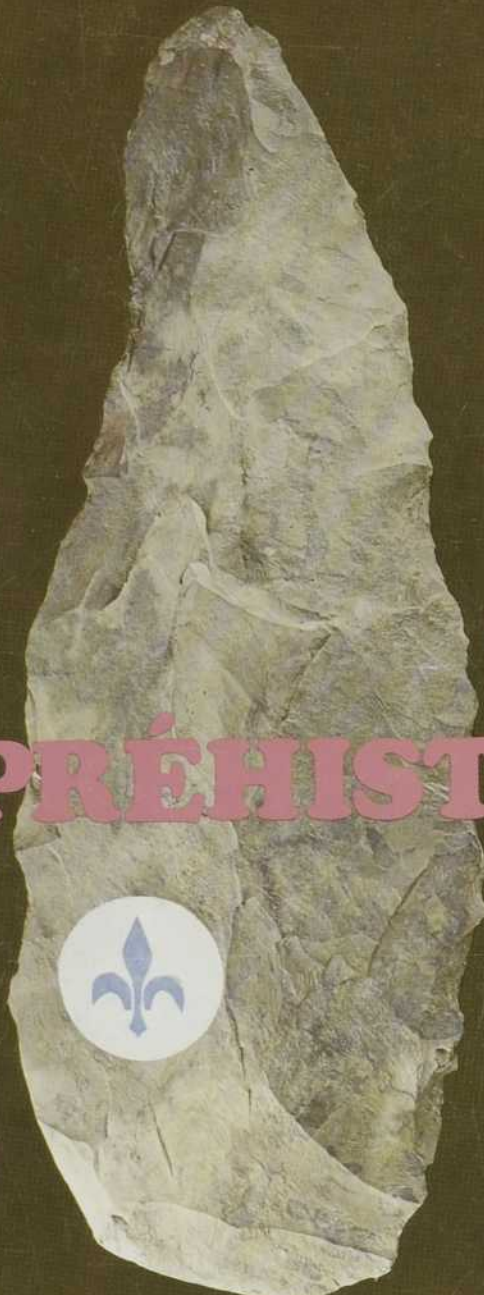


LE MAGAZINE

québec science

publié par l'université du québec

VOLUME 12 / NUMÉRO 10 / JUIN 1974 \$0.75



LE QUÉBEC PRÉHISTORIQUE

ENGRAISSER L'URANIUM
LA LOGIQUE DE L'APOCALYPSE
LA SCIENCE DE LA PARAPSYCOLOGIE



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



PROVENCHER, LE DERNIER DES COUREURS DE BOIS

Paul Provencher

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

\$6.00



VIVRE EN FORÊT

Paul Provencher

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

\$4.00



GUIDE DU TRAPPEUR

Paul Provencher

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

\$4.00



LES PLANTES D'INTÉRIEUR

Paul Pouliot

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

\$6.00



LA VOILE

Nik Kebedgy

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

\$5.00



LES POISSONS DU QUÉBEC

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

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

\$2.00



J'APPRENDS À NAGER

Régent La Coursière

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

\$4.00



POIDS ET MESURES, CALCUL RAPIDE

Louis Stanke

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

\$3.00

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

- | | |
|--|--------|
| ☐ Provencher, le dernier des coureurs de bois | \$6.00 |
| ☐ Vivre en forêt, Paul Provencher | \$4.00 |
| ☐ Guide du trappeur, Paul Provencher | \$4.00 |
| ☐ Les plantes d'intérieur, Paul Pouliot | \$6.00 |
| ☐ La voile, Nik Kebedgy | \$5.00 |
| ☐ Les Poissons du Québec, E. Juchereau-Duchesnay et J. St-Denis-Duchesnay | \$2.00 |
| ☐ J'apprends à nager, Régent La Coursière | \$4.00 |
| ☐ Poids et mesures, calcul rapide, Louis Stanke | \$3.00 |

- | | |
|--|--------|
| ☐ La Météo, A. Ouellet | \$3.00 |
| ☐ Les Mammifères de mon pays, collaboration | \$2.00 |
| ☐ Encyclopédie des oiseaux du Québec, Earl W. Godfrey | \$6.00 |
| ☐ Le Tennis, W. Talbert | \$2.50 |
| ☐ Ouverture aux échecs, Camille Coudari | \$4.00 |
| ☐ Le Parachutisme, Claude Bédard | \$4.00 |
| ☐ Initiation à la plongée sous-marine, René Goblott | \$5.00 |
| ☐ La Taxidermie, Jean Labrie | \$4.00 |

☐ CHÈQUE

☐ MANDAT-POSTE

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

ÉGALEMENT EN VENTE CHEZ VOTRE FOURNISSEUR PRÉFÉRÉ

O.S. 5-74

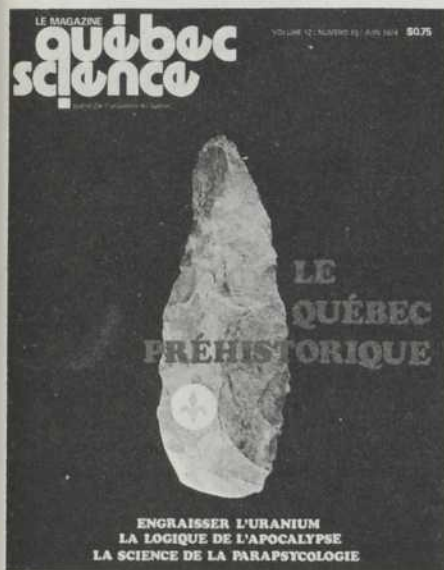
ÉDITIONS DE L'HOMME *
C.P. 250,
Sillery, Québec

NOM

ADRESSE

VILLE

* Filiale du groupe Sogides Ltée



Trouvée à Sainte-Anne des Monts, cette pierre servait d'instrument à tout faire aux premiers hommes à s'établir en Gaspésie. Il y a de cela entre 6 000 et 2 000 ans. On ne saurait le dire avec exactitude. Au Québec, l'archéologie est toute jeune. Bien mal venu serait celui qui voudrait lui jeter la première pierre.

SOMMAIRE

CASE POSTALE 250	4
○ Un complément vivant ○ Les retards postaux ○ Calendrier des étoiles ○ Retombées explosives	
COMMENTAIRE	5
○ Subventionner le développement / Louis Berlinguet	
ACTUALITÉ	6
○ Les cartilages de la planète ○ La Lune a le cœur chaud ○ La généalogie nucléaire ○ Les huîtres aux pauvres ○ Le tourisme cosmique	
10 LA PRÉHISTOIRE QUÉBÉCOISE / Jean-Marc Fleury	
16 UN CHERCHEUR	
ENVIRONNEMENT	17
○ La marche des glaciers ○ Les vers coupables ○ Le papier non hygiénique	
LA SCIENCE & LA SANTÉ	26
○ La clé de l'agressivité ○ Virage de la médecine ○ Diagnostiqueur électronique	
20 FEU VERT À LA PARAPSYCHOLOGIE / A. Dorozynski	
24 DES ANTENNES VIVANTES	
25 LES ÉMISSIONS CÉRÉBRALES	
LA SCIENCE & LES HOMMES	34
○ L'efficacité de la sorcellerie ○ L'avenir du pétrole atlantique	
28 LA LOGIQUE DE L'APOCALYPSE / A. Legault et G. Lindsey	
ÉNERGIE	36
○ Des atomes congelés ○ Les gourmands énergétiques ○ Le coût caché de l'automobile	
TECHNOLOGIE	44
○ Les téléglacemètres ○ Le ton monte dans l'espace	
38 S'ENRICHIR AVEC L'URANIUM / Fabien Gruhier	
40 ENRICHISSEMENT DE L'URANIUM	
41 CARROUSEL POUR MOLÉCULES	
42 SÉPARATION PAR LASER	
43 MESURE DE L'ENRICHISSEMENT	
REVUE DE PRESSE	47
POUR EN LIRE PLUS	48
○ La maison traditionnelle du Québec ○ Pour que la forêt reste verte ○ Recherches amérindiennes ○ Le comportement animal et humain ○ Évolution et modification du comportement ○ La téléinformatique au Canada	
ÉCHEC ET MATHS	51
○ Patience hindoue	

CASE POSTALE 250

UN COMPLÉMENT VIVANT ● ●

C'est avec plaisir que je renouvelle mon abonnement à Québec Science. Chaque numéro contient, sans exception, une foule d'articles tous plus intéressants les uns que les autres.

Je fais à votre revue beaucoup de publicité auprès de mes élèves, persuadée qu'ils en tireront grand profit.

Certains articles touchent de très près les programmes de biologie et de chimie au secondaire; croyez bien que je ne laisse pas passer une occasion d'en discuter en classe avec mes élèves ou de leur en suggérer la lecture.

Suzanne Demers
Montréal

LES RETARDS POSTAUX ● ● ●

Votre revue Québec Science est toujours en vente dans les kiosques à journaux deux ou trois semaines avant que je reçoive mon numéro.

Je m'explique mal ce retard à servir un abonné. À tout prendre, si ça continue comme ça, je ne renouvellerai pas mon abonnement la prochaine fois. Étant donné que votre client est le plus mal servi.

C. Perrissin
Pointe-Calumet

Ce petit mot est pour vous signifier que je ne désire plus recevoir Québec Science par retour du courrier; donc pas de réabonnement pour moi.

Il est bien entendu que je continuerai d'acheter Québec Science, mais par l'intermédiaire du kiosque à journaux. J'éviterai ainsi les désagréments du retard du courrier.

René Tessier
Abitibi

Les exemplaires destinés à nos abonnés sont toujours mis à la poste au moins une semaine avant le début de chaque mois. Malheureusement, il s'est souvent produit au cours de cette année, que le simple trajet Québec-Montréal ait pris de deux à trois semaines et ce, bien avant le récent débrayage postal. Preuve que ce débrayage constitue l'aboutissement d'une crise postale qui couvait depuis de nombreux mois. Il va de soi que nos abonnés doivent être servis les premiers. Nous nous sommes toujours efforcés de le faire et nous nous proposons, à l'avenir, d'expédier les exemplaires aux abonnés encore

plus à l'avance. Malheureusement, nous ne pouvons pas nous substituer aux pouvoirs publics pour accélérer la livraison du courrier de Sa Majesté.

CALENDRIER DES ÉTOILES ● ●

Pourriez-vous m'informer au sujet d'un calendrier annuel qui illustrerait la position des étoiles, constellations, etc. Où pourrais-je m'en procurer et à quel prix?

Merci de votre collaboration.

Marielle Laframboise
Bibliothécaire
Plantagenet, Ontario

La Société d'astronomie de Montréal publie l'«Annuaire de l'astronome amateur» qui contient les renseignements dont vous avez besoin sur la position des étoiles et des planètes, des cartes des constellations, et une foule d'autres informations connexes. Vous pouvez donc vous adresser à:

*Société d'astronomie de Montréal
Secrétariat
3860 est, rue Rachel, app. 1
Montréal H1X 1Y9.
Le prix de cet annuaire est de \$3.*

RETOMBÉES EXPLOSIVES ● ●

J'ai lu avec intérêt votre description du procédé de soudage à l'explosif. Nous sommes très heureux de voir le rayonnement de nos travaux sur ce procédé par la voie de votre magazine. L'article a exprimé d'une façon très concise les points saillants de la technique.

J'aimerais ajouter qu'actuellement, le procédé n'est plus limité qu'aux plaques. Certaines applications, impliquant les géométries cylindriques, y compris le revêtement des tubes et le soudage des tubes aux plaques de tubes dans les échangeurs de chaleur, deviennent de plus en plus acceptés du point de vue industriel. Nous avons en ce moment une équipe formée de quatre ingénieurs qui travaillent sur cette technique en étroite collaboration avec certaines industries. Nous serons très heureux de discuter le procédé avec des lecteurs intéressés.

D. Robert Hay
Professeur de Recherche
Centre de développement technologique
de l'École Polytechnique de Montréal

N.D.L.R. Ce numéro est le dernier du présent volume. Notre prochain volume (le treizième) comprendra douze numéros, dont le premier paraîtra en août 1974. Bonnes vacances à tous nos lecteurs et, surtout, bien du soleil!

LE MAGAZINE QUEBEC SCIENCE

DIRECTEUR: Jean-Marc Gagnon

REDACTEUR EN CHEF: Jean-Marc Fleury

REDACTEURS: Benoît Drolet, Fabien Gruhier, Pierre Sormany, André Delisle et Michel Boudoux.

CONCEPTION GRAPHIQUE: Jean-Pierre Langlois

SECRETARIAT: Patricia Larouche et Françoise Ferland

SEPARATION DE COULEURS: Qualith Litho Inc.

IMPRESSION: l'Eclaireur Itée

DISTRIBUTION: les Messageries Dynamiques Inc.

COMITÉ D'ORIENTATION

Armand Bastien, CECM ○ Paul Bélec, INRS-Urbainisation ○ Louis Berlinguet, UQ ○ Claude Boucher, U. Sherbrooke ○ Maurice Brossard, UQAM ○ Yvan Chasé, 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 RÉPRODUCTION, DE TRADUCTION ET D'ADAPTATION RÉSERVÉS 1974
Université du Québec, 2875 boulevard Laurier, Ste-Foy, G1V 2M3 / Dépôt légal, bibliothèque nationale du Québec, deuxième trimestre 1974 / Imprimé au Canada / Courrier de deuxième classe, enregistrement no 1052 / PORT DE RETOUR GARANTI

QUEBEC SCIENCE
Case postale 250
Sillery, Québec
G1T 2R1

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

COMITÉ de SOUTIEN

- ▶ **Bell Canada**
M. René Fortier
Vice-président exécutif
Zone de l'Est
- ▶ **Banque de Montréal**
M. R. Muir
Vice-président et secrétaire
- ▶ **Institut de recherche de l'Hydro-Québec (IREQ)**
M. Lionel Boulet
Directeur
- ▶ **La Brasserie Labatt Ltée**
M. Maurice Legault
Président
- ▶ **Hoffmann-Laroche Ltée**
M. John S. Fralich
Président
- ▶ **Imasco Ltée**
Les produits Imperial
Tobacco Limitée

COMMENTAIRE

Subventionner le développement

par Louis Berlinguet

Vice-président à la recherche de l'Université du Québec,
Président de l'Institut national de la recherche scientifique

Au moment où le gouvernement canadien s'apprête à changer les structures des organismes jusqu'ici responsables de subventionner la recherche universitaire (Conseil national de recherches du Canada, Conseil des Arts, Conseil de recherches médicales et Conseil de recherches pour la défense), on peut se demander quel impact ces changements auront sur le financement de la recherche universitaire au Québec.

De fait, les mesures envisagées sont le fruit de nombreuses études qui ont toutes conclu à la nécessité d'une meilleure coordination entre les programmes d'aide financière à la recherche. Le gouvernement croit en effet que les conseils actuels n'ont pas toujours réussi à cause de leur nature même et de leur préoccupation scientifique à effectuer une coordination efficace (en ce qui concerne la recherche interdisciplinaire, notamment). En conséquence, la recherche a été trop poussée dans certains domaines et négligée dans d'autres.

Il se propose donc d'établir un comité de coordination des conseils qui verra à formuler des avis sur la répartition des fonds alloués aux conseils, à ce que toutes les disciplines reconnues soient prises en considération, à uniformiser les méthodes de subvention, à tenir compte des besoins de la recherche interdisciplinaire ainsi qu'à coordonner les programmes des conseils et des différents ministères fédéraux chargés de l'aide à la recherche.

Le Québec francophone, ce n'est un secret pour personne, a été mal servi par les politiques de ces conseils. La part des subventions qui lui est revenue en 1972-1973 a été de 12,6% au CNR, 16,9% au CRM et de 25,1% au Conseil des Arts. Cependant, pour avoir siégé pendant de nombreuses années sur deux de ces trois conseils, je peux témoigner que la répartition des sommes est faite en toute équité pour les chercheurs, quelle que soit leur origine, puisque seuls les critères d'excellence sont retenus. Compte tenu de l'ensemble de la population, le nombre des étudiants au niveau universitaire dans le Québec francophone est inférieur à la moyenne canadienne. Au Québec francophone, on a accordé en 1971-1972 un doctorat par 39 000 de population, alors qu'en Ontario le chiffre est de un par 9 000 de population, et au Québec anglophone de un par 6 900, et en Alberta un par 7 300. Il en va de même pour les professeurs-cher-

cheurs dans les universités. Voilà donc pourquoi dans l'ensemble les universités francophones du Québec reçoivent moins que leurs consœurs du Québec et des autres Provinces.

On peut aussi caractériser la politique généralement suivie par les trois grands conseils comme étant une politique visant à l'excellence. Les critères d'excellence ont sans doute varié depuis cinquante ans, mais il reste que cette politique a produit de très bons résultats dans la plupart des universités canadiennes. Ce qu'on peut reprocher à certains conseils, c'est de n'avoir pas établi en même temps une politique de **développement** ou, du moins, d'avoir eu une politique de développement alors que les universités du Québec n'étaient pas prêtes, pour diverses raisons, à s'en prévaloir. Aujourd'hui, alors que le niveau de scolarité a été haussé de façon spectaculaire, les contraintes budgétaires imposent tout juste le maintien des programmes existants, sans permettre le démarrage de nouveaux programmes de développement.

Il est évident que les études et les rapports demandés en vue de proposer de nouvelles politiques et une restructuration de l'appareil scientifique du Canada n'ont pas été étrangers à cette pause dans l'effort de recherche. Un pays comme le nôtre ne peut cependant se permettre de plafonner les sommes mises à la disposition de la recherche sans encourir le risque de perturber et d'affaiblir dangereusement l'infrastructure que tout pays développé se doit d'avoir. Ceci est encore plus vrai pour le Québec qui, par suite des changements profonds dans son système d'éducation, s'est maintenant donné une base convenable sur laquelle les universités francophones du Québec peuvent maintenant s'appuyer pour développer les ressources humaines et naturelles de cette région du Canada.

Dans un contexte où les fonds affectés à la recherche sont stationnaires ou, plus exactement, décroissent compte tenu du taux d'inflation des cinq dernières années, les alternatives sont peu nombreuses. Chaque nouveau chercheur, chaque création d'équipe nouvelle ou de centre d'excellence nécessite un réaménagement des sommes déjà affectées aux divers programmes existants. Dans ces conditions, il est aisé de voir que les conseils ont eu tendance à maintenir leur politique traditionnelle sous la pression des divers spécialistes qui œuvrent dans les laboratoires des universités déjà bien nanties. Il y a eu certes certains efforts louables, notamment de la part du Conseil national de recherches, d'affecter des sommes encore relativement

modestes, à des programmes de développement. Cela reste malheureusement exceptionnel.

Il est à souhaiter que la restructuration des organismes de recherche canadiens annoncée dans le discours du Trône, marque la fin des hésitations des gouvernements de mettre plus de fonds à la disposition de la recherche canadienne. Une meilleure coordination des trois grands conseils devrait rassurer le gouvernement canadien sur l'utilisation des sommes ainsi affectées à la recherche, et devrait inciter ce dernier à augmenter de façon normale les budgets de ces trois conseils. Cette augmentation des budgets souhaitée par l'ensemble de la communauté scientifique est sûrement essentielle si l'on veut que le Canada développe ses ressources naturelles dans un monde où ces dernières deviennent de plus en plus rares.

Une simple augmentation de budget ne viendrait pas cependant corriger les profondes disparités régionales que nous avons évoquées plus haut. Ce nouveau tournant dans les politiques de subventions à la recherche devrait s'accompagner en plus d'une révision des programmes actuels. Cette révision devrait tenir compte non seulement de la **politique d'excellence** qui a toujours été préconisée par la communauté scientifique, mais elle devra aussi faire place à une **politique de développement**. Ce développement doit être envisagé pour la région des Maritimes, mais plus encore pour le Québec francophone. Au moment où le Québec francophone vient de consentir un effort quasi surhumain pour faciliter l'accès de ses universités à une jeunesse abondante et bien formée, il serait dommage que l'on ne puisse amener une partie de cette jeunesse dans les divers secteurs de la recherche, base essentielle du développement du Québec.

La création et la restructuration des divers conseils de recherche du Canada devraient entraîner la nomination de nouvelles personnes sur ces conseils. Je formule le vœu que les nouveaux membres soient sensibilisés à l'aspect **développement** des diverses régions du Canada, ainsi que de certains secteurs de recherche dans des disciplines qui ont été jusqu'à présent trop peu étudiées.

Un tel changement de philosophie devrait être une condition préalable à l'augmentation des budgets.

LES CARTILAGES DE LA PLANÈTE

Les profonds bouleversements de terrain qui se produisent à la rencontre des grandes plaques tectoniques régissent la croissance des continents. Pour déceler les phénomènes qui s'y rattachent, Français et Américains ont mis sur pied un programme de coopération océanologique, dont le projet FAMOUS (French American Mid Oceanic Underwater Survey) qui a démarré il y a environ trois ans.

Une zone située à proximité des Açores, dans l'Atlantique, où se rejoignent les plaques américaine, africaine et eurasiatique, a été choisie comme siège des opérations.

Si l'hypothèse de la tectonique des plaques, ou tectonique globale, rend bien compte des mouvements des plaques (voir QUÉBEC SCIENCE, juin 1973), elle n'explique pas encore de façon satisfaisante les processus responsables de la formation des plaques dans les zones d'écartement. Or, la zone des Açores présente une activité volcanique intense, du type fissural, où les phénomènes de circulation hydrothermale qui en découlent sont sans doute à la base d'une minéralisation importante.

Grâce à la mise au point de submersibles de recherche munis d'un système de télévision, d'un bras télémanipulateur pour le prélèvement d'échantillons, de bouteilles pour le prélèvement d'eau et d'un sondeur à sédiment, il a été possible d'effectuer le relevé des roches épanchées par la dorsale en pleine croissance. Ainsi, les mesures sont faites le plus près possible des sources d'épanchements de ces roches, ce qui est impossible à réaliser à partir de navires en surface.

