonger un peu ses soirées pour le succès de «son stage». En fait pour ces étudiants de niveau secondaire, ce fut, comme le dit l'un d'eux, «une expérience extraordinaire pour des jeunes de faire de vraies expériences dans de vrais laboratoires». A qui le tour? ●

### Renseignements:

Conseil de la jeunesse scientifique du Québec  
230 est, boul. Henri-Bourassa  
Suite 14, Montréal 357, Québec  
a/s Fernand Miron, directeur

# LA SCIENCE ET LA SANTÉ

## le fumeur cet hypocrite

Il n'y a plus de doute pour les scientifiques, la cigarette crée un terrain favorable au cancer. Une multitude d'études le prouvent.

Mais cette constatation est-elle évidente pour le consommateur? Il semble bien que non. Pour rejeter ce fait, il a recours à plusieurs artifices de raisonnement.

Une étude effectuée en France et publiée par la *Revue de médecine pratique*, par exemple, démontre que plus une personne fume, moins elle a tendance à accepter comme prouvé le rapport entre la cigarette et le cancer.

De façon générale, 50 pour cent des Français pensent «prouvé», tandis que 28 pour cent pensent «pas prouvé». Les femmes semblent plus raisonnables que les hommes, puisque 46 pour cent de celles qui consomment du tabac croient que le lien entre la cigarette et le cancer est bien établi! Seulement 41 pour cent des hommes consommateurs acceptent la conclusion scientifique.

Pour récuser les faits, la plupart des gens invoquent la prétendue protection du filtre et les auteurs de l'étude recommandent qu'une campagne soit entreprise en vue de démystifier le filtre. Ils croient aussi qu'une campagne anti-cigarette aurait plus de chances de sensibiliser les consommateurs atteignant l'âge de la «peur du cancer», entre 45 et 54 ans. ●

## les nord-américains sont «forts en calculs»

Aux États-Unis, on estime qu'il y a entre 15 et 20 millions de personnes portant des calculs biliaires. De plus, il s'agit surtout d'adolescents et de jeunes dans la vingtaine. En Europe par contre, les cliniciens ont longtemps eu l'impression que la situation était beaucoup moins dramatique.

Une enquête, publiée dans le journal médical *Lancet*, vient de confirmer ces soupçons. On sait maintenant de façon précise qu'il y a six fois plus de calculs biliaires en Amérique du Nord qu'en Europe de l'Ouest. Cela à partir d'une enquête effectuée auprès des populations de trois villes comparables: Windsor (Ontario), Luton (Royaume Uni) et Rennes (France).

D'après les premiers chercheurs qui ont étudié l'origine des calculs, ceux-ci devraient s'expliquer par un taux élevé de cholestérol. Or, les Rennais, dont le régime est traditionnellement riche en cholestérol, comptent non seulement beaucoup

moins de calculs biliaires, mais en outre les personnes affectées ont généralement atteint la cinquantaine. Les habitants de Windsor, eux, ont déjà des calculs à vingt ans.

Les auteurs de l'étude concluent que les produits chimiques ajoutés aux aliments expliqueraient la haute incidence de cette maladie en Amérique.

Plusieurs additifs alimentaires sont reconnus comme étant de puissants stimulants enzymatiques du foie. De plus, les Nord-américains consomment annuellement près de deux kilogrammes de substances chimiques qui ne font pas naturellement partie des aliments. En France rurale, par contre, on ne consomme presque pas d'additifs chimiques. ●

### L'ASSOCIATION MÉDI-TECH-SCIENCE

Le livre scientifique et médical en langue française est désormais à la portée de tous grâce aux services qu'offre l'Association Médi-Tech-Science (A.M.T.S.).

Organisme culturel sans but lucratif Médi-Tech-Science a pour vocation essentielle de renseigner le public sur tout ce qui touche le livre médical, technique, scientifique ou de gestion des affaires en langue française.

L'A.M.T.S., qui regroupe 40 éditeurs français et québécois, s'adresse aux professeurs, étudiants, chercheurs, professionnels, etc... en quête d'information, en cours de recyclage, effectuant un travail

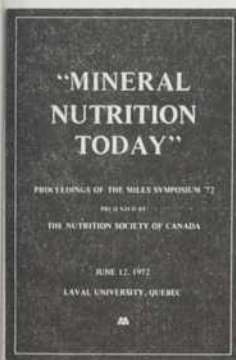
ou simplement soucieux d'approfondir leurs connaissances.