La première plongée, qui a eu lieu le 2 août 1973, a permis d'effectuer de nom-

breuses photographies ainsi qu'un prélèvement de roches. L'ARCHIMÈDE est parvenu sur le fond avec une grande précision à quelques dizaines de mètres du point prévu sur le haut volcanique central de la vallée du rift, à une profondeur de 2 500 mètres. La navigation s'est faite dans un terrain volcanique très chaotique présentant des parois verticales correspondant à des fronts de coulées de lave très récents. Au moyen du bras télémanipulateur, l'ARCHIMÈDE a prélevé deux fragments de lave, identifiés par la suite comme du basalte à gros cristaux d'olivine. En outre, la topographie du fond est infiniment plus complexe que ne le laissaient prévoir les photographies et relevés faits depuis la surface. De plus, les observations de coulées volcaniques très fraîches, dirigées vers une fosse de 2 800 mètres confirment l'hypothèse de l'existence de plusieurs sources actives de volcanisme à l'intérieur du plancher de la vallée du rift.

Au cours d'une plongée subséquente (le 4 septembre 1973), le bathyscaphe ARCHIMÈDE est resté sept heures sur le fond du rift à une profondeur de 2 600 mètres. Cette plongée a été consacrée à l'observation d'une zone qui marque la limite entre le sommet central déjà reconnu et une structure circulaire, au pied du mur ouest du rift, que l'on présume être un volcan. Cette zone est caractérisée par une taille démesurée des laves de forme phallique et par l'absence de champs de fragments éclatés. Les roches qui ont y été prélevées sont de nature basaltique, à grain fin, formées en partie de verre noir.

On a observé que la structure des parois de la vallée des Açores présente des dénivelés importants, véritables marches de plusieurs dizaines de mètres de haut. Sur cet escalier du fond des mers, on a aussi observé des coulées de laves figées presque

dès leur émission. De plus, les dernières plongées ont montré que le sommet central n'est pas la seule source d'émission des laves, mais bien que des traits semblables se produisent sur toute la largeur de la dépression centrale. Les traits en question semblent entièrement dus à l'action constructive du volcanisme de ces régions. L'opération continue et, dans sa phase actuelle, elle aborde les questions que l'on se pose sur la formation des parois latérales du rift et sur l'association des types et des âges précis de roches aux différents traits structuraux, là où les plaques adjacentes s'écartent dans leur mouvement de dérive.

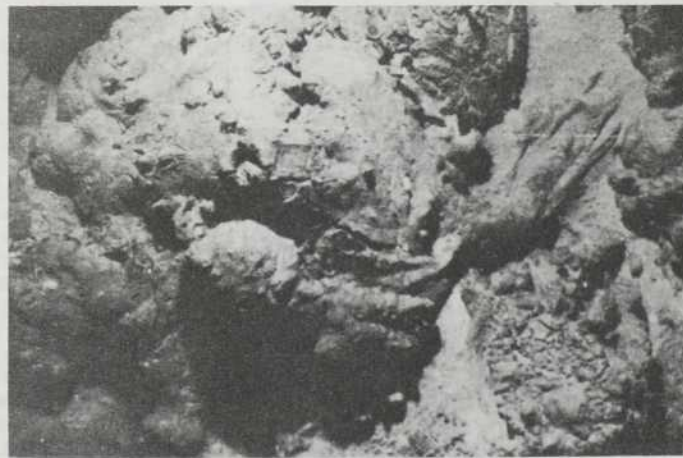
Anciennement, l'exploration se faisait à partir de navires de surface.

Les submersibles sont beaucoup plus aptes à effectuer ces mesures et beaucoup d'autres en se rendant avec une grande précision jusqu'aux zones choisies. Avec l'opération FAMOUS, les scientifiques peuvent utiliser des submersibles afin de vérifier la théorie géophysique de la dynamique des plaques qui résulte, en fait, d'une synthèse des données récoltées exclusivement, avant FAMOUS, à partir de la surface des océans.

Pour la première fois, des submersibles sont préparés comme des plates-formes scientifiques capables de naviguer avec une grande précision, de cartographier par grandes profondeurs, et d'effectuer des prélèvements « in situ », des failles où prennent naissance et meurent les continents et les mers. ●

1. Le bathyscaphe Archimède est une véritable plate-forme scientifique conçue pour l'exploration, sur place, des failles océaniques.

2. Coulée de laves basaltiques, en forme dite « en tripe », observée par l'Archimède lors de la plongée du 2 août 1973, au sud-ouest des Açores.



LA LUNE A LE COEUR CHAUD

Après avoir coûté 50 milliards de dollars, le programme Apollo nous aura au moins appris comment la Lune est faite.

D'abord, on pensait qu'elle n'avait que deux milliards d'années; l'analyse des roches lunaires nous a appris que notre satellite naturel accompagne la Terre depuis 4,5 milliards d'années.

Autre surprise quant à sa composition, toute différente de celle de la Terre. Par rapport à notre planète, notre satellite contient moins de fer et d'éléments plus légers que le fer comme le sodium, le potassium, le rubidium et le soufre. D'un autre côté, on trouve sur la Lune plus de calcium, d'aluminium, de thorium et d'éléments transuraniens que sous nos pieds. La Lune est donc surtout composée de matériaux réfractaires et elle est pauvre en matériaux volatiles (en prenant le fer comme critère). Or, toutes les planètes et leurs satellites se seraient formés à partir de la condensation de nuages de poussière entourant le Soleil. Selon ce scénario, la Lune n'aurait pu s'enrichir de matériaux réfractaires que vers la fin de sa formation, puisque la totalité des éléments lunaires devraient a priori être dans les mêmes proportions que les éléments terrestres. Il faudrait donc que les matériaux volatiles se soient concentrés à l'intérieur. Or, toujours selon le modèle de la condensation, les matériaux les plus lourds devraient être les premiers à se réunir pour former le noyau. En fait, si la Lune avait un noyau d'éléments plus légers que ceux de sa croûte, cela voudrait dire qu'elle aurait été faite à l'envers!

Il faut donc conclure que l'intérieur lunaire aussi est proportionnellement pauvre en matériaux légers, ce que confirment d'ailleurs les mesures des sismographes. La conclusion est inévitable, la Lune est faite de matériaux plus lourds que ceux de la Terre.

Pour ce qui est de la structure lunaire, on sait désormais que l'épaisseur de la croûte varie de 40 km aux pôles, et augmente jusqu'à 150 km dans les zones équatoriales de la face cachée.

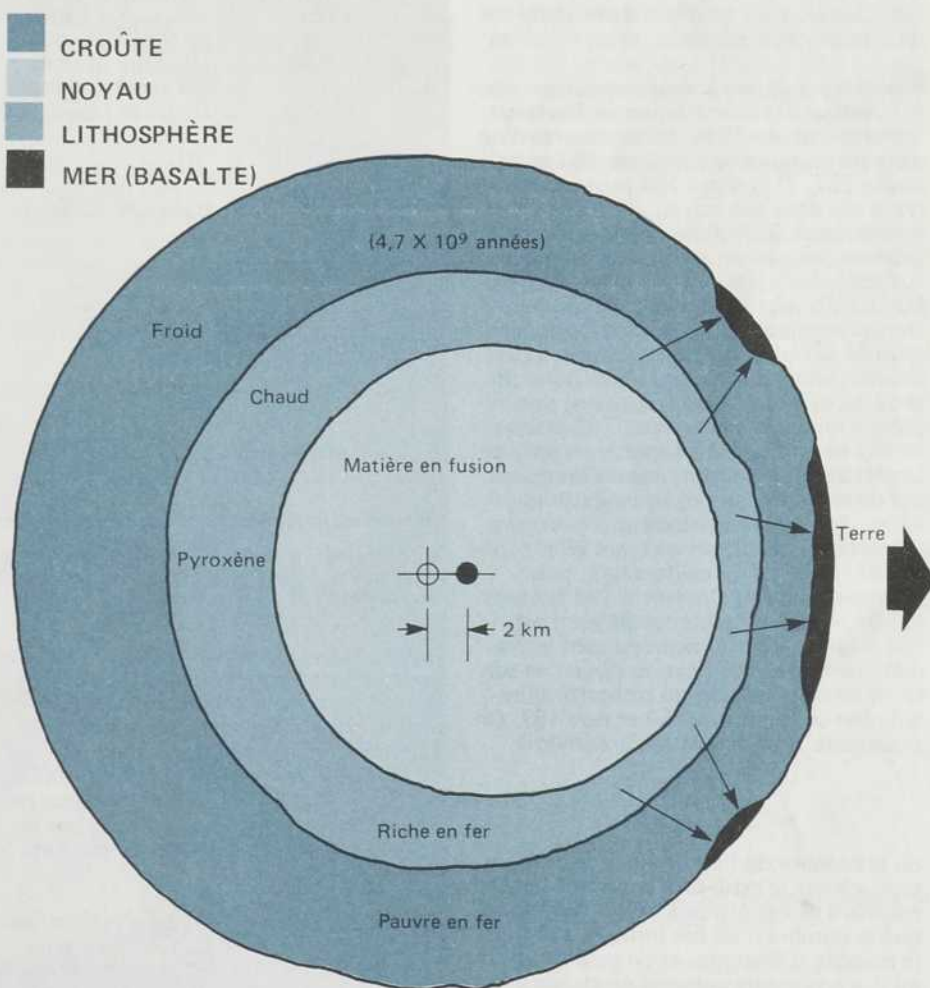
À ce manque de symétrie s'ajoute l'excentricité du noyau central qui est décalé d'environ 2 km vers la Terre. L'attraction de cette dernière a joué un rôle capital pendant la consolidation de l'amas lunaire. En certains endroits du côté perpétuellement tourné vers la Terre, le lourd basalte des profondeurs a migré vers la surface lunaire. Il a alors formé les sombres mers lunaires, presque toutes tournées vers la

Terre. Les hautes terres, elles, sont principalement constituées de plagioclases, roches qui se brisent facilement en argiles et plus légères que le basalte. Elles se cristallisent à des températures plus élevées, de sorte qu'elles auraient flotté à la surface de celui-ci. Les derniers éléments à se cristalliser, le thorium, le strontium et l'uranium forment le noyau encore chaud de la Lune.

Enfin, les quatre sismographes laissés sur la Lune, dont deux sont trop près l'un de l'autre et donnent des renseignements redondants, détectent une activité sismique beaucoup plus faible que celle de la Terre. L'apparition des rares et faibles secousses est régie par la variation périodique de la distance Terre-Lune. Mais par rapport à la Terre, les séismes lunaires prennent naissance à de plus grandes profondeurs, estimées à 850 kilomètres, soit la moitié du rayon lunaire.

Cette grande stabilité est attribuable à une croûte épaisse de 60 km, soit deux fois plus épaisse que celle de la Terre. Enfin, à 1 000 km de profondeur, les ondes provoquées par l'écrasement des derniers étages des fusées Saturne, se réfléchissent sur de la roche en fusion. Ainsi, on sait désormais que malgré son aspect sec et désolé, la Lune a le coeur chaud. ●

LA TERRE A DÉFORMÉ LA LUNE — Comme à la suite d'une marée qui se serait figée, la Planète a déplacé de deux kilomètres vers elle le noyau de son satellite. Les deux couches de la Lune, amincies du côté de la Terre, comportent la croûte, épaisse de 60 km, et la lithosphère dont une partie a été attirée vers la surface par la Terre pour former les mers. ▼



LA GÉNÉALOGIE NUCLÉAIRE

Avec la mise au point d'énormes machines capables d'accélérer des particules lourdes, à Berkely, aux États-Unis, et à Dubna, en URSS, une course s'est engagée entre physiciens pour ajouter des éléments à l'univers.

En 1869, lorsque Mendeleïev mit au point la classification périodique des éléments, on ne comptait que 61 éléments. Aujourd'hui, ce nombre a été considérablement accru et l'on en compte 105, dont les derniers ont dû être fabriqués de toutes pièces.

C'est en 1947 qu'a démarré la quête pour de nouveaux éléments, alors qu'on parvint à franchir le seuil du 92ème, l'uranium. Les éléments transuraniens (plus lourds que l'uranium) furent produits artificiellement l'un après l'autre, jusqu'à ce qu'on atteigne le nombre 103, en 1961, avec l'identification du lawrencium, au Lawrence Berkely Laboratory, en Californie. Cet élément artificiel a une demi-vie de 8 secondes environ...

Plus tard, toujours à vouloir rivaliser avec le Créateur, les scientifiques de Berkely annonçaient, en 1969, la découverte d'un élément de numéro atomique 104 et de masse 257. Il compte 104 protons et 153 neutrons dans son noyau, d'où son poids atomique de 257. Pour fabriquer cet élément, auquel on a donné le nom de rutherfordium, les physiciens de Berkely bombardèrent des matériaux cibles transuraniens avec des ions de carbone, atomes auxquels on a arraché un ou plusieurs électrons. Les ions de carbone (6 protons et 6 neutrons) frappaient une plaque mince de californium (98 protons et 151 neutrons) à très grande vitesse. Le boulet atomique a alors toutes les chances de se souder au noyau de l'atome cible. Ainsi, les 6 protons et 6 neutrons du carbone s'additionnent aux 98 protons et 151 neutrons du californium, pour donner un nouvel élément à 104 protons et 157 neutrons. Mais cet élément est très fragile. Quatre neutrons sont immédiatement expulsés hors du noyau de sorte qu'on obtient bien du rutherfordium qui n'en contient que 153 et non 157. On représente cet élément par le symbole:



où le nombre du haut indique le nombre de nucléons, c'est-à-dire la somme des neutrons et des protons du noyau, tandis que le nombre d'en bas indique à la fois le nombre d'électrons et de protons puisqu'il y a toujours autant d'électrons que de protons.

Une fois le bombardement effectué, il faut vérifier si le bon noyau a été créé. Pour ce faire, les chercheurs de Berkely remontent dans l'arbre généalogique des éléments. Par exemple, dans le cas du rutherfordium, supposons que du nobélium, symbole:



est produit par la désintégration alpha du



La désintégration alpha consiste en l'émission d'un noyau d'hélium comportant deux protons et deux neutrons. On peut alors être certain que le nombre atomique, c'est-à-dire le nombre de protons, ou d'électrons, est bien 104.

En pratique, un jet d'hélium gazeux entraîne les atomes fraîchement créés contre une courroie collectrice. Lorsqu'une partie de la courroie a été suffisamment imprégnée, on la fait avancer pour que la désintégration des atomes nouveau-nés se produise exactement en face d'un détecteur. De cette façon, le



se désintègre, en émettant une particule alpha (noyau de



juste devant le détecteur, en même temps qu'apparaissent les atomes:



Ainsi en observant à la fois des particules alpha et des noyaux de nobélium on peut

déduire qu'ils proviennent d'un atome de 104 protons et 257 nucléons, le rutherfordium.

De la même manière, on s'est servi de la relation filiale du lawrencium:



pour détecter la création du parent appelé hohmium, symbole:



dernier-né des machines à fabriquer les atomes.

La création de nouveaux atomes s'avère de plus en plus difficile parce qu'il faut accélérer des ions de plus en plus lourds. Tout de même, les physiciens consacrent beaucoup d'énergie à cette tâche puisqu'il y aurait place pour des éléments à longue durée de vie (des milliards d'années) entre les numéros atomiques 114 et 126.

Or, on n'a jamais recueilli de ces éléments dans la nature. Soit alors que les théoriciens se trompent ou que la Création est inachevée. Mais il se peut aussi que les étoiles, où se fabriquent les éléments, ne puissent tout simplement pas bâtir d'atomes aussi lourds que le numéro atomique 114. Ainsi, en créant l'élément 126, par exemple, l'homme ajouterait «sa» brique à la trame la plus intime de l'univers. ●

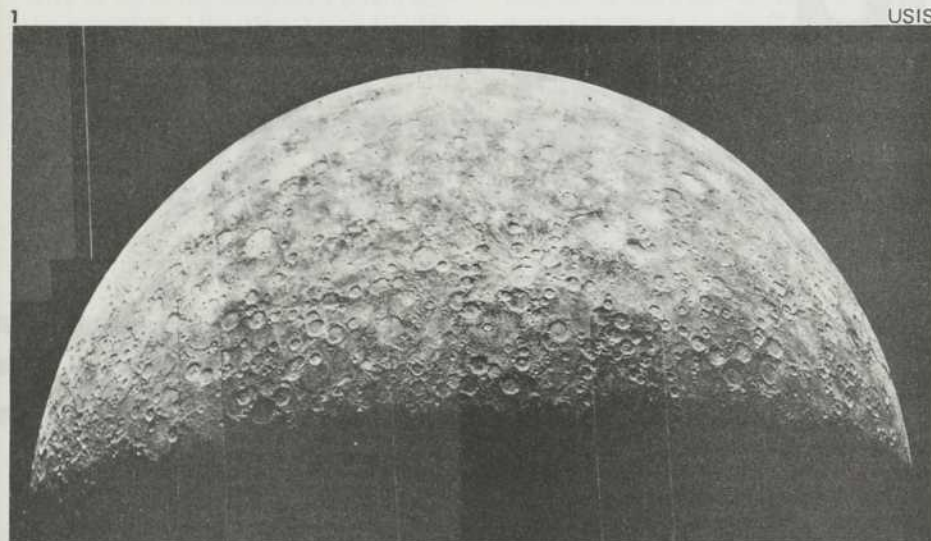
LES HUÎTRES AUX PAUVRES

Dans les pays riches, les huîtres font figure de met de luxe. Pourtant, elles pourraient devenir une importante source de protéines pour certaines populations du Tiers Monde. En 1864, par exemple, le marché de Londres vit s'échanger 500 millions d'huîtres. Par la suite, les bancs de la Grande-Bretagne furent envahis par la pollution et cet aliment devint un mets raffiné.

Le Centre de recherches pour le développement international du Canada vient donc de mettre 164 500 dollars à la disposition du ministère de l'Agriculture de la

Sierra Leone, en Afrique occidentale, pour développer l'ostréiculture. Trois approches sont envisagées, qui vont de la culture sur fond à la culture sur baguettes ou sous radeaux. Une des techniques les plus difficiles à développer est celle de la capture des jeunes larves d'huîtres, appelées naissains, sur des supports mobiles. Il faut ensuite les installer dans des boîtes, à l'abri des crabes et de la pollution, pour leur permettre d'atteindre leur taille commerciale, au bout de quatre ans. ●

LE TOURISME COSMIQUE



Catapultée de la Terre vers le Soleil, la sonde Mariner 10 a fait d'une pierre deux coups. Ses photos de la banlieue solaire nous ont montré une autre planète, aussi belle que la Terre, et une autre, aussi rebutante que la Lune.

Les clichés de Vénus révèlent une planète aux immenses nuages tourmentés. Cela tient au fait que les nuages de gaz carbonique situés à 200 kilomètres d'altitude dans le ciel de Vénus en font le tour en 4 jours seulement, tandis que ceux de la surface n'effectuent un tour complet que tous les 243 jours.

Mercury, elle, ne cache rien. La sonde interplanétaire a tout révélé de sa surface criblée de cratères. Pourtant, la sonde de la NASA y a détecté une atmosphère, au grand désespoir des spécialistes. L'«air» tenu de Mercure ne contient que du krypton, du zénon et de l'argon, mais il ne devrait pas du tout être là. Les lois de la physique indiquent, en effet, que sa température superficielle de 350° C aura vite fait d'évaporer dans l'espace tous les gaz de sa surface. Lambeaux de vent solaire temporairement accrochés, ou gaz en provenance de l'intérieur de la planète, l'atmosphère de Mercure reste à être expliquée.

Par ailleurs, la multitude de cratères qui parsèment sa surface confondent encore plus les spécialistes. Jusqu'ici on attribuait les cratères à des impacts de météores venus de la ceinture des astéroïdes, située entre Mars et Jupiter. Or, Mercure est à 300 millions de kilomètres des astéroïdes, beaucoup trop loin pour que cette hypothèse s'applique. Il se pourrait donc que la plupart des cratères aient été formés par l'éclatement de gigantesques bulles de gaz, issues des entrailles du plus proche compagnon du Soleil. ●



1. Mercure, à 200 000 km, photographiée le 29 mars 1974 par la sonde Mariner 10.

2. Vénus, à 420 000 km de distance, telle qu'observée par Mariner 10, les 5 et 6 février derniers.



la préhistoire québécoise

Lentement, la préhistoire québécoise se taille une place. Un livre paraîtra bientôt sur les premiers habitants de notre pays, dont les auteurs seront les archéologues Georges Barré, Daniel Chevrier, Serge-André Crête et Gérard Frenette. L'article qui suit est une adaptation des premiers chapitres de ce livre.

par Jean-Marc Fleury

À mesure qu'il remontait le fleuve Saint-Laurent, par ce mois de septembre 1535, Jacques Cartier faisait entrer le Québec dans l'histoire. En même temps, il mettait un terme à la préhistoire québécoise.

Tandis qu'au Moyen-Orient, la préhistoire s'était terminée 5 500 ans plus tôt avec l'invention de l'écriture par les Babyloniens. Cette période, antérieure aux documents écrits, avait commencé avec l'apparition du premier hominien, il y a environ quatre millions d'années. Dans l'extrême Nord-Est de l'Amérique, par contre, la préhistoire était très jeune lorsque Cartier y mis fin, puisque ce n'est que depuis 7 000 ans que l'immense calotte glaciaire Laurentienne a laissé s'installer les hommes dans un pays tout neuf.

CONTINENT À LOUER

L'occupation de l'Amérique elle-même est une affaire toute récente. En effet, même s'il semble de plus en plus probable que l'homme soit apparu en plusieurs endroits du globe à la fois, les conditions nécessaires à son émergence ne semblent pas avoir été satisfaites dans le Nouveau Monde. Il a fallu que l'homme envahisse ce continent, étiré d'un pôle à l'autre.

Pourtant, les premiers hominiens, Australopitèque, Pithécantrope et Néanderthalien, avaient déjà assez de peine à subsister pour qu'ils ne songent à conquérir les continents. Mais lorsque naît l'homo

sapiens, l'ancêtre de tous les hommes de la terre, il y a 40 000 ans, commence la maîtrise de la planète par ce singe nu. Il s'adapte si bien que sa prolifération l'envoie à la conquête des continents. Bien sûr, il n'y avait pas de prises de possession à la Christophe Colomb, avec salves de mousquets et drapeaux au vent. La quête quotidienne du gibier par ces nomades les entraîne sans trop qu'ils s'en rendent compte vers des territoires nouveaux. La dernière grande ère glaciaire du Wisconsin vint aussi aider l'homo sapiens dans ses grandes migrations.

Les hominiens avaient déjà essuyé trois grandes glaciations, mais celle qui débuta 60 000 ans avant l'apparition de l'homme moderne, devait l'accompagner jusqu'à il y a seulement une dizaine de milliers d'années. En fait, depuis que l'homme actuel existe, il a passé les trois quarts de son temps sous des ères glaciaires, alors que jusqu'à 27 pour cent de la surface terrestre se trouvait sous les glaciers.

Cependant, l'emprise des glaciers n'était pas constante. De temps en temps, les montagnes blanches fondaient et leurs eaux retournaient à la mer. Puis, le froid reprenait et les glaces recommençaient à stocker l'eau des océans. Épais de 3 000 mètres, les glaciers accumulaient assez d'eau pour faire baisser considérablement la surface des océans.

Au cours d'une période glaciaire particulièrement intense, entre 65 000 et 35 000

ans avant l'actuelle, le niveau des eaux salées s'enfonça de 120 mètres. De quoi rendre à l'air libre d'immenses régions bordant les terres, appelées plateaux continentaux. Des îles furent reliées à la terre ferme et des continents furent soudés ensemble. Une jetée grande comme un pays émergea entre l'Alaska et la Sibérie orientale. Aujourd'hui, une diminution de 46 mètres suffirait à faire apparaître une voie de passage à pied sec entre l'URSS et le 49^{ème} État américain; or, en descendant de plus de 100 mètres, le détroit de Béring cédait la place à une plaine de plus de 1 000 kilomètres de largeur. On a même donné un nom à cette Atlantide disparue: «Béringia».

D'ASIE EN AMÉRIQUE

Les ères glaciaires ayant leurs caprices aussi imprévisibles que ceux de la météorologie, Béringia et la majeure partie de l'Alaska étaient libres de glace pendant que les trois quarts de l'Amérique du Nord en supportaient des kilomètres d'épaisseur. Ainsi, sans s'en rendre compte, tout en poursuivant leur gibier, les Sibériens occupèrent Béringia et mirent le pied en Amérique, il y a de cela environ 40 000 ans. Ils ne purent aller plus loin que l'Alaska parce qu'ils se heurtèrent au mur de glace des calottes glaciaires continentales.

Vers 35 000 ans avant notre ère, la calotte Cordillèreenne, qui recouvrait les Rocheuses, et la calotte Laurentienne, qui s'étendait sur le reste du Canada à partir de sa source située à l'extrémité nord de la baie d'Hudson, relâchèrent leur étreinte. Un passage s'ouvrit alors tout le long de la vallée du grand fleuve Mackenzie. Pour la première fois, les hommes purent commencer à occuper le cœur de l'Amérique. Irrémédiablement, le Nouveau Monde devenait leur patrie, car toute retraite vers l'Ancien était coupée. Les océans revenus à leur niveau normal à la suite de la fonte partielle des glaciers recouvraient Béringia. L'Australie fut habitée de la même façon, il y a 40 000 ans.

Ce jeu de la mer et des glaciers devait reprendre vers -25 000 (on choisit la première année de l'ère chrétienne comme année zéro). Pendant une nouvelle période de froid intense, les glaciers reprirent leur avance vers le sud et Béringia réapparut. Jusqu'en -13 000, de nouveaux Sibériens purent prendre pied en Amérique. Ensuite, les oscillations climatiques semblent avoir été plus rapides. On compte deux nouvelles reprises de contact entre les deux continents vers -12 000 et -8 000. Les Esquimaux, qui adoptèrent l'Arctique de façon permanente, furent les derniers Asiatiques à venir occuper l'Amérique. Cette migration se produisit vers -3 000 et ils volèrent à quelques mètres d'altitude au-dessus de Béringia... en kayak.

L'occupation des Amériques fut relativement rapide. Au Pérou, on a trouvé des vestiges qui confirment une occupation humaine dès -20 000. Enfin, tout à fait à l'extrémité australe de l'Amérique du Sud, sur la Terre de Feu, on a exhumé des ossements datés de -10 000. Pour donner une idée de la vitesse d'occupation du territoire, l'anthropologue américain James Tuck a calculé qu'une seule bande de trente personnes, composée de cinq femmes aurait pu remonter les 3 000 kilomètres de la vallée du Mackenzie en 500 ans. Ceci donne une vitesse moyenne de six kilomètres par année. Pendant ce temps, la population de la bande aurait pu augmenter jusqu'à 12 500 individus, dans l'hypothèse la plus favorable.

CULTURES MATÉRIELLES

Comment vivaient ces premiers Américains? On n'en sait presque rien. En plusieurs endroits on a trouvé un outillage grossier fait de grattoirs en pierre et de galets cassés. Aucune pointe de projectile, de lance ou de flèche n'est associée à ces sites anciens. Pour cette raison, on appelle période «pré-pointe de projectile» cette première tranche mal définie de la préhistoire américaine. Elle se termine en -13 000, alors que sont façonnées les premières pointes de pierre. En même temps débute la première des cultures préhistoriques d'Amérique, la culture paléo-indienne.

À partir des premiers Paléo-Indiens, les archéologues divisent les 15 000 dernières années préhistoriques de l'Amérique du Nord-Est (région des Grands Lacs, Ontario, Québec, Nouvelle-Angleterre, New York et Pennsylvanie) en trois grandes périodes culturelles. La période paléo-indienne s'étend de -13 000 à -5 000; c'est la plus longue. Suit, la période archaïque, jusqu'en -1 000. Enfin, la dernière période, appelée Sylvicole, s'étend de -1 000 au XV^{ème} siècle après Jésus-Christ, lorsque des Européens redécouvrent l'Amérique du Nord, 500 ans après les Vikings.

Ces cultures sont dites matérielles parce que décrites à partir d'artefacts retrouvés dans les anciens campements et villages des hommes préhistoriques. Ainsi, l'archéologue préhistorien doit faire parler les objets de facture artificielle qu'il trouve, tout comme l'historien déchiffre les hiéroglyphes. Par contre, au lieu de diviser les époques d'après des événements politiques, il découpe la préhistoire selon les différentes technologies qui se succèdent. C'est seulement lorsqu'il a pu identifier un ensemble cohérent d'outils et d'habitations qu'il peut définir une culture matérielle. Il classe ensuite ces cultures au fur et à mesure des progrès technologiques.

En même temps, que se poursuit le mouvement de recul du glacier, à partir de -16 000, et malgré quelques velléités de reprise glaciaire, les Paléo-Indiens remontent vers le nord. Partie de New York, la calotte gelée a été refoulée jusque sur la rive sud du Saint-Laurent, vers -9 500. Le Québec est donc encore complètement recouvert de glace, mais les plaines de l'Ouest et les États-Unis sont libres. Les Paléo-Indiens y chassent de gros gibiers maintenant disparus, le mammoth poilu aux énormes défenses, des ancêtres du cheval et du chameau et un bison préhistorique, plus gros que celui d'aujourd'hui.

PLONGEONS POUR MAMMOUTHS

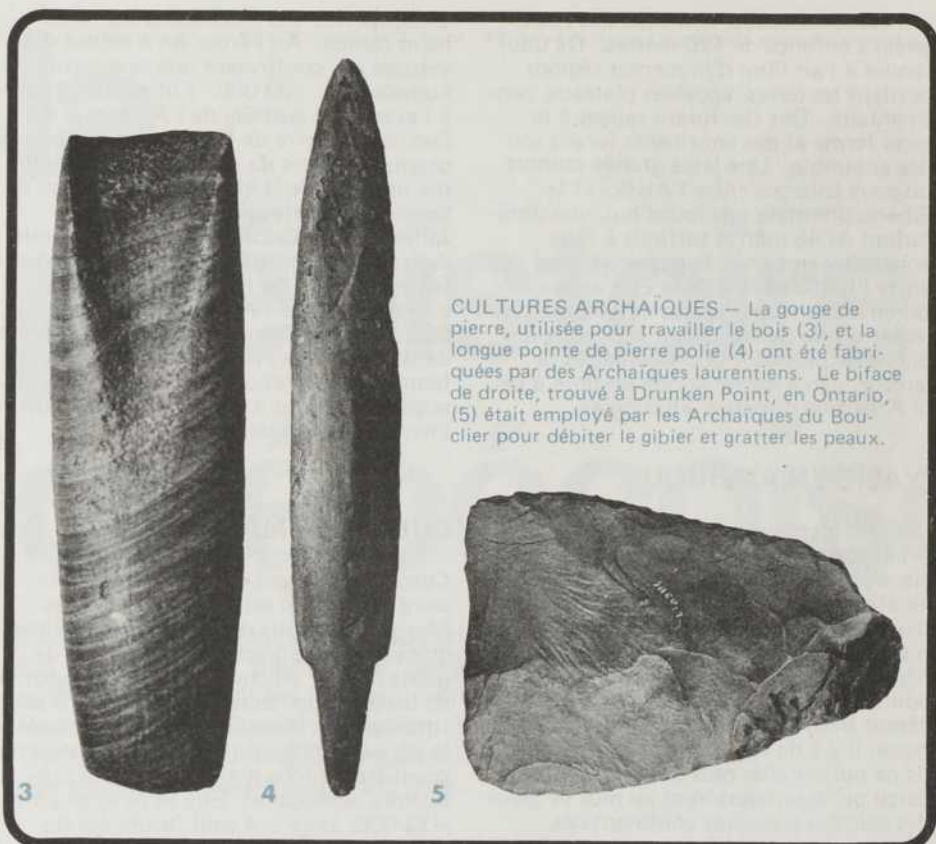
Au début, ces hommes ne connaissent ni l'arc, ni les flèches. Les pointes de projectile trouvées dans ces sites sont trop grosses et n'ont pu servir que pour des javalots et des lances. Leurs armes, aux pointes de pierre habilement taillées, dites de tradition Clovis, ne leur permettaient pas d'affronter directement les mastodontes de 4 mètres de hauteur. Avec ruse ils les dirigeaient vers des précipices dont la dégringolade leur était fatale. Ainsi, au pied d'une falaise du Colorado, on a trouvé les squelettes d'une douzaine de mammoths, ancêtres de l'éléphant. À certaines occasions, on remplaçait la falaise par un marécage. Une fois bien enlisés, il devenait plus facile d'achever les animaux à coup de lance. Si aucun accident topographique ne prêtait son concours, plusieurs chasseurs se résignaient à séparer les femelles, les animaux blessés ou les jeunes du troupeau. Une fois un animal isolé, quelques lances le maintenaient en respect pendant qu'un ou deux braves s'approchaient pour lui transpercer le cœur. Les restes de mammoth révèlent que l'on mangeait à peu près tout. L'éléphant cru, bouilli ou rôti tenait alors la place de notre boeuf.

Le pachyderme disparaît d'Amérique vers -8 500, surtout à cause de modifications climatiques, mais non sans que l'intérêt mortel que lui vouaient les chasseurs Clovis soit étranger à cette élimination. À la même époque, les pointes à cannelure, parce qu'elles comportent une sorte de renforcement longitudinal destiné à faciliter l'écoulement du sang ou la ligature de la pointe à la hampe du javalot, disparaissent et, avec elles, la tradition Clovis. Un climat sec favorise la multiplication des bisons aux crochets desquels se développe une seconde tradition paléo-indienne, dite Plano. Les archéologues américains intercalent une culture Folsom entre les cultures Clovis et Plano, mais cette culture caractéristique des grandes plaines de l'Ouest ne s'est pas développée dans le Nord-Est.

Encore une fois, la nouvelle tradition Plano est caractérisée par le style des



CULTURES PALÉO-INDIENNES — La pointe de projectile (1) caractérise la culture matérielle Clovis. Cette pointe habilement taillée se distingue par sa cannelure qui servait, soit à faciliter l'écoulement du sang, soit à attacher la pointe à la lance. Elle provient de Debert, un important site Clovis, en Nouvelle-Écosse. Sur l'autre (2), on distingue très bien les retouches en pelure parallèles et régulières des pointes Plano. Celle-ci a été découverte à Rivière-à-la-Martre, près de Sainte-Anne-des-Monts, en Gaspésie (voir Québec Science, décembre 1973).



CULTURES ARCHAÏQUES — La gouge de pierre, utilisée pour travailler le bois (3), et la longue pointe de pierre polie (4) ont été fabriquées par des Archaïques laurentiens. Le biface de droite, trouvé à Drunken Point, en Ontario, (5) était employé par les Archaïques du Bouclier pour débiter le gibier et gratter les peaux.

pointes de projectile. La cannelure a disparu. Par contre, les pointes sont taillées selon la technique des retouches en pelures. L'Indien-Plano enlève les éclats de pierre en frappant la pièce perpendiculairement à l'axe. Le biface obtenu est facilement reconnaissable par ces retouches parallèles et régulières.

PARASITE DU BISON

Si le climat s'assèche, au tournant du dixième millénaire avant Jésus-Christ, ceci s'explique par le recul du glacier. Il emporte avec lui un front froid qui provoquait une abondante condensation à sa frontière. Ceci assurait une humidité considérable, très favorable au développement d'une flore luxuriante. À l'extrémité du glacier Kaskawulsh, dans le sud-ouest du Yukon, par exemple, on trouve des épinettes de cent ans dans une zone qui était recouverte par la glace, il y a entre 130 et 300 ans. L'humidité cessant, la toundra et la taïga remplacent l'écosystème entretenu par les glaciers.

Ces immenses étendues deviennent le terrain de prédilection du bison. Animal grégaire, il vit en bandes de 200 à 300 individus l'été, mais l'hiver, des troupeaux de plusieurs centaines de milliers de bêtes se rassemblent pour de longues migrations. Les Indiens-Plano les suivent. Où vont les animaux, vont les hommes. C'est pour-

quoi, les cultures Clovis et Plano recouvrent d'immenses territoires, leurs représentants étant de perpétuels nomades.

Les Plano vivent encore de la chasse au gros gibier, mais l'orignal, le caribou et le chevreuil ont remplacé le cheval, le chamois et le bison préhistorique. C'est un bison tel que nous le connaissons maintenant, qui a pris la place laissée libre par le mammouth. La chair du bison nourrit, sa peau habille et abrite, sa graisse chauffe et son huile éclaire. Réunis en bandes de 15 à 30 individus, les hommes vivent en parasite des bisons. Pour les chasser on a encore recours aux précipices. Ainsi, en bas d'une petite falaise de deux à trois mètres, dans l'Ouest, on a identifié pas moins de 200 carcasses. Des fractures des os de la bouche indiquent que toutes les langues ont été enlevées, signe qu'on en raffolait. Une fois la peau du dos enlevée, on dépeçait l'animal en commençant par les pattes arrières, puis en remontant par les côtes et les vertèbres, jusqu'à la tête. Sur les 200 carcasses, seulement une douzaine, celles d'en dessous, n'ont pas été touchées. Règle générale, il suffisait d'une journée pour dépecer et emporter toute cette viande. Elle nourrissait environ 150 personnes pendant un mois.

Gâtés par le grand nombre de buffles (on les comptait alors par millions) les Indiens-Plano n'éprouvent pas le besoin d'inventer l'agriculture, comme leurs frères de la

Mésamérique (Amérique centrale). Leur outillage se perfectionne quand même.

Les pointes de pierre sont plus régulières, mais toujours fragiles. Il faut perpétuellement renouveler le stock de pointes de lance, de grattoirs et de couteaux en pierre. À force d'en fabriquer, ils parsèment l'Amérique en milliers de ces bifaces, pierres taillées des deux côtés, en suivant les traces des bisons. Enfin, leur nomadisme ne leur permet pas de développer des habitations complexes et, lorsqu'ils s'arrêtent, c'est sous une tente ronde faite de peau qu'ils passent la nuit.

LE PREMIER PIED

Pendant ces années, l'occupation du Nord-Est de l'Amérique s'effectue dans l'axe sud-nord. L'homme est sur les traces du glacier moribond. Vers -9 500, la calotte Laurentienne, qui a atteint l'actuel site de la ville de New York, au moment de son avance maximum, longe la rive sud du Saint-Laurent. En -5 000, le glacier s'évanouit au nord de la baie d'Hudson, à la suite d'une période de réchauffement exceptionnelle.

Il n'y a plus de glacier, mais cela ne signifie pas que le Québec peut être aussitôt occupé. Au contraire, après la glace, c'est l'eau. Les brochets et les esturgeons nagent au-dessus des rues de Montréal. Sous



CULTURES SYLVICOLES — Un pendentif, appelé pectoral, parce qu'on le retrouve vis-à-vis la poitrine des squelettes exhumés (6), et une offrande funéraire appelée «birdstone pop-eyed», trouvée à Pointe-aux-Buissons, près de Montréal (7), sont associés aux sites du Sylvicole inférieur. Les restes d'un vase aux décorations costulées, imprimées à l'aide d'un coquillage, ont été trouvés dans la région de Sherbrooke et marquent l'étape du Sylvicole moyen (8). Au Sylvicole supérieur, des motifs plus complexes ornent les parements des vases (9).

la charge de 3 000 mètres de glace, le sol a enfoncé et en attendant qu'il rebondisse, les eaux salées de la mer de Champlain recouvrent les meilleurs sols arables du Québec. Tout près, le long des Grands Lacs, en Nouvelle-Angleterre et au Vermont, les Indiens-Plano s'installent à partir de -8 000. La pénétration du Québec devait s'effectuer vers -6 000 par deux voies différentes, l'Abitibi et la Gaspésie.

En fait, la Gaspésie a probablement été le premier territoire québécois où l'homme a mis le pied. On y trouve des objets de tradition Clovis, culture antérieure à la tradition Plano. Dans le Nord-Ouest, sur les rives des lacs Albanel et Mistassini arrivèrent ensuite des Indiens de tradition Plano, venus du nord des Grands Lacs. Ces deux premiers groupes à habiter le Québec devaient être séparés l'un de l'autre jusqu'en -4 000 par la mer de Champlain.

(Cet été, une vaste opération de sauvetage se poursuit pour recueillir le plus de renseignements possible sur les sites Plano du nord de l'Abitibi avant qu'ils ne soient inondés par les travaux hydroélectriques de la baie James. Jusqu'ici on a trouvé très peu d'indices, mais les recherches pourront se poursuivre encore pendant quelques années qui passeront bien vite. D'ailleurs, depuis trois ou quatre ans, environ 75 pour cent des travaux archéologi-

ques québécois constituent des opérations de sauvetage de ce type.)

QUATRE NICHES NATURELLES

La prise de possession d'un pays tout frais lavé par les glaciers s'effectue à partir du nord-ouest du Bouclier canadien et du sud-est de la vallée laurentienne. En même temps commence la période Archaïque, qui s'étend de -5 000 à -1 000. Ces années consacrent l'intégration authentique de l'Amérindien à l'environnement et s'accompagnent d'un déclin du nomadisme. Les bandes habitent désormais des régions bien définies et ne vagabondent plus d'un bout à l'autre du pays, à la poursuite des bisons, relégués aux plaines de l'Ouest.

De pair avec l'intégration au milieu apparaissent les premiers fractionnements culturels. En effet, l'écosystème varie au gré des régions, de sorte que chaque coin du Québec va vivre la période archaïque de façon originale. En fait, le passage du Paléo-Indien à l'Archaïque se traduit plutôt par une diversification que par un progrès technologique véritable.

Quatre paramètres géographiques permettent de diviser le Québec d'alors en autant de régions différentes: le Bouclier continental (nord-ouest), le Bouclier maritime (nord-est), le Laurentien continental (sud-ouest) et le Laurentien maritime (sud-est).

La niche du Bouclier maritime a connu une occupation limitée, mais les autres ont donné lieu à d'authentiques variantes de l'étape archaïque. Dans la région du Bouclier continental (baie James), le nomadisme reste la règle. Dans le Sud, par contre, le long de l'axe laurentien, des développements importants se produisent.

Lorsque survient l'été, de 50 à 100 individus (formant une «macro-bande») se rejoignent près des embouchures des rivières et sur les rives des lacs poissonneux. On y construit de petites maisons ovales de 5 à 6 mètres de diamètre. Au centre, un foyer réchauffe les occupants pendant les nuits fraîches, tandis qu'un autre foyer extérieur sert à la cuisson des aliments. On a trouvé de ces sites aux Îles aux Allumettes, à Bécancour, à Red Mill (près de Trois-Rivières), le long des rivières Massawapi et Saint-François et jusqu'à Old Fort, sur la Côte Nord. Le menu devient plus varié avec l'apport du petit gibier et des fruits sauvages. Les Archaïques utilisent pas moins de 500 espèces végétales comme aliments, assaisonnements, tabacs, colorants et médicaments. Avec la venue de l'hiver, par contre, les sources d'approvisionnement plus diffuses obligent les Archaïques à reprendre leur nomadisme en micro-bandes de 10 à 15 personnes.

En Gaspésie, dans la niche du Laurentien maritime, les Archaïques s'adonnent à la pêche et chassent la baleine, le phoque et

► le marsouin. Ils ne connaissent pas encore l'arc et les flèches, mais savent lancer leur javelot à l'aide d'un propulseur. Celui-ci consistait en une lanière de cuir ou une tige de bois munie d'une encoche sur laquelle venait s'appuyer l'extrémité arrière de la lance. Le propulseur augmentait la force, la portée et la précision du lancer.

Pendant la période archaïque, vers -3 000, un développement important se produisait à l'extrême nord du Québec. De nouveaux Sibériens occupaient l'Arctique pour devenir les Esquimaux. Au lieu de descendre vers le Sud déjà occupé, ils façonnèrent une technologie unique leur assurant le gîte et le couvert dans un des écosystèmes les plus hostiles qui soit. La préhistoire des Inuits est complètement indépendante de celle des Amérindiens et constitue un exploit remarquable.