Collaborant avec de nombreux organismes culturels, professionnels et d'enseignement, l'A.M.T.S. leur fournit des listes bibliographiques, participe à leurs congrès et maintient avec eux un contact étroit, par son fichier d'envoi d'information spécialisée.

Avec les différentes associations de professionnels du livre au Québec (bibliothécaires, éditeurs et libraires) et avec les services officiels, québécois et français, l'association participe d'autre part à la promotion des co-rédactions et des co-éditions. ●

Pour renseignements:  
Association Médi-Tech-Science  
17, Elysée, étage E, pl. Bonaventure  
C.P. 44, Montréal 114  
tél.: (514) 861-9897

COMMUNIQUE

POUR  
EN  
LIRE  
PLUS

### MINERAL NUTRITION TODAY

Compte-rendu du premier symposium «Miles», «Progrès récents en nutrition minérale», tenu à l'Université Laval (Québec) en juin 1972. Publié par Miles Laboratories, Ltd, 77 Belfield Road, Rexdale, Ontario M9W 1G6

Après plusieurs mois de retard, les compte-rendus des symposiums scientifiques finissent habituellement par être publiés. Mais sous quelle forme! Généralement, la publication est bâclée, et absolument rebelle à toute forme de consultation.

Dans le cas de «Progrès récents en nutrition minérale» («Mineral Nutrition Today»), les laboratoires Miles ont réussi un vrai bijou.

James Cook et Clement Finch soulignent qu'il existe une déficience nutritionnelle mondiale en fer, chez l'homme. Walter Mertz résume les derniers travaux démontrant que le sélénium, le chrome, le nickel, le vanadium, le fluor et le silicium jouent un rôle essentiel dans l'organisme. Stanley Garn vient apporter sa contribution au débat sur le fluor. Il démontre que la concentration en fluor dans les os est proportionnelle à celle que l'on trouve dans l'eau potable: de 0,1 mg/l à 6-8-10 mg/l. Les os formés dans un milieu riche en fluor ne sont pas plus solides, mais il s'en forme plus, d'où un effet bénéfique pour la mécanique du squelette. Enfin, Lucille Hurley démontre que le foetus a besoin de plusieurs minéraux pendant son développement. L'apport de zinc et de magnésium doit être maintenu constant car toute déficience de ces éléments se manifeste très rapidement. ●

### CHAQUE POUCE CARRÉ

L'histoire de la cartographie au Canada par L.M. Sebert, 28 pages, 5 cartes en hors texte, \$1.50, publié par le ministère fédéral de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

En vente dans les librairies d'Information Canada

Le Canada est un très vaste pays, ce que les cartographes savent mieux que quiconque. Car, rappelle l'auteur de cette brochure, «chaque pouce carré du territoire canadien a été photographié du haut des airs et figure maintenant sur une carte». Il reste pourtant du pain sur la planche puisque le Nord du pays n'est connu qu'au 1:250 000, échelle nettement trop grossière, quant aux régions peuplées, elles s'urbanisent si vite qu'on s'épuise à en tenir les cartes à jour: compte tenu de sa superficie et de sa faible population, le Canada est sans aucun doute —et de très loin— le pays du monde où le nombre de cartographes par mille carré est le plus faible. Leur travail constitue donc un défi dont on nous invite ici à découvrir l'envergure et le caractère fascinant. ●



### APL ET LES CADRES

par Rolland Hurtubise et Yves Poulin, Les Presses de l'Université du Québec, 1973, 186 pages, \$6

Le dernier ouvrage paru aux Presses de l'Université du Québec, s'il s'adresse, comme son titre l'indique, principalement aux cadres d'entreprise, sera certainement très apprécié de tous ceux (ingénieurs, chercheurs...) qui ont à exécuter du traitement automatique des données, sans pour cela être informaticiens. Le langage APL a précisément pour caractéristique sa facilité d'accès au non-spécialiste, tout en étant d'une puissance nettement supérieure aux autres langages actuels de programmation.