VIVRE AVEC LES ARBRES

Plus bas, dans le Sud, quelques années avant le sacre de David, roi d'Israël, en -1 006, débute la dernière grande période préhistorique de l'Amérique du Nord-Est, le Sylvicole. Ce mot, tiré de «sylva», qui veut dire forêt, et de «colere», qui signifie habiter, souligne l'étape de l'adaptation à la vie en milieu forestier. Car une immense forêt a remplacé la tundra familière aux Plano; la flore et la faune ont atteint l'état d'équilibre qu'on leur connaît aujourd'hui.

Le Sylvicole passe par trois étapes de développement appelées Sylvicole inférieur, moyen et supérieur. Le Sylvicole inférieur commence avec l'adoption de la poterie et se poursuit avec l'accentuation du jardinage. La fabrication de contenants rigides en glaise cuite était connue depuis longtemps des populations de la Mésoamérique, de même que la culture du maïs et de plusieurs autres plantes. Dans le Nord-Est, la brève saison chaude et l'omniprésente forêt retardèrent le développement de l'agriculture.

Malgré tout, des progrès décisifs furent effectués par le groupe sylvicole des Adena, sur les bords de la rivière Ohio. Là, le Sylvicole connut son plein épanouissement. Les Adena furent aussi les premiers habitants du Nord-Est à développer un cérémonial d'enterrement avec offrandes de pots, de perles, de cuivre, de pipes et de pointe de pierre polie avec, en plus, construction d'un tertre funéraire.

Au Québec, les Meadowood subissent l'influence des Adena. Dans leurs sépultures on a récupéré des pointes de projectile en pierre, taillées avec une grande finesse. Associés à des restes de crémation, on a trouvé des pectoraux, sortes de pendentif fait d'une pierre plate percée de deux trous pour laisser passer la lanière de cuir qui encerclait le cou. L'objet le plus

spectaculaire de cette époque est le «birdstone pop-eyed». On ne connaît pas la signification de cet oiseau de pierre polie aux yeux en saillie, qui doit son nom aux archéologues américains. Il s'agit probablement d'un objet de culte duquel on ignore tout. Il est difficile de faire parler les pierres. Les archéologues y parviennent, mais il leur faut du temps. Enfin, objet plus familier, la pipe tubulaire en céramique constitue la dernière nouveauté technologique du Sylvicole inférieur. Ces pipes sont tout simplement faites d'un tuyau à l'extrémité évasée, une sorte de cigare réutilisable. Les sites Meadowood québécois ont été découverts à Batiscan et Baie Jolie (près de Trois-Rivières), à Québec et à Pointe-aux-Buissons, sur le bord du lac Saint-Louis.

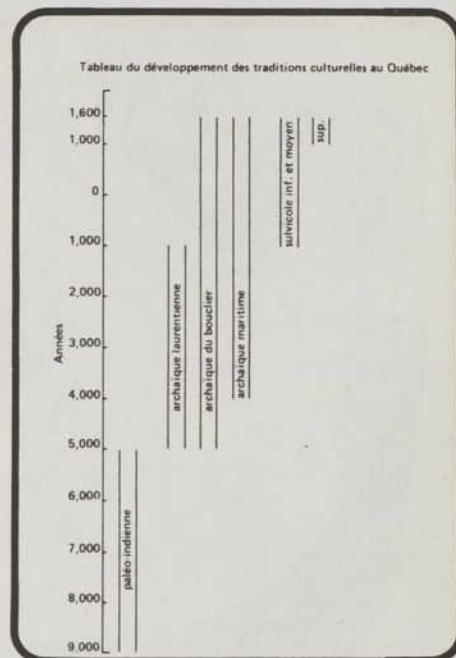
Puis commence le Sylvicole moyen, de -500 à 1 000, à mesure que le jardinage fournit une part de plus en plus importante de la diète. La culture Meadowood cède la place à la culture Hopewell, dont les représentants curent le long des rivières Ohio et Illinois.

Les Hopewell influencent à leur tour les habitants du Québec —qui ne deviendra jamais un foyer de rayonnement culturel— mais cette influence est minime. Leurs techniques horticoles, leurs vastes tertres funéraires et leurs gros villages n'ont pas été adoptés par les populations du Nord-Est et l'Est qui choisissent la pêche au lieu de l'agriculture. Ainsi, leur subsistance est moins dépendante des fluctuations climatiques souvent tragiques pour la culture du maïs.

En effet, dans les sites québécois de cette époque on trouve plus de pointes de harpons et d'hameçons et de poids de filets que de pointes de projectile. Sans doute que l'abondance des poissons pendant les périodes du frai de l'automne et du printemps dans des eaux peu profondes rendait la récolte des poissons plus facile que celle des légumes et des céréales. Les abondantes prises de saumons, d'anguilles, d'éperlans, d'esturgeons et de brochets étaient fumées et séchées pour la conservation. De plus, palourdes, pétoncles, huîtres et homards ajoutaient des compléments de choix au menu sylvicole. Il est curieux de constater le temps qu'ont mis les populations indigènes avant de profiter de tant de ressources maritimes. Un démo-graphie a calculé que si les Sylvicoles s'en étaient remis exclusivement à la pêche au lieu de la chasse, leur population aurait pu être mille fois plus considérable à l'arrivée des Européens. Par contre, l'hiver, il fallait encore renoncer à la pêche et se séparer en petits groupes de 20 individus pour chasser le gibier sur pattes.

UN CENTRE DE TROC

À long terme, pourtant, l'exploitation intensive des ressources maritimes ne



devait être qu'un détour dans l'inévitable cheminement vers l'agriculture, qui va de pair avec la sédentarisation, condition d'un développement culturel d'envergure. De l'an 500 à 1 000, le fait de passer plusieurs mois par été au même endroit, si poissonneux soit-il, devait conduire les Amérindiens à se tourner vers l'exploitation de l'environnement végétal. Cette semi-sédentarisation favorisa l'éclosion de l'idée de possession familiale du sol. Quant aux techniques agricoles, on n'avait qu'à les importer du Sud (déjà l'emprise de la technologie américaine, mais celle-ci étant alors copiée de la technologie mésoaméricaine).

Les récoltes étaient entreposées dans des pots de forme conique, désormais décorés de motifs, mais on n'a trouvé aucune trace de peinture sur ces poteries fabriquées par les femmes. Les hommes, eux, se réservaient la production des pipes cou-dées. Toutes petites, elles devaient rudement chauffer le nez de leur propriétaire. Enfin, on trouve de plus en plus de métal. À l'outillage de pierre s'ajoutent des perles, des hameçons et des pics faits de cuivre natif, ramassé dans les cours d'eau.

Le Québec était alors une zone d'échange intensif puisque l'on trouve dès cette époque des pierres venues du Labrador mêlées à des coquillages du Golfe du Mexique. Le Labrador et l'intérieur du Québec étaient habités par des sociétés vivant encore de chasse et de pêche et ignorant la poterie.

Pendant le Sylvicole moyen, deux cultures se partagent le Québec: les Pointe-Péninsule dans le Sud, et les Laurel, dans le Nord-Ouest. Le premier groupe est issu de l'Archaïque laurentien, tandis que le se-

CAMPMENT DE PÊCHE DU SYLVICOLE MOYEN — Ce site se trouve maintenant sous les approches d'un pont de la Route Six, à Cap Chat, en Gaspésie. Avant qu'il disparaisse, les archéologues du ministère des Affaires culturelles de Québec avaient identifié trois niveaux d'occupation successifs, de l'an 540 à l'an 620. L'endroit a été occupé seulement pendant l'été par des groupes de 25 à 30 individus qui y pratiquaient la pêche. Parfois, les prises étaient d'envergure puisque la «branche» que l'on distingue sur le niveau intermédiaire est en fait l'os d'une grosse baleine. ▷



Ministère des Affaires culturelles du Québec

cond descend de l'Archaïque du Bouclier. Ils se distinguent par leur poterie aux motifs différents. On n'en connaît pas beaucoup plus car l'étude de ces groupes s'avère difficile. La plupart des sites qu'ils nous ont laissés ne sont que des campements d'expédition de pêche.

DES CAMPS DE PÊCHE

Vers l'an 1 000, à l'époque où les Vikings découvrent l'Amérique (ils en ont laissé quelques documents écrits, mais la prise de contact n'est que temporaire de sorte que la préhistoire se continue) commence le Sylvicole supérieur. Il se terminera brutalement avec l'arrivée des Blancs en Amérique du Nord-Est, au XVI^e siècle. Pendant cette période, la Mésoamérique connaît le prodigieux développement des civilisations maya, puis aztèque.

En Amérique du Nord-Est, les Iroquoïens (Iroquois, Hurons, Ériés, Neutres et Susquehannocks) représentent le raffinement maximum de la culture préhistorique. Les Algonkiens (Algonquins, Montagnais, Cris, Micmacs et Naskapis) demeurent en pratique à la période archaïque.

De l'an 1 000 à 1 300, trois groupes culturels occupent le Nord-Est, les Owasco, dans l'État de New York, les Pickering, dans le Sud-Est de l'Ontario, et les Glen Meyer dans le Sud-Ouest de cette même province. Ces groupes cultivent le maïs, puis les courges et les haricots. La variété de maïs utilisée, le «northern flint» est bien adaptée aux sols humides et frais. Par contre, elle est moins riche en amidon nourricier que le «southern dent» des Amérindiens du Sud-Ouest américain. Pour ce qui est du logement, les Owasco —

Pickering — Glen Meyer habitent ces maisons rectangulaires, longues d'une dizaine de mètres avec des entrées sur les côtés. Les foyers aussi sont placés près des murs, à l'intérieur. À partir de 1 300, l'augmentation de la population entraîne un allongement des maisons jusqu'à une moyenne de 30 mètres.

Une situation curieuse semble avoir alors prévalu au Québec. Dans la partie centrale de la vallée du Saint-Laurent, on a trouvé uniquement des sites de villages agricoles construits après 1 400, entre autres, à Lanoraie et à Tracy. Par ailleurs, tout le long de la vallée, jusque sur la Côte Nord, on a trouvé plusieurs sites de campements de pêche, antérieurs ou contemporains aux villages agricoles, à Pointe-aux-Buissons (site numéro 2), à Beaumiers, à Tadoussac et à Chicoutimi.

Il semble donc que les groupes iroquoïens de l'est ontarien aient commencé par venir pêcher au Québec pendant l'été, sans l'habiter immédiatement, ou que les pêcheurs du Sylvicole moyen soient devenus les agriculteurs du Sylvicole supérieur. Cependant, les sites de transition manquent encore pour étayer cette seconde hypothèse. Quant à l'argumentation de la première, on explique que les Iroquoïens auraient décidé d'habiter les rives du Saint-Laurent à la suite d'une véritable explosion démographique, deux siècles avant l'arrivée des explorateurs européens.

À la fin du Sylvicole supérieur, les Iroquoïens dominent toute la vallée du Saint-Laurent, du Golfe aux Grands Lacs. Dans l'État de New York, où se trouve aujourd'hui Syracuse, siège le cœur de la Confédération des Cinq Nations, dominée par les Onondaga. Emprisonnés dans

l'étoffant carcan de la forêt, les Iroquoïens parviennent quand même à l'implanter l'agriculture, la plus importante étape technologique jamais franchie par l'homme.

Il fallait alors de 1 500 à 4 000 mètres carrés de surface cultivée pour nourrir une personne. La préparation du sol pour le maïs exigeait des efforts épuisants. Il fallait des années aux hommes pour brûler les gros arbres, couper les petits et ameublir la terre. Une fois le terrain prêt, on laissait aux femmes le soin d'en tirer la nourriture, jusqu'à épuisement des sols. Après quoi le village se déplaçait quelques kilomètres plus loin, à tous les 15 ou 20 ans.

L'importance de la tâche confiée aux femmes, celle de nourrir le village, leur accordait un véritable pouvoir politique. Les hommes recherchèrent le prestige dans la chasse et la guerre. Cette dernière consiste en des harcèlements rituels. On se contente de faire quelques prisonniers. Aucune partie ne cherche à exterminer ou conquérir l'autre. Il arrive tout de même qu'un prisonnier fasse les frais du souper de la victoire. Un de ces exemples de cannibalisme a été découvert près de Syracuse. En effet, des ossements humains, trouvés dans une fosse qui servait à rôtir le gibier, portent des marques d'incision.

Avec l'arrivée des Européens, des guerres mortelles devaient dresser les nations iroquoïses contre les Algonkiens. Ils n'avaient pas le choix. La traite des fourrures avec les Blancs permettait d'obtenir les armes à feu, désormais garantes de toute supériorité. Géographiquement mal placés, les Iroquoïens ne possédaient pas de bons territoires de trappe. Ils devaient ▶

TÊTES DE PIPES — Les pipes iroquoises du Sylvicole supérieur sont parmi les objets les plus spectaculaires à avoir été fabriqués par les Iroquois du Sylvicole supérieur. La photo de l'extrême gauche montre une pipe complète à oreilles. Les trois autres photos mon-

trent la même tête de pipe, vue selon trois angles différents. Le fumeur voit le visage de gauche, la personne en face de lui, le visage du centre, et une personne placée de côté voit les deux visages se fondre en une sorte de gueule de serpent.



Société d'archéologie préhistorique du Québec

donc à tout prix s'emparer des fourrures des Algonkiens, qu'ils contribuèrent à exterminer. Ensuite, Américains et Anglais se partagèrent les faveurs des Iroquois et les entraînaient dans des luttes fratricides. Les Iroquois du Saint-Laurent, en particulier les Hurons, furent les habitants du système fluvial laurentien possédaient les meilleurs territoires de trappe, mais leur cohésion était trop faible pour leur permettre d'offrir une résistance valable.

Au faite de sa puissance, la Confédération iroquoise regroupait plus de 12 000 personnes, dont 2 200 guerriers. Près de Syracuse, on a découvert une vingtaine de sites d'occupations successives par les Onondagas, leaders de la Confédération. Le père Simon Lemoyne, fut le premier Blanc à visiter un de ces villages, au XVI^e siècle. La plus puissante des nations iroquoiennes occupait alors un village central, entouré de palissades, et un village secondaire « agricole », plus petit et situé tout près des territoires en culture. La présence d'un village satellite agricole, à quelques kilomètres du village principal, était une caractéristique particulière des Iroquois.

Dans le grand village, un visiteur européen devait un peu plus tard dénombrer pas moins de 140 maisons. Quant au village agricole, il n'en comptait que 24. Certaines des maisons avaient jusqu'à une centaine de mètres de longueur, d'où leur nom de « longues-maisons ». Une allée centrale parcourait l'habitation d'un bout à l'autre. Dans cette allée se trouvaient les foyers pour le chauffage et la cuisson des aliments. Les familles occupaient les côtés de la maison, le long desquels on aménageait des couchettes et des greniers surélevés.

UNE ÉNIGME

Au Québec, la situation est confuse. On sait que lors de ses premières visites, en 1534, 1535 et 1541, Jacques Cartier a vu d'importants villages à Stadaconé (Québec) et à Hochelaga (Montréal) où plus de 1 000 hommes, femmes et enfants s'étaient rassemblés sur la rive. De plus, il y avait à cette époque une douzaine de villages le long de la Côte Nord. Il semble aussi que les relations entre les Stadaconéens et les Hochelagiens n'aient pas été très amicales.

Or, pour des raisons que l'on ignore, les Iroquois avaient disparu de la vallée du Saint-Laurent et les villages de Stadaconé et d'Hochelaga étaient vides lorsque vient Champlain en 1603. Des guerres auraient pu chasser les Amérindiens ou le climat se serait refroidi. Dans ce dernier cas, la culture du maïs, dont l'espèce d'alors exigeait 120 jours sans gelée, aurait été gravement compromise.

Enfin, ces anciens villages sont maintenant complètement effacés sous le béton. Il ne reste aux archéologues québécois que des sites secondaires comme celui de Tracy, par exemple, qui était peut-être un village satellite agricole à cause de la grande quantité de grains de maïs qu'on y a trouvée. La préhistoire québécoise sera difficile à faire entrer dans l'histoire. De plus, les deux premiers foyers d'habitation du Québec, l'Abitibi et la Gaspésie, sont menacés de transformation radicale à brève échéance, le premier, par l'eau de réservoirs hydroélectriques, l'autre, par un aménagement touristique accéléré. Nos ancêtres par le sang sont peut-être dans l'Ancien Monde, mais le Québec est notre pays et l'histoire de ses premiers habitants est aussi la nôtre.

Un chercheur

En marge des universités et des gouvernements, trois jeunes archéologues diplômés de l'Université de Montréal, Serge Crête, Laurent Girouard et Gérald McKenzie, fondèrent la Société d'archéologie préhistorique du Québec, au début des années 1960.

La Société a effectué plusieurs fouilles importantes, dont la dernière, dans un emplacement du sylvicole supérieur, près de Tracy. Le site porte le nom de Mandeville, d'après son découvreur, Jean Mandeville. Jean avait 13 ans lorsqu'il vit surgir de terre des fragments de poterie, dans la cour arrière de la maison paternelle. Malgré son jeune âge, il eut l'idée d'avertir un archéologue amateur très connu. Ce fut en pure perte. Il dut attendre plusieurs années avant que, finalement, les gens de la SAPO se penchent sur l'endroit. Aujourd'hui, les spécialistes de la Société en ont fait l'un des sites les mieux étudiés du Québec. Pendant tout ce temps, Jean Mandeville a participé étroitement aux fouilles. Il a même abandonné ses études pour apprendre l'archéologie sur le terrain. Cette consécration d'une vie à la recherche symbolise bien la situation de l'archéologie au Québec, des efforts individuels immenses dans un désert national d'indifférence.

ENVIRONNEMENT

LA MARCHÉ DES GLACIERS

Le glacier, après avoir labouré le lit de la vallée, termine son périple sur les berges d'une rivière de sédiments. Il y rejoint les glaces qui s'y sont déjà accumulées pour former une table glaciaire (cette zone de fusionnement est indiquée par une flèche). L'érosion des glaces (érodées par les sédiments de la rivière) forme un véritable mur dont l'ombre apparaît ici sous forme d'une bande noire, s'étendant du sud au nord. ▽

Il y a environ 20 ans, le gouvernement canadien menait déjà une campagne de cartographie et d'exploration géologique aérienne. Cette photo a été prise le 15 septembre 1956 par un avion de reconnaissance volant à une altitude d'environ 10 000 mètres. Elle couvre une superficie de 155 kilomètres carrés. On peut y voir une partie du glacier de Kaskawulsh (138° 45' de longitude ouest, et 60° 40' de latitude nord), situé dans la partie sud du Yukon.

Les coulées de glacier y sont très apparentes, et ce sont des détails de ce type que recherchent les géologues. Les fluctuations de la superficie qu'il recouvre sont un important indice des changements globaux du climat. La datation (au carbone 14) des débris qu'ils laissent sur place, et la végétation qui croît au sein de ces dépôts de moraine, permettent de suivre leur évolution, à la trace.

Il y a environ 6 000 ans, une période chaude avait repoussé les glaciers dans des recoins montagneux. Cependant, les vingt dernières années les ont vus regagner du terrain, par suite d'un refroidissement global de la Planète.

De plus, la vue à grande échelle obtenue à partir de satellites (voir QUÉBEC SCIENCE, avril 1974) et complétée par de telles photographies, indique que les glaciers ont recommencé à gagner du terrain.

L'apport sans cesse croissant de polluants en suspension dans l'atmosphère n'est pas étranger à leur progression. Ainsi, par les déchets qu'il injecte dans l'air, l'homme est peut-être en train de collaborer froidement à l'envahissement de son territoire par les montagnes de glace, pour le moment en attente aux frontières des calottes glaciaires. ●



Photothèque nationale de l'air, film no A15517, photo no 52

LES VERS COUPABLES

C'est bien connu, la présence d'oiseaux dans le voisinage des aéroports engendre chaque année des catastrophes, les puissants réacteurs ne digérant pas — mais absolument pas — les volatiles petits ou gros. Pour les éloigner des aéroports, une seule solution: éliminer leur nourriture. Et le bifteck de la gent ailée est sans contredit le ver de terre (lombric).

Évidemment, on pourrait toujours les éliminer à grand renfort de pesticides ou, à la rigueur en leur déclarant une guerre biologique sans merci. Mais pour radicale qu'elle serait, une telle extermination aurait des conséquences négatives: elle entraînerait non seulement la pollution du sol, mais encore risquerait fort de déséquilibrer à long terme l'environnement.

Car les vers de terre sont des animaux fort utiles. Ce sont en fait des laboureurs infatigables qui procurent aux sols une aération et un drainage intensifs (3 m² de surface de galeries par m² de sol), entraînent

une remontée des particules fines des niveaux profonds et un enfouissement des gros éléments, et stimulent l'activité microbienne. Enfin, ces humbles serveurs inconscients puisent leur énergie dans la matière organique morte, sans valeur directe pour l'homme.

C'est en tenant compte de l'apport éminemment positif du ver de terre que des chercheurs de l'université Laval, sous la direction du Dr Michel Maldague, se sont penchés sur le problème des méthodes éco-éthologiques permettant d'éliminer les vers de terre de la proximité des pistes des aéroports. Ils ont donc entrepris de déterminer un procédé artificiel qui perturberait le comportement normal des vers, sans toutefois leur être toxique, les forçant ainsi à se tenir à l'écart de la région traitée.

Pour ce faire, il faut connaître avec exactitude les exigences des vers, leurs capacités réactionnelles (instinct) et leur faculté d'adaptation à un nouveau milieu: la

► lumière, l'humidité, les substances chimiques, le type de surface des sols, la nature des substrats et les chocs électriques constituent autant de facteurs capables d'influencer le comportement d'une population de vers. Ainsi, par exemple, leur sensibilité est telle qu'on peut pratiquement les diriger « au doigt et à l'œil ». (Leurs cellules sensorielles sont photosensibles.) Cependant, cette technique ne vaut que pour les vers qui s'aventurent en surface.

Ce n'est donc pas cette dernière solution qu'ont retenue les chercheurs de Laval, mais une autre, encore plus inattendue: l'épandage de petits morceaux de verre broyé aux abords des pistes d'atterrissage.

Il fallait y penser: combattre « le ver par le verre ». Le lombric se blesse en voulant se nourrir et, en être intelligent, n'y revient pas.

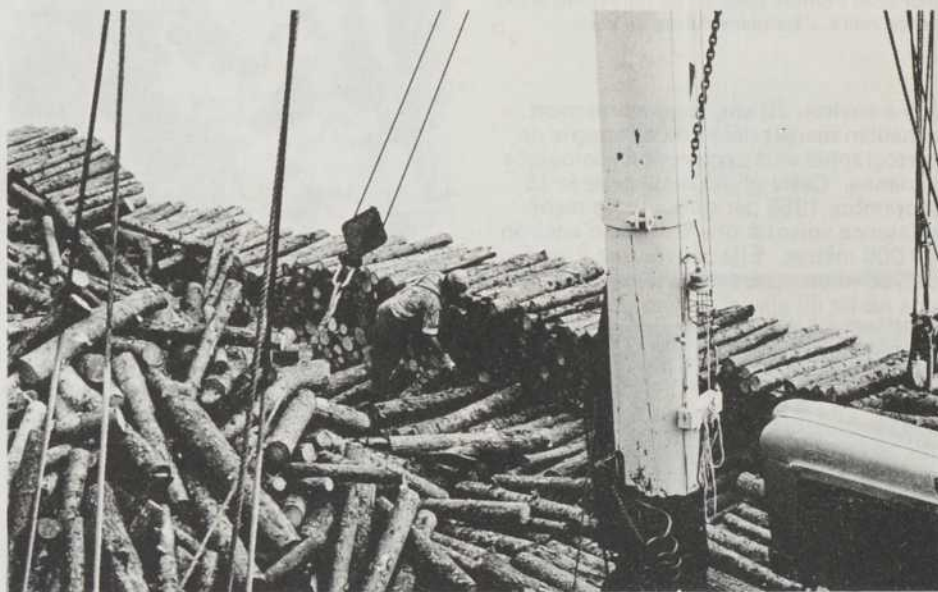
Si une telle solution est appliquée à l'échelle mondiale, les avions pourront atterrir et décoller sans crainte de heurter les volatiles friands de vers de terre, abrités qu'ils seront par des ramparts de tessons. Pour peu cependant que quelque gourou en mal de disciples ne leur enseigne pas à marcher sur le verre, ou que les oiseaux à écarter des pistes ne soient pas des autruches. ●

Les comités de l'industrie et de l'environnement de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) ont formé, en 1971, un groupe ad hoc sur la pollution par l'industrie des pâtes et papiers. Son mandat était d'évaluer la pollution due à cette industrie et d'étudier les techniques envisagées pour réduire cette pollution. Dans un rapport ce groupe fait le bilan de cette industrie, la plus importante du Québec.

L'industrie des pâtes et papiers telle qu'on la connaît remonte à une centaine d'années, même si on fabriquait déjà le papier à la main en Orient, il y a mille ans, et en Europe, il y a environ 700 ans. Au cours du XX^e siècle, le procédé fondamental de fabrication a subi très peu de modifications, contrairement à ce qui s'est produit dans d'autres industries.

Les opérations portent sur une plus grande quantité de matières premières, leur efficacité a été améliorée, les méthodes de travail et les machines se sont développées. Pourtant, la matière première végétale et fibreuse doit encore être écorcée et défilée par des moyens mécaniques, chimiques ou semi-chimiques. Tout cela doit être effectué en présence d'eau et de composés chimiques puissants (principale-

LE PAPIER NON HYGIÉNIQUE



ment des sulfures et des hyposulfites). Le produit obtenu de cette première opération est épuré en présence d'eau, transporté en suspension aqueuse jusqu'à la machine à papier, et déshydraté de façon à obtenir du papier, du carton ou des produits similaires.

À ce cycle ancien, on a ajouté une opération nouvelle, celle du blanchiment de la pâte au sulfate qui n'est à proprement parler, faite que depuis environ une vingtaine d'années.

La disponibilité de grandes quantités d'eau et de matières premières fibreuses joue donc un rôle critique dans l'implantation des papeteries. L'eau, en particulier, a toujours été une condition vitale à l'activité des papeteries, qui utilisent aussi les cours d'eau pour y rejeter leurs effluents. L'industrie des pâtes et papiers est l'une de celles qui utilisent le plus d'eau. D'une part, la consommation spécifique d'eau (en mètres cubes par tonne de pâte produite) est élevée. Elle a été d'environ 185 mètres cubes par tonne en 1970, au Canada. D'autre part, la production est considérable. Elle a atteint 18 millions de tonnes au Canada en 1970, ce qui signifie l'utilisation de 3,35 kilomètres cubes d'eau. En fait, ceci signifie qu'à ce

Δ Le bois est la principale matière première servant à la fabrication des pâtes à papier. Pour apaiser l'appétit vorace des usines des pâtes et papiers, le Québec dispose d'une possibilité annuelle de coupe d'environ 20 millions de cordes. L'exploitation actuelle se fait au rythme de 12 millions de cordes de bois par année, dont une proportion de 70 pour cent sert à la fabrication du papier.

taux, les usines canadiennes des pâtes et papiers utiliseraient, en l'espace d'une quinzaine d'années, toute l'eau du lac Saint-Jean. Très peu d'industries utilisent l'eau avec aussi peu d'efficacité et en de telles quantités. En fait, la consommation en eau d'une seule usine de pâtes et papiers est équivalente à celle d'une ville de 500 000 habitants.

L'eau est l'essence même de la vie des industries des pâtes et papiers. Pourtant, selon les experts de l'OCDE, il est possible de concevoir des usines modernes dont la soif serait plus facile à étancher, avec des besoins en eau de 5 à 10 fois inférieurs à ceux des installations classiques. Ce serait un gros avantage, puisque l'on arriverait beaucoup plus facilement à traiter les résidus de ces usines, même si les déchets y seraient en concentration relativement plus forte.

En 1970, la quantité d'eau utilisée par l'industrie des pâtes et papiers des pays membres de l'OCDE a atteint près de 22 milliards de mètres cubes (22 kilomètres cubes), ce qui est équivalent à la moitié de l'eau contenu dans le lac Saint-Jean. Dans quelques pays, comme la Finlande et la Suède, cette industrie représente jusqu'à 70 pour cent des prélèvements d'eau, industriels et domestiques. Au Canada, ce pourcentage a été de 18,5 pour cent, cette même année.

Voici les principaux produits de cette industrie, ainsi que les caractéristiques de leur fabrication.

Les pâtes semi-chimiques (1,9 pour cent de la production canadienne) sont faites à partir de bois de feuillus ou de bois de résineux. Les billes de ce bois sont soumises à une série de traitements mécaniques et chimiques, chacune de ces opérations n'étant pas, par elle seule, capable de séparer les fibres aisément. Ce procédé, comparativement aux méthodes chimiques de mise en pâte, assure une plus grande rétention de la lignine (polymère complexe) et de l'hémicellulose (polymère composé de plusieurs sucres) du bois, dans la pâte. Ainsi, le rapport du poids de la pâte au poids du bois utilisé pour sa production est souvent très élevé. C'est pourquoi on parle alors de «pâtes à haut rendement».

Les pâtes au bisulfite (6,7 pour cent de la production canadienne de 1970) sont obtenues en réduisant, de façon mécanique, des bois feuillus ou résineux, en petits morceaux et en les cuisant à haute pression, en présence d'une lessive de cuisson au bisulfite (d'ammonium, de calcium, de magnésium, ou le plus souvent de sodium). Les pâtes produites sont des pâtes écruës, qui n'ont pas été blanchies, mais qui peuvent l'être par la suite. Dans le procédé au bisulfite, la lignine qui relie les fibres de cellulose entre elles, se ramollit et se dissout en grande partie. En même temps, une bonne partie de l'hémicellulose est brisée en ses sucres par l'hydrolyse. Selon la cuisson, on obtient entre 45 et 60 pour cent d'une pâte de qualité courante. Il s'ensuit que 50 pour cent des constituants du bois utilisé se dissolvent dans la lessive de cuisson, ce qui permet aux fibres de la pâte de se séparer facilement. Ici, les grandes quantités de constituants qui se dissolvent, pendant les diverses phases de fabrication, risquent de constituer un important facteur de pollution si elles sont déchargées dans les cours d'eau.

Les pâtes au sulfate ou à la soude représentent 22,9 pour cent de la production canadienne. On les obtient en réduisant

mécaniquement des bois feuillus ou résineux en petits morceaux qui sont ensuite cuits sous pression, en présence d'une lessive à base de sulfate de soude ou de soude caustique. Le rendement du procédé de fabrication de ces pâtes est d'environ 40 pour cent. Pour en réduire la pollution, on s'efforce de récupérer les composés chimiques utilisés, mais la lessive ne peut être entièrement récupérée, et une certaine partie est déversée dans les cours d'eau.

Le papier journal domine la production canadienne puisqu'il représente 48,7 pour cent. On le fabrique à partir des pâtes mécaniques dans une proportion de 60 pour cent, très légèrement collées, le reste étant constitué de pâtes au bisulfite. La pollution qui en découle est moins considérable que celle des papiers qui sont basés sur des traitements chimiques intensifs. Le reste de la production canadienne consiste en des cartons et des panneaux de fibres qui en représentent 6,7 et 2,0 pour cent respectivement. Ces derniers ne comportent pratiquement pas de retombées néfastes pour l'environnement.

Généralement, la pollution de l'eau provient des résidus de la fabrication de ces divers papiers. Ces résidus comprennent des composés organiques et des produits chimiques, des fibres, des colorants, des morceaux d'écorces, des cendres et des boues résiduelles de chaux. Cependant, contrairement à la croyance populaire, de nombreux constituants des effluents de l'industrie des pâtes et papiers ne sont pas très différents de ceux qui existent en abondance dans l'environnement naturel. À l'exception de la lignine, ils sont facilement biodégradables, mais leur concentration dépasse largement le taux naturel, et c'est là le problème.

En plus de polluer l'eau, la fabrication des pâtes et papiers provoque une pollution de l'air. Celle-ci provient, en majeure partie de la présence de composés contenant du soufre. Cet élément entre pratiquement dans toutes les opérations de fabrication des pâtes chimiques et le tiers des pertes de soufre se dégage sous forme de gaz. Ces gaz odorants sont surtout dégagés sous forme d'anhydride sulfureux, ce composé que tout étudiant a déjà fabriqué lors d'expériences de chimie, et qui impressionne toujours la mémoire olfactive.

Il est difficile de combattre ces gaz nauséabonds, dont l'odeur pénétrante se fait sentir, même dans une proportion de quelques millièmes de pour cent par rapport à l'air. Néanmoins, ces gaz ne constituent pas un danger pour la santé.

Les programmes mis de l'avant pour lutter contre la pollution des pâtes et papiers

font l'objet d'une coopération internationale. Le consensus s'établit sur les mesures suivantes: récupération et incinération de la liqueur résiduelle, traitement des eaux usées dont la filtration des matières solides en suspension dans l'eau, utilisation de bassins de sédimentation, remplacement du chlore utilisé dans le blanchiment par l'oxygène, diminution de l'emploi des composés du soufre, réduction de la teneur des substances-déchets qui consomment de l'oxygène, réduction des émissions de gaz malodorants, et (la plus efficace) réutilisation des eaux usées.

Depuis dix ans, les usines ont réduit d'environ 30 pour cent leur consommation d'eau, bien que la production ait augmenté, dans le même temps, de 40%.

Cette tendance encourageante se poursuivra et l'utilisation répétée de l'eau prélevée de nos rivières, permettra de plus en plus de réduire la charge polluante qui y est rejetée. En outre, une réutilisation plus poussée de l'eau permettra de réaliser des économies dans le traitement externe des effluents.

En 1970, le Canada comptait 79 usines de pâtes chimiques. De ses 38 usines de pâtes au bisulfite, une seule comportait, à cette époque, des installations d'incinération de la liqueur résiduelle. L'une des six usines de pâtes mi-chimiques a des installations de récupération.

Mais, pour l'industrie canadienne, le problème essentiel est celui des usines de papier journal, qui fabriquent environ 45 pour cent de la production mondiale. Sur 45 de ces usines, 29 comprennent de petites productions intégrées de pâtes au bisulfite fournissant l'apport chimique nécessaire. À long terme, la viabilité de certaines de ces unités de production de pâte est problématique. Il est possible que, pour plusieurs d'entre elles, le coût d'installations de récupération de la liqueur résiduelle soit prohibitif.

En matière de réglementation, les usines canadiennes devront toutes être en mesure de traiter les effluents. La réglementation est stricte, et va même jusqu'à l'arrêt obligatoire de la production pour les usines qui ne s'y conformeront pas. Dans le domaine de la pollution atmosphérique, aucune mesure n'a encore été prise, mais une législation visant à fixer, pour tout le pays, des objectifs uniformes de qualité atmosphérique est à l'étude.

Il est temps que la santé de nos cours d'eau, et la qualité de l'air que nous respirons tant bien que mal, priment sur les profits des usines écologiquement désuètes.

feu vert à la

par Alexandre Dorozynski



Prose
en
rétro
avec
for
psycho

La Dr
l'Hôp
par
psych

L'un
inté
biolo
nier
sie. Il
appre
cérébr
dre à
les de
se mo

Penda
velle
anreg
nes de
même
losco
écoute
retran
d'ail
rétro
certai
norm
peut
ment
let m
sentit
taire
cardia
seule

SANS

Or, pe
back
mière
entre
et cell
comm
person

Par ex
alpha
relaxa
Imme
pourt

Proscrite par la science officielle, la parapsychologie est en voie d'acquiescer ses lettres de noblesse. Déjà la rétroaction biologique a pu être démontrée et contrôlée avec succès et le congrès 1974 de l'American Association for the Advancement of Science admettait les parapsychologues.

la parapsychologie

Le Dr Fernand Poirier, neurologue à l'Hôpital Marie Enfant de Montréal, n'est pas particulièrement porté sur la parapsychologie. Et pourtant...

L'un des premiers Québécois à s'être intéressé au «biofeedback», ou rétroaction biologique, le Dr Poirier est devenu pionnier en matière de traitement de l'épilepsie. Il a montré que certains malades, en apprenant à reconnaître les diverses ondes cérébrales qu'ils émettent, peuvent apprendre à les contrôler, et aussi à «contrer» les décharges ou «orages cérébraux» qui se manifestent sous forme de crise.

Pendant les essais cliniques de cette nouvelle forme de traitement, le Dr Poirier a enregistré les ondes cérébrales de centaines de sujets, alors que les sujets eux-mêmes voyaient se dérouler sur l'oscilloscope leurs propres ondes, ou bien écoutaient les variations de ces ondes, retransmises sous forme de bruit. C'est d'ailleurs la technique même de la rétroaction: en devenant consciente de certains paramètres physiologiques normalement inconscients, une personne peut apprendre à contrôler volontairement ces phénomènes. Il est démontré (et même les plus sceptiques le reconnaissent) que l'on peut ainsi modifier volontairement sa tension sanguine, son rythme cardiaque et même, la température d'une seule main.

SANS PAROLES

Or, pendant ces expériences de biofeedback, le Dr Poirier a remarqué un phénomène étrange: une sorte de résonance entre les ondes cérébrales d'une personne et celles d'une autre, sans qu'il n'y ait de communication apparente entre ces deux personnes.

Par exemple, un sujet passe en ondes «alpha», caractéristiques d'un état de relaxation attentive ou de méditation. Immédiatement, la personne à côté, qui pourtant ne peut la voir, fait de même.

Ou bien, sans que l'on puisse expliquer comment et sans qu'un seul mot ne soit échangé, on observe une alternance de bouffées d'ondes alpha, comme une conversation sans paroles, qui peut durer plusieurs minutes.

Coïncidence? Peut-être, mais de tels phénomènes se produisent avec une fréquence qui dépasse de loin celle que l'on pourrait prévoir statistiquement. Le Dr Poirier montre volontiers quelques enregistrements électroencéphalographiques qui suggèrent que les deux sujets ont, d'une façon que l'on ne peut expliquer, communiqué entre eux. Comment? Ondes électriques, champs électromagnétiques? En tout cas, aucun moyen de communication que la science moderne a pu identifier —et que cette science, a priori, rejette.

Le Dr Poirier, lui, se borne à constater —sans d'ailleurs publier les résultats de ces constatations qui ne seraient guère appréciés dans des publications scientifiques orthodoxes.

MARGARET MEAD vs LA AAAS

Pourtant, la science est en train d'entrouvrir ses portes à ce que l'on appelle la «parapsychologie», ou l'étude de «phénomènes psychiques» inexplicables, et donc traditionnellement proscrits.

Aux États-Unis, plus de 200 chercheurs, dans des centres parmi les plus réputés, se sont lancés dans la «parapsychologie». La CIA elle-même s'est intéressée à savoir si les «psychiques» pouvaient brouiller les ondes radar et les ordinateurs et, au Pentagone, l'Advanced Research Projects Agency (ARPA) s'inquiète de l'avance que les Soviétiques auraient prise dans ce domaine et passe un contrat de recherches avec le Stanford Research Institute en Californie.

L'American Association for the Advancement of Science, à l'instigation de l'an-

thropologue Margaret Mead, a admis les «parapsychologues» dans son sein, après les avoir tenus à l'écart pendant plusieurs années. Lors de la réunion annuelle de l'AAAS à San Francisco, en mars dernier, on pouvait assister à un spectacle unique dans les annales de cette société: plusieurs centaines de participants à cette réunion scientifique qui est la plus importante aux États-Unis, se plongeaient, sous la direction d'un psychologue, dans une silencieuse méditation.

L'astronaute Edgar Mitchell, qui a fait lors du voyage d'Apollo 14 des expériences de télépathie, a quitté la NASA et fondé l'Institut des Sciences Noétiques (de la pensée) à Palo Alto en Californie. Il a été parmi les premiers à recommander et à financer l'étude scientifique des capacités d'un jeune Israélien, Uri Geller, qui défiait la chronique par ses démonstrations spectaculaires de psychokinèse (possibilité d'agir sur la matière par la pensée).

On voit même plusieurs organisations médicales, bastions de l'orthodoxie, s'intéresser à certains guérisseurs qui semblent, par l'imposition des mains, obtenir des résultats contrôlables dans le traitement de maladies.

DES CHARLATANS AUX ORTHODOXES

Aujourd'hui, une centaine de collèges et universités américains offrent des cours de parapsychologie et certains ouvrent des services de «recherche» qui, il y a quelques années, eurent provoqué la risée du monde scientifique. A la Fondation des Recherches Psychiques, en Caroline du Nord, on enquête sur «la survie après la mort corporelle». A l'École de Médecine de l'Université de Virginie, le psychiatre Ian Stevenson étudie l'hypothèse de la réincarnation. N'est-on pas allé, il y a quelques mois en Suède, jusqu'à réaliser une expérience macabre, qui consistait à peser le corps d'un mourant avant et après ►

► sa mort pour tenter de déterminer si l'âme qui le quittait avait une masse mesurable?

La liaison entre la parapsychologie et la science orthodoxe sera difficile, car elle implique non seulement l'élimination d'un certain charlatanisme qu'il est parfois difficile de dépister, mais aussi le bouleversement de certaines notions scientifiques fondamentales. En effet, admettre l'existence de phénomènes «psychiques» signifie admettre que les êtres humains peuvent recevoir des informations autrement que par l'intermédiaire des cinq sens connus. Cela signifierait que le monde «objectif» de la physique peut tolérer des incursions étranges du monde encore subjectif de l'esprit. Ces phénomènes sont d'autant plus difficiles à rationaliser qu'ils sont assujettis à des états psychiques variables, à des individus plus ou moins «doués» et même, à l'attitude de l'expérimentateur qui influe sur la performance d'un sujet. Les chercheurs les plus enthousiastes, en effet, obtiennent les meilleurs résultats, alors que les sceptiques ont, le plus souvent, des résultats négatifs — ceci n'implique pas nécessairement la tricherie, mais plutôt une participation de l'expérimentateur à l'expérience.

Il est vrai que la science moderne orthodoxe a émis et accepté des hypothèses qui peuvent sembler encore plus inconcevables que les explications offertes par les parapsychologues. Il suffit de penser à la relativité d'Einstein, selon laquelle on change de forme et de poids au fur et à mesure que l'on se rapproche de la vitesse de la lumière; aux neutrinos, particules qui ne devraient pas exister puisqu'elles n'ont ni masse ni charge électrique, ou aux «trous noirs» dans lesquels tout se perd dans une force de gravité infinie. Mais lorsqu'on en vient à une discipline aussi révolutionnaire que la parapsychologie, la science «orthodoxe» est bien plus dure qu'avec ses propres adeptes plus conventionnels et exige des preuves bien plus écrasantes.

Néanmoins, on peut déjà observer de nombreuses percées de certaines «spécialités» parapsychologiques envers lesquelles la science montre un intérêt nouveau.

LA PHOTOGRAPHIE DE KIRLIAN

La technique de la photographie de Kirlian, mise au point il y a plus de 40 ans déjà par un électronicien soviétique, Simon Kirlian, et sa femme, consiste à placer un objet entre deux plaques métalliques au contact d'une pellicule photographique et à faire passer un courant électrique entre les plaques. La décharge électrique de l'objet expose le film, sur lequel apparaît une sorte d'auréole, ou corona.

Lorsque l'objet ainsi photographié est vivant (plante, partie du corps humain, insecte), l'auréole est la plupart du temps vive et colorée. Selon les chercheurs américains qui ont utilisé cette méthode, l'émanation varie d'individu en individu et, chez le même individu, selon son état de santé. Le Dr Thelma Moss, psychologue à l'Université de Californie, maintient que l'image de Kirlian peut changer de façon spectaculaire lors d'altérations physiologiques ou mentales d'un individu. Plusieurs expériences ont montré, par exemple, que quelques heures après l'infection par le virus de la grippe, alors que la maladie est encore latente et ne présente aucun symptôme, des taches rouges commencent à apparaître sur la photographie de Kirlian d'un doigt. De même, lorsqu'un sujet est en colère, la corona s'agrandit, et les couleurs rouge et orange dominent.