Notons au passage que les deux premiers chapitres constituent une «démystification» des ordinateurs, tandis que les autres parties du livre offrent une introduction complète et à jour au langage APL, le tout dans un français impeccable, ce qu'il faut souligner à l'heure où, l'informatique étant inondée d'ouvrages anglo-saxons, les auteurs de langue française ont souvent trop tendance à parler «français»...

Respectivement professeur et analyste de systèmes à l'École Nationale d'Administration Publique, les auteurs ont certainement réalisé là un travail des plus utiles. ●



# ECHEC & MATHS

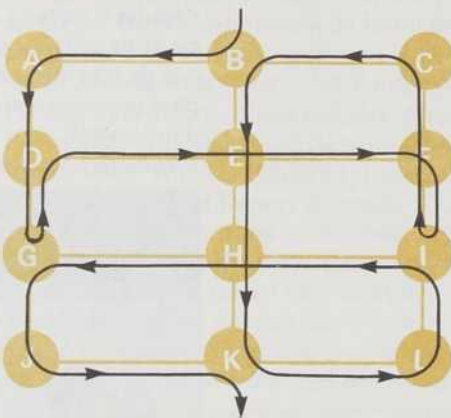
par Claude Boucher

## PROBLÈME NUMÉRO 26

Sachant que, dans l'addition suivante, deux lettres différentes représentent deux chiffres différents, remplacer les lettres par les chiffres correspondants:

$$\begin{array}{r}
 A B C \\
 A B \\
 A A \\
 \hline
 D E E A
 \end{array}$$

## SOLUTION DU PROBLÈME NUMÉRO 25



## ERRATUM

Nous annonçons dans notre livraison de septembre dernier que la télévision «utilitaire» de Radio-Québec pouvait être captée par câble au canal 11 à Québec et 11 à Sherbrooke. Par suite de changements de dernière heure, il faut syntoniser les canaux 13 (Québec) et 9 (Sherbrooke) pour prendre contact avec la programmation éducative de Radio-Québec.

Une solution consisterait à partir de la station B et à se rendre à la station K en suivant l'itinéraire suivant B A D G D E F I F C B E H K L I H G J K qui demande dix-neuf traversées de tunnels. Il existe bien d'autres solutions, mais il n'en existe pas de plus courtes.

# Fin la TORTURE

 ABONNEMENT-CADEAU DE LA PART DE:

(Une carte de souhaits sera adressée en votre nom.)

 ABONNEMENT       RÉABONNEMENT

NOM

ADRESSE

CODE POSTAL

 Chèque     Mandat-poste     Chargex no: \_\_\_\_\_

TARIFS

1 an / 10 nos: RÉGULIER: \$5.00, ÉTUDIANT: \$3.50.

insérer dans une enveloppe et adresser à:

**LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE**

Case postale 250

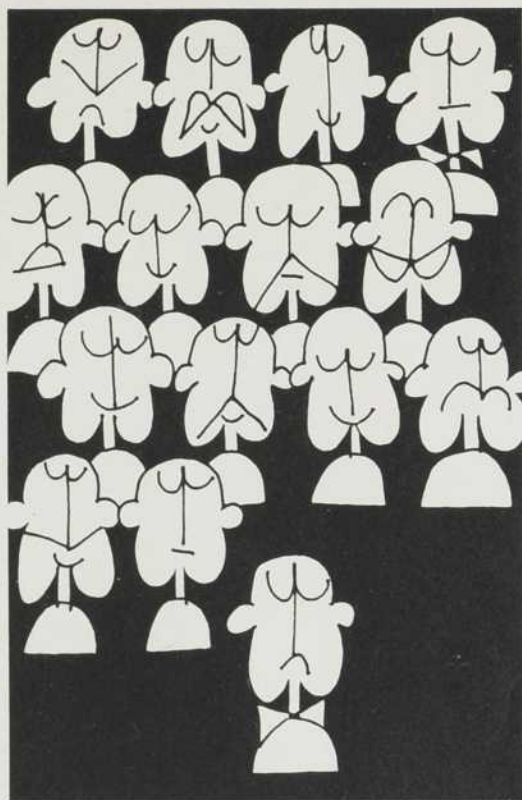
Sillery, Québec

G1T 2R1

# A NOTRE PROCHAIN SOMMAIRE

- ★ **Cancer:** On soupçonne de plus en plus que des virus en sont la cause, et on parle même de maladie contagieuse.
- ★ **Nutrition:** La pénurie de certaines denrées viendra peut-être à bout de nos mauvaises habitudes alimentaires.
- ★ **Ratopolis:** Pour trois milliards de terriens, il y a sans doute plus de trois milliards de rats, et le Québec ne dément pas cette statistique.
- ★ **Comète Kohoutek:** En vertu d'une étonnante coïncidence, le phénomène astronomique le plus spectaculaire du 20<sup>ème</sup> siècle illuminera notre prochaine nuit de la Saint-Sylvestre.
- ★ **L'Arctique:** Le Grand-nord canadien justifie-t-il les fabuleux espoirs économiques entretenus à son sujet?

# croissance et qualité



Il est indiscutable que la civilisation technologique et industrielle a affranchi l'humanité d'un grand nombre de contraintes physiques. Cependant, cet affranchissement porte ses contingences: une progression exponentielle de la consommation des ressources de la planète ayant pour causes une croissance démographique moins réfrénée et une augmentation des besoins individuels, et comme conséquence, une situation écologique de plus en plus précaire.

Face à ce péril, divers mouvements se sont mis à prôner une croissance nulle; surtout dans les domaines économique et démographique.

Il était certainement nécessaire de faire entendre une sonnette d'alarme. Mais, du moins en ce qui concerne le développement économique, cette doctrine du "ZERO GROWTH" est par trop pessimiste (elle ne tient pas compte du progrès scientifique encore à venir) et son application paraît illusoire. N'aurait-on pas prédit une catastrophe si on avait prévu les besoins de l'humanité de 1973, il y a cent ans, et essayé d'imaginer comment y répondre sans tenir compte des moyens d'action inédits intervenus depuis lors? La société de pénurie qu'un arrêt de la croissance viendrait à engendrer serait-elle compatible avec la liberté nécessaire à l'épanouissement individuel? Une plus grande autorité devrait s'affirmer pour répartir les ressources et contrôler leur consommation; s'arrêterait-elle là? L'histoire ne nous présente-t-elle pas l'accession à un niveau culturel élevé comme allant de pair avec au moins un certain bien-être économique?

Il paraît souhaitable de fuir en avant plutôt qu'en arrière: on peut sans doute encore faire confiance à la créativité humaine qui devra toutefois s'exercer en tenant compte

des limites de la planète sur le plan des ressources. Il faut chercher à humaniser la croissance en la rationalisant et en la rendant plus prudente. Il faut former les gens aux conséquences du progrès. Il faut aussi activer la recherche de façon à axer la croissance sur le progrès (entre autres par une utilisation plus rationnelle des ressources) plutôt que sur une consommation accrue.

Qu'est-ce que cette tendance à considérer la situation écologique actuelle comme insoluble, alors qu'on ne s'est même pas encore attaqué en profondeur au problème?

## LES BESOINS D'ÉLECTRICITÉ

En rapport avec ce qui précède, on peut s'inquiéter au sujet de la consommation de l'électricité et de son accroissement. Là comme ailleurs, le gaspillage est à éviter. Toutefois, des besoins énergétiques existent déjà et l'avancement de l'humanité dépend en grande partie de la disponibilité d'énergie.

Une part importante des besoins est actuellement comblée par les combustibles fossiles. L'usage de ceux-ci à domicile, à l'usine et dans les véhicules entraîne des rejets de tonnes de matières polluantes au-dessus des zones habitées (une tonne par an pour seulement une cinquantaine de chauffe-eau à l'huile). Qui plus est, des conditions météorologiques particulières emprisonnent souvent ces émanations au-dessus des villes et les laissent s'accumuler jusqu'à atteindre des concentrations dangereuses. Ce serait donc déjà une solution avantageuse que de combiner le plus grand nombre de ces petits foyers de combustion en quelques foyers plus grands, de les éloigner des agglomérations urbaines et de les utiliser pour produire de l'énergie qu'il suffirait de ramener au consommateur sous une forme propre, celle de l'électricité. Ce serait même doublement avantageux, puisqu'il deviendrait alors bien plus facile de pourvoir ces foyers de dispositifs antipolluants.