Selon certains chercheurs, cette image reflète l'énergie intérieure d'un individu, son «aura» personnelle, qui pourrait même être transmise d'une personne à une autre. Ainsi, le Dr Moss maintient que l'aura de guérisseurs est très forte. Après l'imposition des mains, elle s'affaiblit, alors que l'aura des malades ainsi «traités» devient plus puissante.

Des scientifiques «orthodoxes», qui ont étudié ce phénomène, l'expliquent d'une façon différente. Selon le Pr William Tiller de l'Université de Stanford, «le champ électrique provoque l'émission d'électrons à partir d'un système vivant, et une abondante ionisation grâce à l'accélération des électrons par le champ électrique. La recombinaison des électrons et des ions donne lieu à une émission de radiation... C'est cette radiation qui expose le film.» Selon le Dr Arthur Kantrowitz, qui dirige un laboratoire de recherches médicales à Everett, Massachusetts, la décharge est également modifiée par la chimie de la peau. La photographie de Kirlian, pense-t-il, pourrait devenir une méthode valable pour étudier cette chimie.

INTUITION OU PERCEPTION EXTRA-SENSORIELLE?

Lorsqu'un dirigeant d'entreprise prend une décision importante, sur quoi fonde-t-il cette décision? Études de marché, avis d'experts, étude des conditions économiques et autres moyens aujourd'hui classiques jouent certainement un rôle important. Mais pourquoi certains dirigeants, qui disposent des mêmes données que leurs concurrents, prennent-ils des décisions qui mènent leur entreprise au succès, alors que d'autres vont à la faillite?

Certaines expériences tendent à montrer qu'une sorte de sixième sens, que l'on peut appeler intuition, joue un rôle important. Or, l'intuition n'est-elle pas synonyme

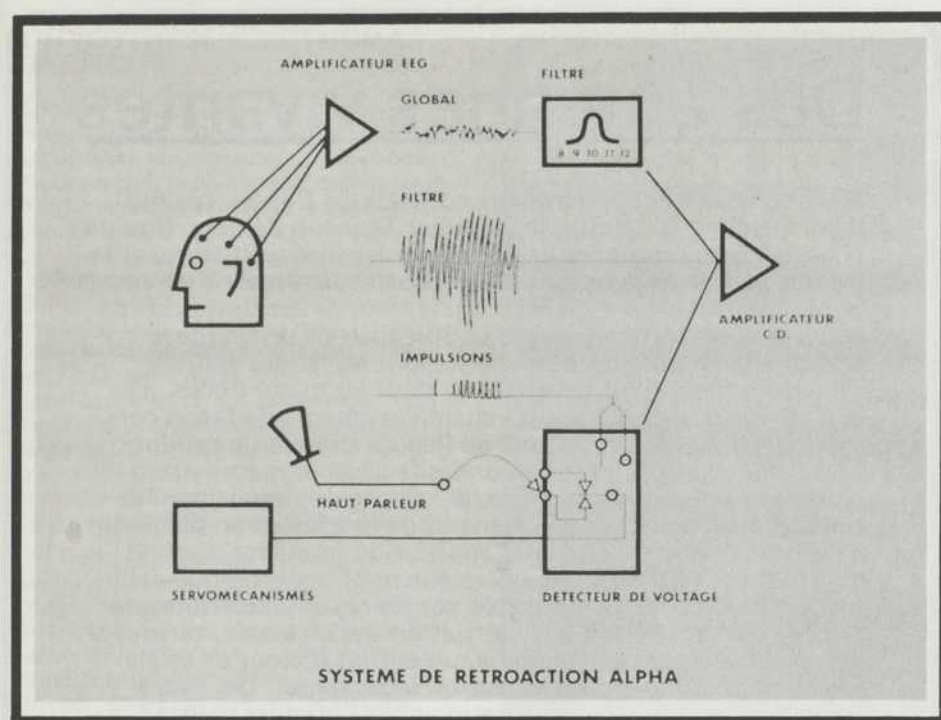
de perception extra-sensorielle, puisqu'elle est une forme de précognition qui permet d'entrevoir l'avenir?

John Mihalasky, professeur d'engineering industriel à l'École d'Engineering de Newark, New Jersey, et Douglas Dean, chercheur à la même école, ont réalisé avec la collaboration de 25 sociétés commerciales une série de tests dont les résultats peuvent surprendre. Ils ont choisi pour leur expérience des dirigeants de sociétés moyennes (donc, décision individuelle plutôt que corporative), et qui étaient en poste depuis au moins cinq ans. On expliquait à chaque dirigeant qui avait accepté de se soumettre à l'expérience qu'un ordinateur choisirait, au hasard, une série de 100 chiffres, et on lui demandait de deviner, à l'avance, ces chiffres, et de les marquer sur une carte perforée. Au bout d'un certain nombre d'essais, les résultats étaient introduits dans l'ordinateur, qui comparait avec les chiffres qu'il avait lui-même générés, et donnait un score.

Le choix étant fait chaque fois entre 10 chiffres, de 0 à 9, le sujet devait, en moyenne, tomber juste dans 10% des cas. Il est vrai que pour la totalité des sujets pris ensemble, cette moyenne était respectée. Mais certains individus avaient des scores pouvant aller jusqu'à 24%, d'autres, aussi bas que 2%. Toujours rien de surprenant: on obtenait en fait une sorte de courbe de Gauss, avec un petit nombre de sujets ayant un score excellent, un petit nombre, un score très bas et la majorité oscillant autour de la moyenne.

Mais lorsque l'on comparait ces résultats avec l'évolution des sociétés que dirigeaient ces cadres, les résultats défiaient toute explication statistique. Parmi les 25 dirigeants sélectionnés, 12 avaient au moins doublé les bénéfices de leur société pendant la période de cinq ans. Or, 11 d'entre eux avaient des scores au-dessus de la moyenne dans le test de «précognition». Par contre, parmi les 13 dirigeants qui n'avaient pas doublé les bénéfices de leur société, 7 avaient des notes au-dessous de la moyenne, 1 une note moyenne, et 5 des notes au-dessus de la moyenne. Encore faut-il ajouter que ces cinq derniers avaient vu les bénéfices de leur société augmenter entre 50 et 100%, à peine au-dessous du «critère de succès» choisi par les expérimentateurs.

Sans prétendre que ces résultats confirment l'existence de perceptions extra-sensorielles, Mihalasky et Dean suggèrent prudemment que de tels tests pourraient être utiles pour aider une société à choisir des cadres parmi un groupe déjà qualifié. La fameuse Fondation Menninger à Topeka, Kansas, a depuis entrepris un programme de recherches destinées à explorer le potentiel d'utilisation de techniques «parapsychologiques» dans la sélection et la formation de cadres. L'intuition — ou



◀ **RÉTROACTION ALPHA** — Toute personne qui se concentre émet des ondes alpha. Le problème est de s'en rendre compte. On y parvient ainsi. Un détecteur capte les ondes du cerveau et les amplifie. Puis, un appareil transforme l'onde en un signal sonore perceptible. Une fois consciente de ses émissions cérébrales, la personne émettrice peut songer à les modifier, c'est l'objectif de la rétroaction biologique. On vérifie l'autoamplification alpha par le déclenchement d'impulsions, lorsque l'amplitude dépasse un certain seuil.

la perception extra-sensorielle— semble en effet être « payante ».

LA FORME DES ÉMOTIONS

Parmi les composantes les plus importantes, mais aussi les moins faciles à étudier, d'un individu, sont ses émotions. Par définition subjectives et volatiles, elles échappent à l'observation directe. Elles n'ont ni formule chimique, ni poids.

Pourtant, elles ont une forme. Cette forme est révélée pour la première fois par une science nouvelle, la sentique, créée par un scientifique qui est également un pianiste de concert de réputation internationale. Le Dr Manfred Clynes, en effet, est non seulement licencié en musique de l'Université de Melbourne et boursier de la fameuse École de Musique Juilliard à New York, mais ingénieur et physiologiste.

En tant que musicien, Clynes sentait que chaque compositeur possédait une sorte de « pulsation intérieure » qui caractérisait ses œuvres, et il tenta d'enregistrer cette pulsation. Pour ce faire, Clynes (ingénieur spécialisé en électronique) mettait au point un « transducteur » qui pouvait instantanément établir la moyenne des pressions et mouvements d'un doigt placé sur un bouton. Ensuite, il demandait à plusieurs de ses amis musiciens de poser un doigt sur le bouton, et avec le doigt, de diriger un orchestre imaginaire exécutant un morceau de tel ou tel compositeur.

Le résultat se traduisait par une série de courbes. Et, pour chacun des compositeurs, et quel que soit l'interprète, les

courbes étaient à peu près les mêmes. La courbe, en d'autres mots, permettait d'identifier le compositeur. Or, la musique est un moyen de communication des émotions, souvent bien plus efficace que la parole. Clynes poussait son expérience plus loin, en tentant d'identifier avec son appareil la forme des émotions.

Un sujet volontaire, assis, les yeux fermés, écoutait une bande magnétique tout en maintenant son doigt sur le bouton du transducteur. Il entendait le nom d'une émotion (joie, colère, etc.) qu'il devait essayer de revivre. Puis, une série de déclics. A chaque déclic, il devait tenter d'exprimer cette émotion avec le doigt.

UN PROGRAMME CÉRÉBRAL

Certes, il n'est pas habituel d'exprimer ses émotions avec le doigt, mais on peut dire aussi qu'une émotion peut s'exprimer par n'importe quelle partie du corps. On laissait le sujet se débrouiller aussi bien qu'il le pouvait, pendant au moins une heure. Puis, on analysait les courbes. Et Clynes remarquait que chaque émotion avait sa courbe bien définie, qui se retrouvait d'un sujet à un autre, courbes qui représentent, dit-il, « l'émotion primitive » ou état sentique, qui fait partie intégrante de l'homme et reflète un programme cérébral inné. Il a refait son expérience au Japon, au Mexique et à Bali, pour constater que les courbes correspondant à chaque émotion ne variaient pas plus d'une race ou culture à une autre qu'elles ne varient d'un sujet ou un autre dans le même pays. La courbe permettait toujours d'identifier l'émotion.

Bien entendu, Clynes lui-même a servi de sujet à ses propres expériences, et c'est alors qu'il remarquait que l'exercice demandé (d'éprouver une émotion après une autre) avait un effet bénéfique et relaxant, comme une sorte de gymnastique mentale. Depuis, plusieurs psychologues et psychiatres se sont penchés sur la « sentique », qui est utilisée aujourd'hui dans le traitement de certaines maladies mentales. Ainsi, le Dr Alfred P. French, du service de Psychiatrie au Centre Médical de Sacramento en Californie, a constaté des changements chez des malades suivant des cycles sentiques selon la méthode de Clynes. « Les réponses varient d'un sujet à un autre, mais chez certains, on pouvait observer une amélioration radicale de symptômes de dépression, d'anxiété et d'insomnie, dès la fin de la première session. » Des enquêtes psychométriques, dit-il, ont confirmé ces résultats.

Quant à Clynes, il poursuit ses recherches, qui tentent de rendre accessible à la science un domaine traditionnellement réservé à l'artiste. Ainsi, a-t-il retrouvé, dans les chefs-d'œuvre de certains peintres, une similitude entre la forme sentique d'une émotion et le coup de crayon ou de pinceau de l'artiste qui dépeint une situation dans laquelle cette émotion domine.

TOUT L'ESPRIT N'EST PAS DANS LE CORPS

L'aiguille d'aluminium de 40 centimètres de long, posée sur un pivot vertical, commence à bouger, tourne sur son pivot, se déplaçant sur 10 degrés de cercle environ, puis elle s'arrête. ▶

Devant l'aiguille, à une distance de deux mètres environ, Swami Rama est assis, son visage impassible couvert d'un masque qui dévie le souffle de sa respiration sur les côtés. C'est par un effort de volonté qu'il a déplacé l'aiguille. Autour de lui, une douzaine de chercheurs, dirigés par le Dr Elmer Green, ont silencieusement observé la performance.

La scène se déroule à la Fondation Menninger à Topeka, dans le Kansas, le centre de recherches «parapsychologiques» où les phénomènes les plus spectaculaires et les moins orthodoxes sont systématiquement passés au crible scientifique.

Swami Rama, qui a fait son apprentissage de Yoga dans l'Himalaya, est venu aux États-Unis à la suggestion de son maître, ou «gourou», afin d'aider au rapprochement de la science occidentale avec la science orientale. Il a démontré les résultats de cet apprentissage. Il peut, par exemple, augmenter à volonté la température d'un de ses doigts de 10 degrés, modifier sa tension sanguine et changer son rythme cardiaque.

Il est, selon toute évidence, également capable de «psychokinèse», ou action de l'esprit sur la matière. Selon lui, «tout le corps est dans l'esprit, mais tout l'esprit n'est pas dans le corps». C'est-à-dire que toutes les parties des structures énergétiques qui forment le corps se retrouvent dans l'esprit, mais toute l'énergie concentrée qui se trouve dans l'esprit n'est pas nécessairement dans le corps. Il dit qu'il réussit à matérialiser cette énergie de l'esprit pour agir sur la matière — sans préciser, bien sûr, si c'est une énergie électrique, électromagnétique ou autre. «Chacun peut avoir sa propre hypothèse, mais il doit tenir compte des faits», dit-il.

Le fait, constaté maintes fois, est que l'aiguille bouge et que l'expérience, arrangée par l'équipe de la Fondation Menninger, ne se prête pas à la supercherie. Aux scientifiques de jouer pour démontrer le mécanisme de la psychokinèse.

LE SUBCONSCIENT COMPLICE

Jack Schwarz, lui, est d'origine hollandaise. Le pouvoir de son esprit se manifeste de façon différente: il semble capable de se rendre insensible à la douleur et de contrôler certains mécanismes physiologiques pour se protéger de l'infection et de la maladie. À la fondation Menninger, une expérience curieuse a été répétée à plusieurs reprises. Schwarz, des électrodes placées sur son cuir chevelu pour enregistrer son activité cérébrale, prend une aiguille à tricoter et la roule dans la poussière. Puis, il l'enfonce dans son biceps gauche. L'aiguille traverse la peau, le muscle, et une veine. Lorsqu'il la retire, la blessure saigne pendant une dizaine de

Des antennes vivantes

Au laboratoire des systèmes de contrôle du Conseil national de recherches, à Ottawa, le Dr Allan Tanner a démontré qu'un faisceau de micro-ondes de faible intensité pouvait stimuler la production du myéline autour des nerfs. La myéline est un corps gras de couleur blanche qui enveloppe certains nerfs du cerveau et du système nerveux. Son absence provoque la sclérose en plaques, qui touche surtout les jeunes adultes, d'où un intérêt médical immédiat pour les micro-ondes. Par contre, lorsque l'intensité du champ augmente de façon considérable, l'action s'inverse et au lieu de stimuler la production de la myéline, les micro-ondes favorisent la formation de collagène, une substance fibreuse. Ceci complique l'application des micro-ondes au traitement de la sclérose en plaques, mais ouvre un autre champ d'application immense pour les micro-ondes. En effet, les chercheurs ont constaté que l'augmentation de collagène suscitée par les rayons électromagnétiques (EM) accélèrent la cicatrisation des blessures, surtout si l'on baigne la plaie d'histamine, un extrait d'ergot de seigle utilisé pour stimuler la contraction musculaire. Des essais laissent prévoir que la cicatrisation chez l'homme pourrait être réduite de cinq jours à cinq heures.

Un autre exemple de l'influence des radiations EM chez les êtres vivants est celui de la perception directe des ondes lumineuses par le cerveau des moineaux, sans l'intermédiaire des yeux. Tout comme nos mains, leur boîte crânienne se laisse traverser par la lumière, surtout de couleur rouge, et des organes non identifiés du cerveau répondent à ces radiations EM visibles.

Enfin, d'autres chercheurs (voir Perception des ondes UHF, Québec Science, septembre 1973) ont découvert que le cerveau humain capte les ondes UHF, de 0,3 à 3 GHz, sous forme d'ondes sonores. Encore là, on ignore comment le cerveau transforme ces ondes EM en signaux auditifs.

secondes, puis, il prévient: «Maintenant, cela va s'arrêter.» Deux secondes plus tard, le saignement, en effet, cesse.

L'enregistrement des ondes cérébrales indique qu'il n'a éprouvé aucune douleur. Les ondes cérébrales alpha, ondes de «relaxation attentive», ont dominé tout au long de l'expérience.

L'explication de Schwarz est différente de celle de Swami Rama. «Il faut que je demande à mon subconscient s'il est d'accord. S'il me dit oui, je peux le faire.»

Tous les deux utilisent, d'une façon encore totalement inexplicable, l'énergie de leur esprit dans un but précis et peu conventionnel.

Uri Geller, le jeune Israélien que l'on commence à connaître parce qu'il plie clefs et couteaux sans les toucher, a été,

lui, le sujet d'expériences réalisées au Stanford Research Institute à Menlo Park, Californie. Les physiciens Russel Targ et Harold Puthoff ont constaté qu'il pouvait, par un effort de volonté, dévier l'aiguille d'un magnétomètre, pencher une balance et plier des objets en métal. Dans un laboratoire situé au-dessous de celui de Targ et Puthoff, se trouvent des ordinateurs utilisés pour un projet de recherches de l'Advanced Research Project Agency. On observait que pendant les expériences sur Geller, les ordinateurs se comportaient de façon anormale et certaines des bandes magnétiques étaient effacées. L'expert du Département de la Défense, George Lawrence, envoyé sur les lieux, et qui a assisté à plusieurs de ces expériences, conclut à la coïncidence, et maintient que Geller n'est qu'un magicien et un tricheur. L'ennui — et Geller lui-même l'admet — c'est qu'il ne peut pas, à tout moment et sur demande, réaliser ses performances.

L'HYPOTHÈSE ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Tricheur ou pas, la question n'est pas encore résolue. Il y a quelque temps, Will Lepkowski, rédacteur scientifique chez McGraw Hill, la plus importante maison d'édition américaine dans le domaine scientifique, interviewait Geller, qui lui demandait une clef. Posant la clef sur la table et sans la sortir de son trousseau, Geller la frotta d'abord de l'index de sa main droite, puis éleva sa main de quelques pouces au-dessus de la clef. «Je voyais sa main vibrer, comme s'il faisait appel à une force», dit Lepkowski. Puis je vis la clef plier lentement, jusqu'à un angle de 20 degrés. Et elle resta pliée. Il n'y avait aucun truc, aucune manipulation. La clef est toujours pliée, et elle n'a toujours pas quitté mon trousseau.»

Uri Geller, personnage fantasque, souvent avide de publicité, est fortement contesté, comme le sont, d'ailleurs, les expériences de psychokinèse et de perception extrasensorielle. Pourtant, il n'est pas invraisemblable que ces phénomènes puissent, un jour, être expliqués en termes de physique et biochimie conventionnelles.

On sait en effet que tout objet est entouré d'un champ et émet des radiations électromagnétiques, et que ces radiations réagissent avec les radiations de l'environnement. (Certaines de ces radiations peuvent d'ailleurs être nocives, comme l'ont montré notamment les études réalisées à Ottawa par l'équipe de J. Tanner du Conseil national de recherches. D'autres peuvent être utilisées dans un but thérapeutique pour accélérer la cicatrisation, par exemple (voir encadré).

On sait aussi que toute activité du cerveau s'accompagne d'ondes électriques, qui peuvent être séparées en plusieurs catégories (alpha, bêta, thêta, delta) selon l'activité mentale. La physique moderne ne s'oppose pas à l'idée de la transmission de telles ondes, peut-être sous forme d'électromagnétisme, comme semblerait l'indiquer le fait que Geller pourrait influencer un magnétomètre.

DES MÉDECINS CHEZ LE GUÉRISSEUR

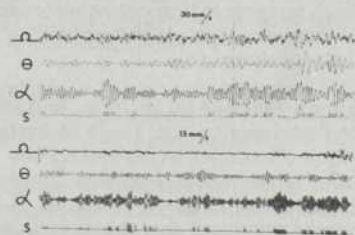
Il y a quelques mois, des chercheurs soviétiques publiaient les résultats d'expériences qui indiquaient que les cellules vivantes communiquent entre elles, même lorsqu'elles sont séparées par une paroi de quartz. Le Dr V্লাil Petrovich Kaznacheev, membre de l'Académie Soviétique de Médecine, a observé que des cellules émettaient un rayonnement constant dans les fréquences de l'ultraviolet. Des cellules rendues pathologiques par divers agents chimiques ou viraux, pouvaient ainsi, d'une façon que l'on n'a pas pu expliquer, transmettre leur infection à d'autres cellules avec lesquelles elles n'avaient aucun contact direct.

LES ÉMISSIONS CÉRÉBRALES

Les ondes émises par le cerveau proviennent de l'intense activité électrochimique du système nerveux. Dans ce réseau, les signaux voyagent sous la forme de décharges électriques extrêmement faibles. Pour enregistrer ces impulsions de 5 à 50 millièmes de volt, il faut recourir à des récepteurs et des amplificateurs d'une grande sensibilité. Ils n'ont été mis au point que vers les années 1920, après qu'on se soit moqué pendant des années du découvreur des ondes cérébrales, l'Anglais Richard Caton. Aujourd'hui, les électro-encéphalographes ont permis d'identifier quatre ondes fondamentales du cerveau.

Avec une fréquence de 8 à 13 cycles par seconde, le rythme *alpha* caractérise l'homme au repos, les yeux fermés. On le recueille dans les régions postérieures du cerveau. Aussitôt que l'attention est distraite par un phénomène extérieur, les ondes s'arrêtent. Par contre, l'état de méditation entraîne une forte amplification des ondes *alpha*. Le rythme *bêta* (15 à 30 hertz) provient des régions antérieures et n'est pas modifié par les perceptions sensorielles. De leur côté, les rythmes *thêta* (4 à 7 Hz), émis par le lobe temporal sur le côté du cerveau, et *delta* (0,5 à 3 Hz), que l'on observe chez l'homme éveillé, peuvent être reliés à des états pathologiques. Les ondes cérébrales constituent un outil de plus en plus important pour l'étude et le traitement des maladies mentales.

L'onde oméga (ligne 1) représente la somme des ondes bêta, delta, thêta (ligne 2) et alpha (ligne 3). Si alpha est amplifiée, il y a des émissions d'impulsions par l'appareil (ligne 4). ▽



C'est par un effet comparable que l'on tente d'expliquer la faculté que certaines personnes possèderaient de guérir d'autres personnes en leur transmettant une sorte de magnétisme. Ainsi, la parapsychologie atteint même le domaine où l'orthodoxie est, traditionnellement, d'une rigueur inflexible: celui de la médecine.

Aujourd'hui, on peut assister, aux États-Unis, à un spectacle qui, il y a quelques années à peine, eut été inconcevable: celui de médecins conduisant leurs malades auprès d'un guérisseur. C'est ce qui s'est passé récemment à l'Université de Stanford en Californie lors d'une réunion de l'Académie de Parapsychologie et de Médecine, association créée par le Dr Robert Bradley, obstétricien de Denver, et qui compte déjà quelque 2 500 membres. À Stanford, 10 malades, dont l'état ne s'était pas amélioré à la suite de traitements conventionnels, étaient présentés à madame Olga Worrall, 67 ans, «faith healer» qui procède par imposition des mains (sans, d'ailleurs, jamais accepter de rétribution pour ses services). Selon les médecins eux-mêmes, la guérison, ou une amélioration, était constatée chez sept de ces patients.

AU DELÀ DU CHARLATANISME

La sérieuse revue *Medical Economics* destinée au corps médical publiait, après une enquête auprès de plusieurs médecins, les résultats obtenus dans plusieurs cas, dont celui d'un médecin, spécialiste de médecine interne et de cardiologie, qui était atteint d'un mélanome cancéreux considéré comme incurable. Après avoir assisté à plusieurs «services» que Madame Worrall tient à l'église Méthodiste de Mount Washington, à Baltimore, et subi l'imposition des mains, le médecin en question observait une récession du processus cancéreux, suivie de ce qui semble être une guérison complète.

Aucune hypothèse ne permet, jusqu'à présent, d'expliquer de tels cas, mais il semble significatif que la science ne rejette plus, en bloc, la parapsychologie dans le domaine du charlatanisme, et tente de réaliser des observations objectives (sans oublier, bien sûr, que de nombreux charlatans continuent de graviter dans ce domaine).

En tout cas, certaines expériences (notamment de rétroaction biologique) ont démontré sans qu'il ne reste l'ombre d'un doute que l'organisme possède des facultés d'auto-contrôle qui ont été ignorées dans le progrès de la médecine moderne. L'intérêt authentique que la science commence à porter aux phénomènes dits psychiques, promet sans doute une révolution en ce qui concerne la connaissance des possibilités encore peu connues du cerveau —ou de l'esprit— humain.

LA SCIENCE & LA SANTÉ

LA CLÉ DE L'AGRESSIVITÉ

À la base du cerveau, un amas de matière grise constitue un véritable relais pour les voies sensitives. Cet amas ovoïde, le **thalamus**, est le centre des réactions affectives.

Déjà on a pu identifier ses parties médianes comme la région centrale de notre agressivité. Cependant, les chemins du système nerveux par lesquels les réactions agressives sont déclenchées, n'ont pas encore été retracées.

C'est pour découvrir la « route » de l'agressivité que les Drs J. Bandler et J.P. Flynn ont entrepris d'étudier les effets de petites lésions localisées dans le thalamus du chat. Les sites choisis coïncidaient avec les zones de contrôle du comportement agressif de la bête.

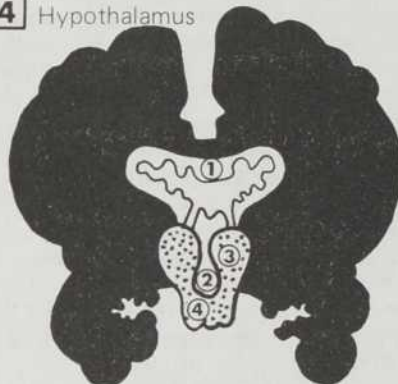
Sous des conditions rigoureuses d'asepsie, chaque bête utilisée avait été munie d'une électrode plongeante pouvant s'enfoncer jusque dans le thalamus. Au bout d'une semaine, le temps de récupérer parfaitement, les chats ont été placés dans des cages où se trouvait un rat (sous anesthésie) et un plat de pâtée: aucun d'entre eux n'a attaqué l'animal somnolent.

Par la suite, on a enfoncé l'électrode greffée précédemment, plus à fond, vers les zones régissant l'agressivité, pour les soumettre à de petites impulsions électriques de façon à provoquer une attaque de la part du chat. Une fois cette réaction obtenue, les chercheurs notèrent la position correspondante de l'extrémité de l'électrode restée en place. Une douzaine de tests de contrôle ont permis de s'assurer de la répétition du comportement induit. Ainsi conditionné, le chat attaquait invariablement le rat.

Restait à provoquer de petites lésions locales par des chocs électriques intenses. Ce qui fut fait. Par la suite, aucune autre attaque ne put être stimulée: les lésions provoquées avaient complètement annihilé l'agressivité du chat. Il devient donc possible, en détruisant des fibres thalamiques, d'enrayer les comportements agressifs.

À la suite de ces expériences, on procéda à l'analyse des cerveaux afin de déterminer le site exact des lésions en question. Elles se trouvaient toutes dans la région médiane postérieure du thalamus. On a même retracé les fibres dégénérées dans la partie inférieure. Cette dégénération se prolongeait jusque vers une commissure postérieure et suivait la portion dorsale du

- 1 Ventricule latéral
- 2 Ventricule moyen
- 3 Thalamus
- 4 Hypothalamus



ENCÉPHALE (coupe frontale)

ventricule moyen. Les ramifications de ces fibres disparaissaient au sommet de ce dernier. À noter que l'hypothalamus n'avait subi de dégénération dans aucun des cas étudiés.

Ainsi, les stimulations induites au niveau du thalamus suivent la dorsale du ventricule moyen pour se rendre vers les aires psychomotrice et somatomotrice. Dans le cas d'une attaque induite par des stimu-

- Aire psychomotrice
- Aire somatomotrice
- Zone somatosensitive
- Zone somatopsychique



ENCÉPHALE (hémisphère gauche)

lations naturelles, la réaction au niveau des zones somatosensitive et somatopsychique procède vers le ventricule moyen, passe par le thalamus qui agit alors au niveau psychomoteur.

Aussi n'est-ce plus rêver que d'imaginer une société où les seules barricades seraient celles qui bloquent les chemins de l'agressivité. ●

VIRAGE DE LA MÉDECINE

Les systèmes de soins ne constituent qu'une des facettes de l'effort visant à améliorer la santé des Canadiens. Le relèvement du niveau de vie et les progrès réalisés dans le domaine des sciences médicales fondamentales y ont contribué tout autant, sinon plus.

Cependant, rançons du progrès, la pollution de l'environnement, la vie sédentaire, le manque d'exercice et les mauvaises habitudes alimentaires viennent freiner l'amélioration générale de la santé. À la fin, le système actuel des soins médicaux

ne servirait-il plus qu'à accueillir et à guérir les éclopés de la vie moderne?

Dans un document de travail intitulé «Nouvelle perspective de la santé des Canadiens», le ministre de la Santé et du Bien-être social, M. Marc Lalonde, trace les grandes lignes d'une nouvelle conception de la santé.

Dorénavant, l'assainissement du milieu, la réduction des risques auxquels s'expose l'individu et la connaissance approfondie de la biologie humaine s'imposent comme

autant de préalables essentiels à l'amélioration des conditions de vie. Comme le souligne le ministre Lalonde, un malade qui souffre se laissera facilement convaincre de consulter un médecin, mais il est très difficile d'amener un bien portant à corriger ses néfastes habitudes de vie.

Il faut qu'il réalise que malgré les progrès de l'hygiène publique, la contamination de l'eau prend chaque jour plus d'ampleur, que l'urbanisation affecte sa santé physique et mentale et que l'évolution accélérée de la société apporte son cortège de stress. Désormais, la santé doit s'appuyer sur les quatre piliers de la biologie, de l'environnement, des habitudes de vie et de l'organisation des soins de santé.

Auparavant, presque tous les efforts étaient consacrés aux soins. Selon la nouvelle conception proposée par le ministre, les trois premiers éléments prendront **au moins** une importance égale à celle de l'organisation des soins (hôpitaux, cliniques, ambulances et médicaments). Ceci représente un changement radical dont la recherche médicale a déjà commencé à se ressentir durement.

En effet, la recherche en médecine s'est surtout occupée de guérir des maladies de plus en plus compliquées et des cas de plus en plus désespérés. On a qu'à penser aux transplantations cardiaques. Il faudra maintenant inventer une nouvelle médecine et une nouvelle recherche médicale préoccupées par le patrimoine génétique et par la maturation et le vieillissement des nombreux systèmes de l'organisme. Il faudra aussi cerner et corriger les influences du milieu (aliments, médicaments, eau et air) qui sapent lentement la santé des hommes. Enfin, ce qui pose tout le problème de la liberté individuelle, il faudra se pencher sur les habitudes de vie et peut-être inviter les personnes «qui vivent pour mourir» à modifier leur comportement. Les bouleversements profonds que va vivre le domaine de la santé devraient attirer les esprits aptes à relever des défis. ●

DIAGNOSTIQUEUR ÉLECTRONIQUE

Les rapports pathologiques sont d'une importance capitale pour établir les diagnostics précis sur lesquels reposent les traitements médicaux appropriés. Il faut pour cela comparer une grande quantité de données statistiques aux symptômes spécifiques de chaque patient.

Jusqu'à tout récemment les médecins ne pouvaient se soustraire à la tâche longue et peu efficace qui consiste à trier manuellement les fichiers d'informations pertinentes à chaque cas. Les docteurs C.A. Lazlo, M.R. Reesal et M.L. Hercz, rattachés au Service de Génie médical de l'université McGill, ont décidé de céder cette tâche à l'ordinateur. En effet, avec l'accroissement du nombre de patients provoqué par la mise en vigueur du Régime de l'assurance maladie, les médecins sont aux prises avec le défi surhumain de maintenir des listes complètes de données essentielles sur des milliers de patients.

Leur objectif était au départ de classifier de manière à ce qu'elles soient facilement et rapidement disponibles les informations sur l'histoire médicale du patient, l'évolution de la maladie, les résultats d'observations cliniques et les tests de laboratoire. Ces derniers sont d'un très grand intérêt puisqu'ils s'appuient sur des faits objectifs plutôt que sur les observations subjectives du médecin. Ces dernières sont souvent sujettes à erreur puisqu'il est reconnu que plus de la moitié des médecins ne pratiquent pas avec l'efficacité à laquelle on devrait s'attendre. Les tests de laboratoire constitueront donc la base même du diagnostic.

De plus, le médecin traitant peut vérifier constamment l'efficacité de ses mesures thérapeutiques puisqu'il dispose désormais de données précises sur l'évolution de la maladie. Celle-ci a été parfaitement décrite dans un dossier de base emmagasiné dans l'ordinateur et construit à partir de données pathologiques qui vont de l'examen de sécrétions et de tissus prélevés lors d'opérations chirurgicales jusqu'aux rapports d'autopsie.

Le médecin a donc accès à toute l'information amassée à partir de plusieurs cas, guéris ou décédés, pour suivre son patient.

Ce n'est pas la somme d'informations disponibles qui manque, mais l'accessibilité à cette information. Dans le cas de

l'Hôpital général de Montréal, par exemple, où défilent annuellement 16 000 personnes, comment le pathologiste peut-il réussir à analyser toute l'information dont il a besoin?

La méthode conventionnelle consiste à utiliser un «ordinateur à trous». Il ne coûte pas cher, mais il met les nerfs de ses utilisateurs à l'épreuve. Les renseignements sont inscrits sur quelques milliers de cartes perforées de trous. En en superposant un certain nombre et en observant les coïncidences par transparence, le médecin arrive à y puiser l'information cherchée.

Le nouveau système, lui, commence par une normalisation de la terminologie. Puis, chaque terme est codé et placé en ordre hiérarchique. Les groupes de maladies générales sont subdivisés en sous-groupes et ces derniers en sections. Tout cela est stocké en mémoire électronique.

Pour aller chercher l'information dont il a besoin, le médecin commence par fournir à l'ordinateur le sexe, l'âge, les détails anthropométriques et cliniques, les résultats des tests subis par son patient et le diagnostic du médecin traitant.

Si ce diagnostic ne laisse planer aucun doute, l'information vient s'ajouter au dossier de base pour utilisation ultérieure. Si le cas est douteux, le médecin demande à l'ordinateur d'établir des corrélations avec l'information déjà emmagasinée. Le médecin pourra donc immédiatement raffiner son diagnostic et prescrire un meilleur traitement.

Cet ordinateur diagnostiqueur peut aussi devenir un instrument de recherche utile dans la nouvelle médecine sociale préventive. En effet, une fois qu'il possède des milliers de dossiers, il pourra révéler la fréquence de telle ou telle maladie chez les différents groupes de populations.

Enfin, les coûts du système se comparent favorablement à l'emploi de l'«ordinateur à trous» avec, en plus, amélioration de la qualité du diagnostic et économie de temps et d'énergie. De plus, grâce au diagnostiqueur électronique, le médecin-compilateur pourra se remettre à l'exercice de la médecine. ●

la logique de l'apocalypse

Le problème le plus important du monde actuel est sans doute celui de la limitation des armes nucléaires. Et, sans doute, le plus complexe. Le voici, résumé en huit graphiques.

par Albert Legault et Georges Lindsey

La bombe d'Hiroshima n'a tué que 78 000 personnes. On dispose aujourd'hui de bombes nucléaires capables de provoquer la mort de 35 pour cent des habitants d'une ville comme Montréal. Or, cinq nations du monde disposent aujourd'hui, ensemble, de plus de 3 000 engins balistiques porteurs d'une ou plusieurs de ces bombes. Chacune de ces nations a enfoui ses missiles dans le sol ou les a embarqués à bord de sous-marins reposant au fond des mers pour qu'ils soient invulnérables. Puis, les autres ont été avertis: «Si jamais vous nous attaquez, de la mer et du sol surgiront automatiquement des armes de vengeance qui effaceront tout profit que vous pourriez retirer d'une attaque en vous infligeant des dommages intolérables.» Chaque pays ayant dit qu'il ne se servirait jamais le premier de ces armes, elles n'existeraient donc que pour prévenir la guerre. Ainsi est née la dissuasion nucléaire.

UN SEUIL INTERDIT

En effet, les experts en stratégie s'entendent pour reconnaître qu'au-dessus d'un certain seuil, le combat serait «intolérable». En d'autres termes, les effets d'une guerre nucléaire seraient tellement dévastateurs que les adversaires préféreraient s'entendre plutôt que d'en venir aux coups.

Ce seuil au-dessus duquel la guerre deviendrait «impensable» est fixé à un niveau plutôt élevé que bas. Admettons, pour les besoins de la cause, que Soviétiques et Américains préféreraient la paix, les premiers à la perte de 100 de leurs villes, et les seconds à la perte de 50 de leurs villes. L'hypothèse inverse pourrait fort bien être retenue. Il reste toutefois que les villes américaines sont moins nombreuses et plus peuplées que les villes soviétiques, ce qui explique la différence des seuils numériques que nous retenons pour les uns et les autres. De plus, l'inégalité d'appréciation est fort possible, puisque le calcul que se font les Américains du seuil d'«intolérabilité» des Russes pourrait être différent de ce qu'ils pensent en réalité.

Le principe du «seuil» étant admis, nous postulons désormais qu'un seul engin balistique suffit, d'un côté comme de l'autre, pour détruire une agglomération urbaine.

On a alors réalisé l'équation, «nombre de missiles» = «nombre de villes susceptibles d'être détruites». Nous pouvons représenter cette situation par un graphique (méthode d'analyse développée par G.D. Kaye, voir *Air Force College Journal*, Toronto, 1961, p. 81-89). Par exemple (voir graphique 1), les «Blancs» possèdent un certain nombre de missiles représenté

par la barre horizontale. Le nombre de missiles des «Noirs» est indiqué par la barre verticale. Les Blancs, de leur côté, ont besoin d'un nombre de missiles au moins égal à la ligne horizontale hachurée pour faire subir des dommages intolérables aux Noirs. Inversement, les Noirs possèdent «la barre verticale» des missiles, dont «la barre verticale hachurée» peut faire subir des dommages intolérables aux Blancs. Le point A marque ainsi les seuils de dissuasion des parties en présence. En d'autres termes, les Blancs pourraient décider de faire la guerre si les Noirs possédaient un nombre de missiles inférieur à la barre verticale hachurée, et les Noirs, de leur côté, pourraient trouver le coût d'une guerre tolérable dans la mesure où les Blancs ne posséderaient que la «barre horizontale hachurée» de missiles, au moins.

ENGINS TROP PRÉCIS

La condition essentielle et nécessaire pour que les Blancs et les Noirs soient dissuadés de se livrer l'un et l'autre la guerre, est donc que les Blancs aient un nombre d'engins balistiques égal ou plus grand que la barre horizontale hachurée, et les Noirs un nombre égal ou plus grand que la barre verticale hachurée. Le point A marque donc les coordonnées des seuils de dissuasion respectifs. En deça du point A, il y

aurait, à proprement parler, absence ou manque de dissuasion, étant donné que l'un ou l'autre des adversaires pourrait estimer que le « jeu en vaudrait la chandelle ».

Cette situation, toute théorique, peut être modifiée à volonté. Par exemple, si les Blancs disposent d'un très grand nombre de missiles, ils peuvent toujours décider de frapper les « premiers » pour désarmer leur adversaire. La question est donc de savoir si les Blancs peuvent détruire suffisamment de missiles chez les Noirs pour réduire la capacité qu'ils possèdent à un nombre inférieur à la barre verticale hachurée.

Pendant les premières années des systèmes nucléaires stratégiques, la précision des engins ne permettait pas d'envisager la possibilité de détruire les missiles adverses dans une attaque surprise. Les armements nucléaires constituaient alors des engins de « dissuasion pure ». Aujourd'hui, par contre, les perfectionnements apportés augmentent considérablement la probabilité qu'un missile « noir » détruise un missile « blanc » dans son silo terrestre. Les missiles embarqués à bord de sous-marins sont tout de même encore considérés comme invulnérables. La vulnérabilité variable des engins complique l'analyse de la dissuasion.

Admettons que la probabilité qu'un engin « blanc » détruise un engin « noir » dans son

silo soit représentée par le symbole « CFB ». Inversement, « CFN » représente la probabilité qu'un engin noir détruise un engin blanc. CFB et CFN représentent donc le « coefficient d'efficacité contre-force » des engins des Blancs et des Noirs respectivement. Cette probabilité pourrait être égale à zéro, par exemple, si l'emplacement des silos où sont enfouis les engins est absolument inconnu de l'adversaire, ou au contraire très élevé, c'est-à-dire égale à 1 (100% de probabilité), si l'emplacement des engins de l'un est connu avec certitude, et que les engins de l'autre sont très précis et dotés d'une tête nucléaire suffisamment forte pour détruire un engin enfoui dans son silo.

MISSILES INVULNÉRABLES

Supposons une situation extrême où l'efficacité contre-force des engins serait égale à zéro. Le graphique 2 traduit cette situation.

En effet, dès l'instant où Blancs et Noirs possèdent une quantité d'engins supérieure aux barres hachurées respectivement, les deux protagonistes se trouvent en situation de dissuasion mutuelle. Par contre, le quart inférieur droit du graphique traduit une situation de dissuasion unilatérale à l'avantage des Blancs, puisqu'ils possèdent une quantité d'engins (représentée par la barre horizontale hachurée) supérieure à celle nécessaire pour

dissuader les Noirs, tandis que ces derniers ne disposent pas du nombre d'engins suffisant pour dissuader les Blancs (ce nombre étant représenté par la barre verticale hachurée). La situation inverse prévaut dans le quart supérieur gauche du graphique puisque les Noirs possèderaient une quantité d'engins supérieure à la barre verticale hachurée, et les Blancs une quantité inférieure à la barre horizontale hachurée.

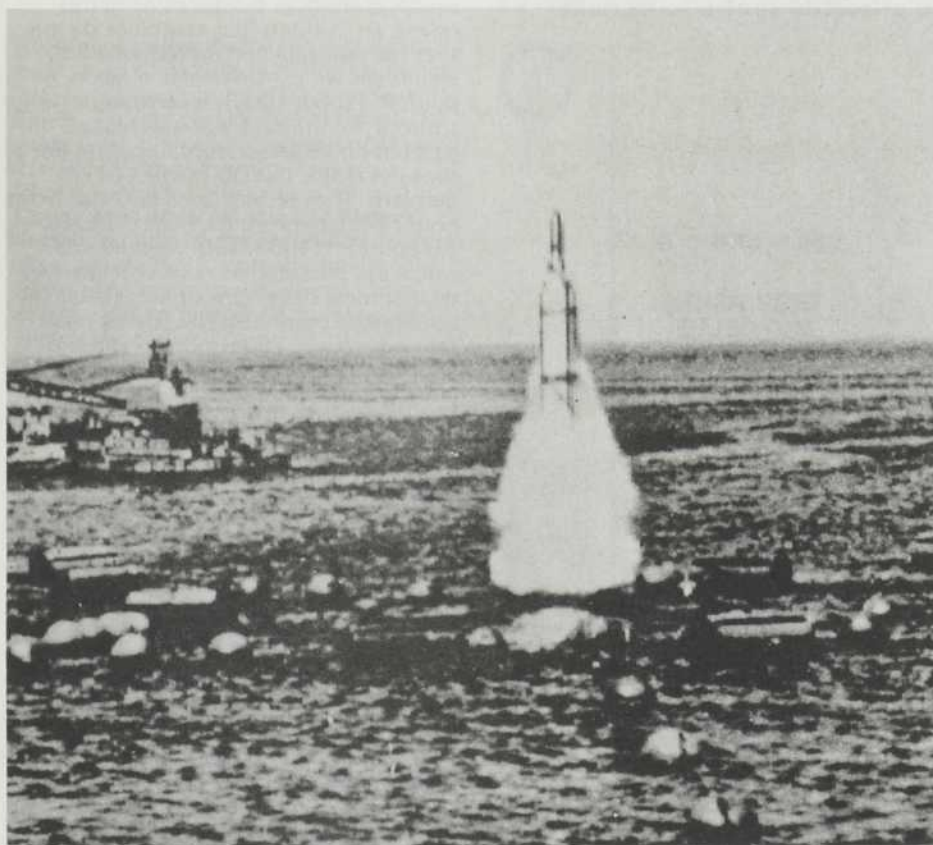
Les missiles MSBS (mer-sol balistiques stratégiques) embarqués à bord des sous-marins illustrent concrètement le cas des missiles invulnérables. Par contre, dans le graphique 3, les seuils de dissuasion ont été fixés à 200 et 100 engins, respectivement, parce que les sous-marins sont vulnérables à l'attaque contre-force qui pourrait être réalisée en temps de guerre contre le tiers des sous-marins généralement retenus à leur port d'attache pour des fins de ravitaillement ou de réparation. En outre, la défense antimissile, si elle existe, pourrait intercepter une partie des engins destinés à détruire des villes. Nous postulons aussi que les engins embarqués à bord des sous-marins nucléaires ne sont dotés que d'une seule tête nucléaire.