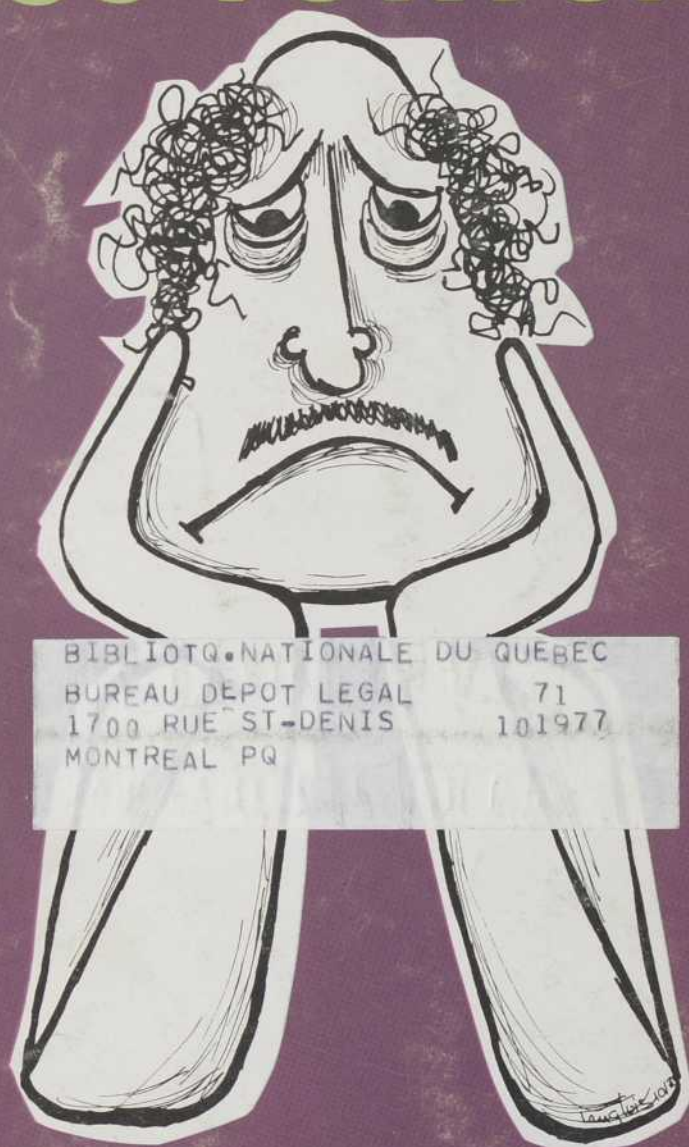
Toutefois, alors que la durée espérée des réserves connues de pétrole s'évalue en décennies, il faudra bientôt penser à le conserver pour les besoins de la pétrochimie et pour les tâches qui ne peuvent encore être assumées par d'autres formes d'énergie. C'est plutôt par l'électricité d'origine hydraulique et nucléaire qu'il convient de remplacer l'énergie de nos brûleurs, car l'électricité ainsi produite peut être considérée comme une énergie propre: l'hydro-électricité qui compte pour plus de 99% de l'énergie québécoise est produite sans aucune émission polluante et sans consommation de ressources naturelles non renouvelables.

On doit considérer comme un progrès cet accroissement des besoins d'électricité qui procède de l'utilisation de cette forme d'énergie en remplacement d'autres formes plus polluantes. Et, pour aider l'homme à accéder à une meilleure qualité de vie, il sera possible d'aller au-delà de ce remplacement tout en demeurant dans la rationalité. Surtout si l'on tient compte des nouvelles méthodes de production présentement à l'étude: fusion thermonucléaire, surrégénération, piles à combustible, centrales solaires... Et quoi encore que nous ne sommes actuellement même pas en mesure de soupçonner?



Hydro-Québec

# POURQUOI VOUS TORTURER ?



Offrez pour Noël  
un abonnement cadeau  
au magazine  
QUEBEC SCIENCE