Le graphique 3 traduit ainsi la courbe de progression des engins embarqués à bord de sous-marins depuis le début des années 1960. A supposer que ni les EU, ni l'URSS n'aient disposé à l'époque d'autres vecteurs d'attaque (par exemple des bombardiers ou des engins intercontinentaux), l'on pourrait conclure que les deux Grands se trouvaient peu après 1963, en situation de dissuasion mutuelle stable.

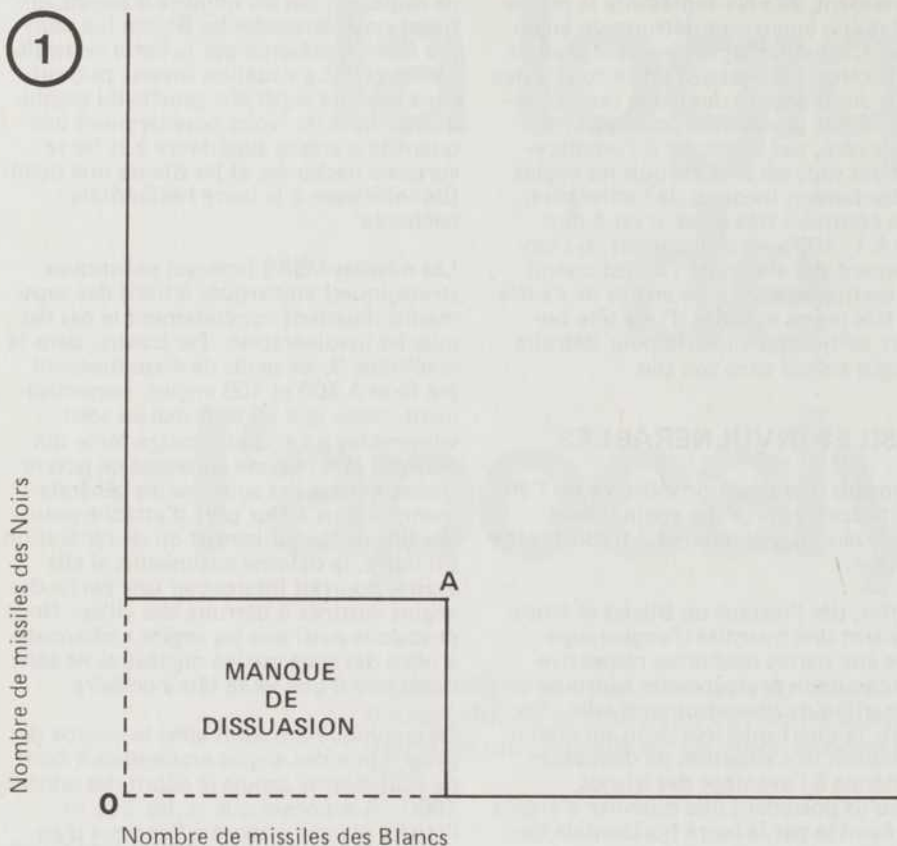
Notons, de plus, que les États-Unis ont conservé une avance substantielle dans le domaine des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins jusqu'en 1967, date qui marque le départ d'un accroissement phénoménal des engins soviétiques mer-sol balistiques stratégiques (MSBS). Les États-Unis ont arrêté à 656 le nombre de leurs engins MSBS (soit 41 sous-marins porteurs de 16 missiles chacun), tandis que les Soviétiques surclassaient les Américains dès 1972, au moment du premier accord SALT. Le point supérieur droit du graphique indique les coordonnées des nombres (950, 710) sur lesquels les deux Grands se sont entendus en mai 1972 pour limiter le nombre de leurs engins mer-sol balistiques dans l'avenir. L'entente réalisée est valable pour 5 ans et est consignée dans une convention provisoire.

LES MISSILES VULNÉRABLES

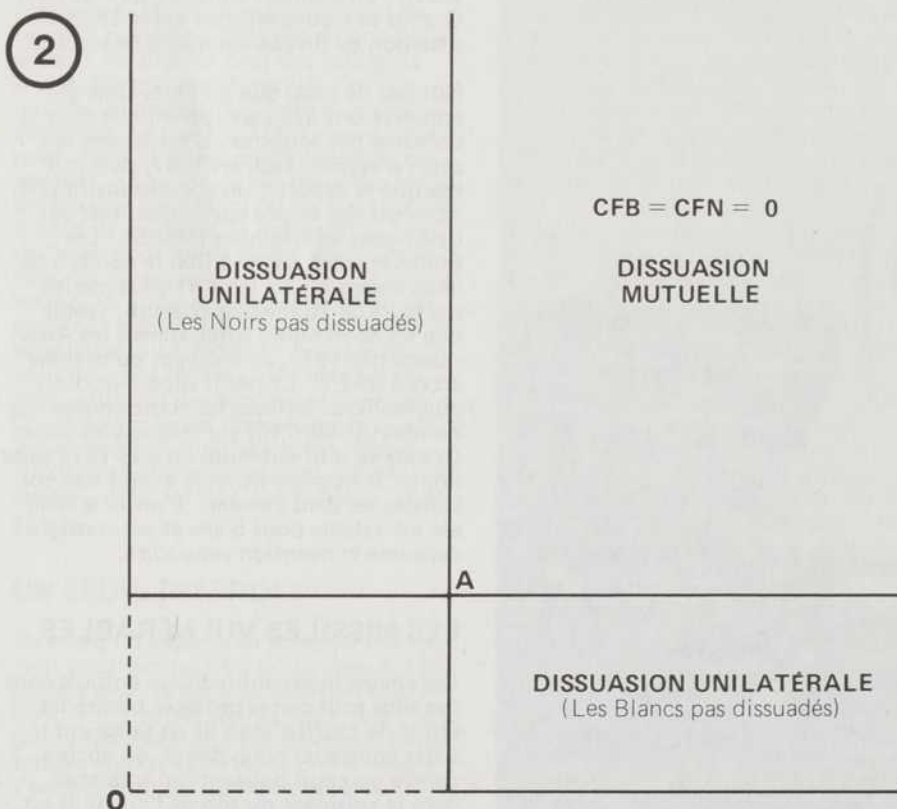
Les engins intercontinentaux enfouis dans des silos sont certes protégés contre les effets de souffle, mais ils ne sauraient résister contre un coup direct, ou encore contre un coup puissant qui éclaterait dans le voisinage du silo de l'engin. Il est



Seuils de dissuasion exprimés en nombre d'engins



Situations stratégiques possibles en cas d'efficacité contre-force nulle



donc logique de penser qu'un pays pourrait fort bien tenter de frapper son adversaire le premier, afin de le désarmer, et par conséquent, de réduire au minimum, les représailles auxquelles il s'exposerait en cas d'attaque. Supposons que les Blancs dirigent un nombre d'engins égal à la différence entre leur nombre total d'engins et la quantité nécessaire pour détruire un nombre de villes intolérable pour les Noirs, contre les silos des Noirs. (Ce «surplus» d'engins est représenté par la barre horizontale pointillée.)

Nous l'avons vu, toute la question se résume à l'interrogation suivante: les Noirs seront-ils en mesure de riposter contre les villes blanches? En d'autres termes, le nombre de missiles non détruits chez les Noirs sera-t-il inférieur ou supérieur à celui exigé pour dissuader les Blancs d'attaquer (quantité représentée par la barre verticale hachurée).

Admettons la situation suivante représentée par le graphique 4.

— Les Noirs sont dissuadés d'attaquer s'ils s'exposent, en retour, à la perte de 50 de leurs villes.

— Les Blancs sont dissuadés d'attaquer s'ils s'exposent, en retour, à la perte de 100 de leurs villes.

— La probabilité qu'un engin blanc détruise un engin noir est de 50%.

Dans ces conditions, il est clair qu'au point P (1050, 1400) les Blancs sont dissuadés d'attaquer puisqu'ils ne détruiraient, en utilisant leur «surplus» de missiles (en pointillé horizontal), que 500 engins des Noirs. De la même façon, au point P' (1050, 1000), les Blancs ne détruiraient, en utilisant leur «surplus» d'engins (en pointillé horizontal) contre les silos des Noirs, que 500 engins de ces derniers. Il en restera donc 500 aux Noirs pour riposter contre les villes blanches. Au point P'' (1050, 450), cependant, le calcul des probabilités nous enseigne que de la somme des engins utilisés (la barre horizontale pointillée), les Blancs pourront en répartir 700 sur 350 engins noirs, et 300 sur les 100 autres. 350 engins noirs seront visés deux fois et les 100 autres, trois fois. Comme $CFB = 0,5$, c'est donc dire que $87,5 (0,5 \times 0,5 \times 350 = 87,5)$ et $12,5 (0,5 \times 0,5 \times 0,5 \times 100 = 12,5)$ engins survivront, soit 100, exactement la quantité nécessaire aux Noirs pour dissuader les Blancs (barre verticale hachurée). En d'autres termes, le point P'' correspond très exactement au seuil de dissuasion limite pour les Blancs. Au-dessus de ce point, les Noirs sont dissuadés d'attaquer; ils ne le sont plus en dessous. En fait, si les Noirs ne possèdent que 200 engins, soit le point P''' (1050, 200), les Blancs pourraient fort bien prendre l'initiative et ne pas s'exposer, par conséquent, à des représailles «intolérables».

Pour que la dissuasion soit réalisée, il faut donc que chaque fois que les Blancs pour-

raient être tentés d'attaquer avec leurs missiles, au moins le nombre de missiles des Noirs nécessaires pour les dissuader (barre verticale hachurée) échappe à la destruction. Si ces différents nombres de missiles sont constants, on peut déterminer le lieu géométrique des points P. En d'autres termes, il s'agit d'établir la valeur exacte pour laquelle le nombre de missiles noirs nécessaires pour dissuader les Blancs, échappera à l'attaque pour chacune des valeurs variables «total des missiles blancs» — «minimum de missiles blancs nécessaire pour dissuader les Noirs», et ensuite relier tous les points successivement entre eux sur la courbe AP". Le même calcul peut être réalisé pour les Noirs, ce qui donne respectivement pour Blancs et Noirs les deux courbes AP" et AQ" (voir graphique 5).

En réalité, plus les engins seront précis, plus la zone de la dissuasion mutuelle tendra à se rétrécir, comme l'illustre le graphique 6. De fait, c'est par un facteur de 20 qu'a été amélioré, au cours de l'âge balistique, le degré de précision des engins. Les développements technologiques ne sont donc pas absents de l'esprit des négociateurs soviétiques et américains qui tentent depuis le début de leurs conversations, en 1969, de s'entendre sur la façon la meilleure de limiter leurs armements sans remettre pour autant en cause la stabilité de la dissuasion.

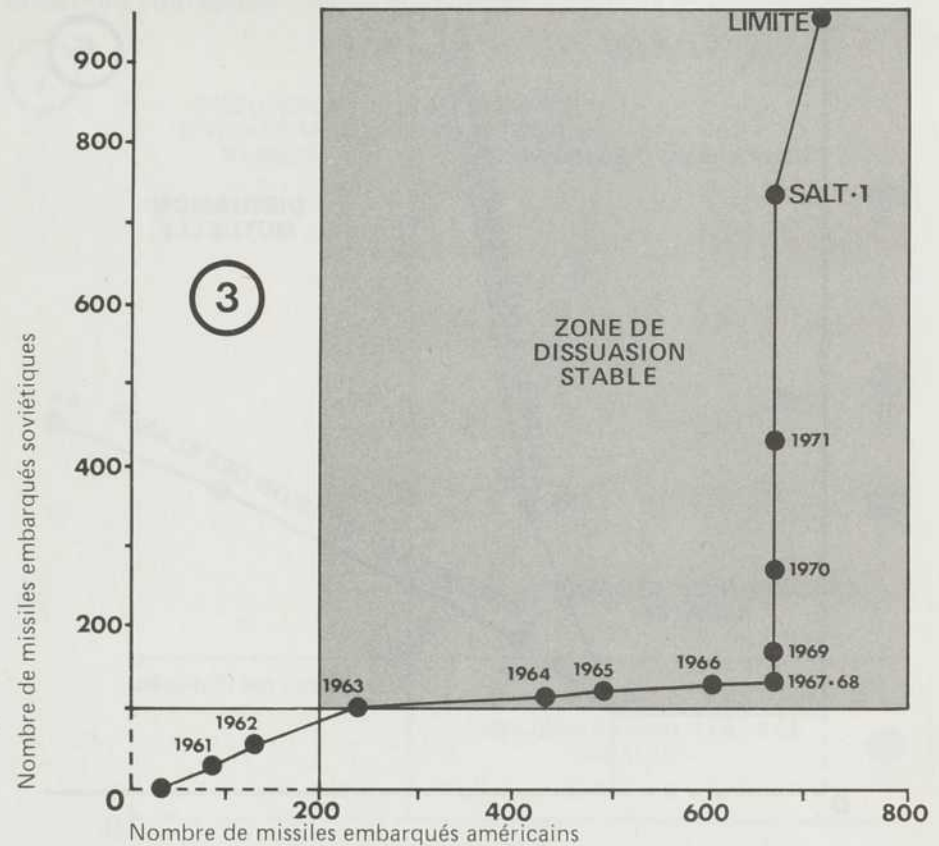
CHIRURGIE NUCLÉAIRE

Le lecteur pourra consulter le graphique 7 pour mieux assimiler la notion de la stabilité de la dissuasion. Il faut, pour que la stabilité existe, que ni l'un ni l'autre des adversaires n'ait un motif rationnel de déclencher l'attaque contre l'autre.

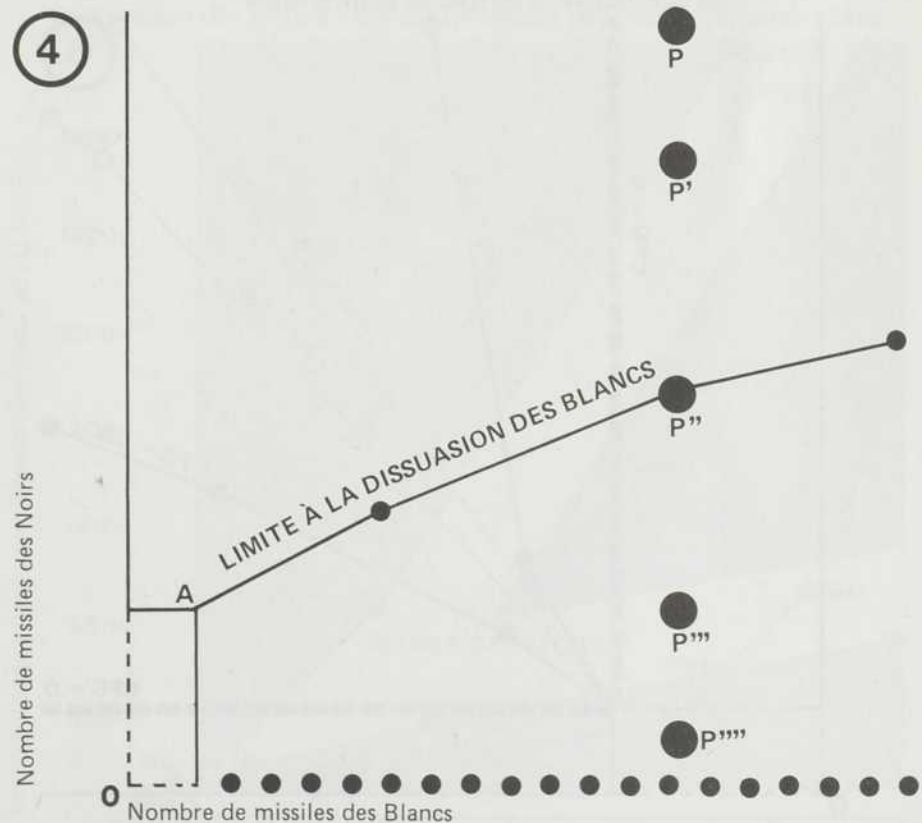
On ne peut parler de stabilité dans le rectangle délimité par les seuils de dissuasion, puisqu'il n'y a pas à proprement parler de dissuasion; les adversaires seraient alors en mesure de tolérer le coût de la guerre. La zone de dissuasion unilatérale où se situe le point P" (et la zone équivalente dans le quart supérieur gauche du graphique) peut également être considérée comme stable puisque ni les Blancs ni les Noirs ne sont légitimement en droit de craindre une attaque qui soit à strictement parler intolérable. Conséquemment, ni Blancs ni Noirs n'ont de raison valable de vouloir frapper en premier.

La situation est toutefois différente dans la zone délimitée par le point P" (et la réciproque à gauche de la courbe AQ), puisque les Blancs savent très bien, si les Noirs frappent les premiers, qu'ils subissent des pertes «intolérables». Il en résulte que les Blancs pourraient être tentés de frapper préventivement, c'est-à-dire de sang froid, dans le but de désarmer leur rival avant qu'il ne soit trop tard, ou alors par anticipation, c'est-à-dire dans la crainte

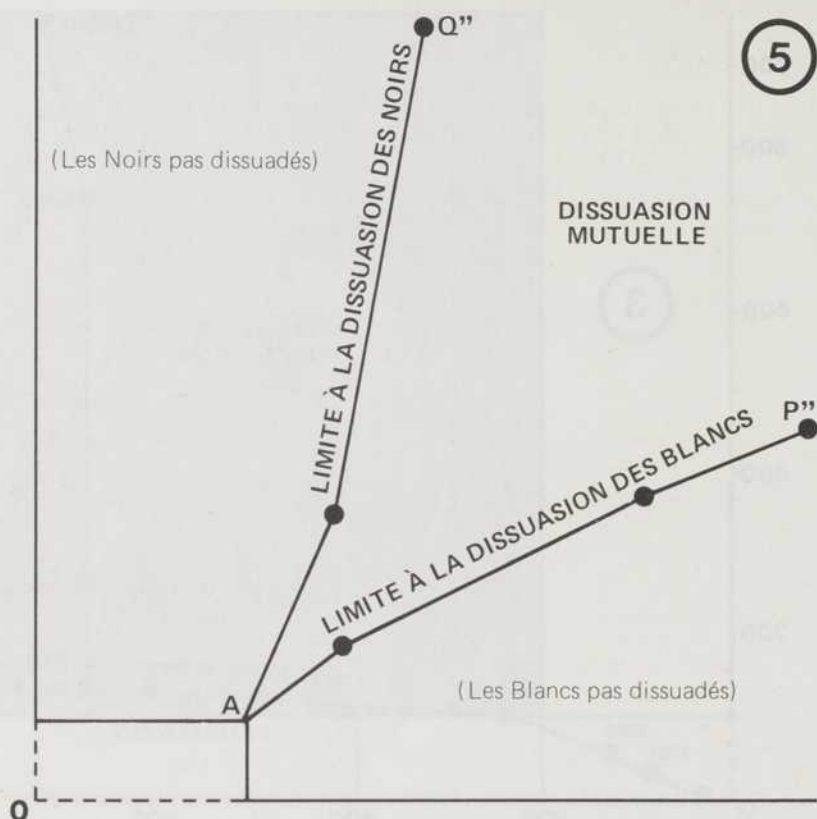
Courbe de progression des engins embarqués à bord de sous-marins



La dissuasion des Blancs par les Noirs



Courbes traduisant les limites à la dissuasion des Blancs et des Noirs



te que celui-ci ne soit sur le point de l'attaquer. Dans ces conditions, les Blancs ont avantage à frapper les premiers. C'est la raison pour laquelle il faut parler de dissuasion unilatérale instable.

L'intérêt d'une telle représentation graphique est qu'elle situe très bien le problème au niveau de la dissuasion nucléaire tripolaire. La situation, en effet, peut être parfaitement stable en ce qui concerne les deux Grands, mais elle ne l'est pas si nous considérons les problèmes non plus par rapport aux EU et à l'URSS, mais par rapport à la Chine et à chacun des deux Grands pris séparément.

Disons tout de suite que si les deux Grands devaient ajouter aux pertes qu'ils sont en mesure de s'infliger mutuellement, celles qui pourraient survenir du fait d'une action séparée de la Chine, une telle situation aurait pour effet de réduire les zones qui marquent la limite à leur dissuasion respective.

D'autre part, il est évident que ni l'URSS, ni les États-Unis devraient logiquement être tentés de détruire l'arsenal nucléaire de la Chine, aussi longtemps que son programme nucléaire en sera à ses tout débuts. La Chine, en effet, selon la logique des seuils de dissuasion que nous avons définis, ne serait pas en mesure de faire subir à son adversaire des dommages sérieux («intolérables»). Les deux Grands, de leur côté, n'ayant aucune raison logique de craindre une attaque chinoise, n'ont aucune raison logique non plus, de vouloir déclencher la guerre par anticipation (à moins qu'il ne s'agisse d'une politique suicide irrationnelle de la Chine).

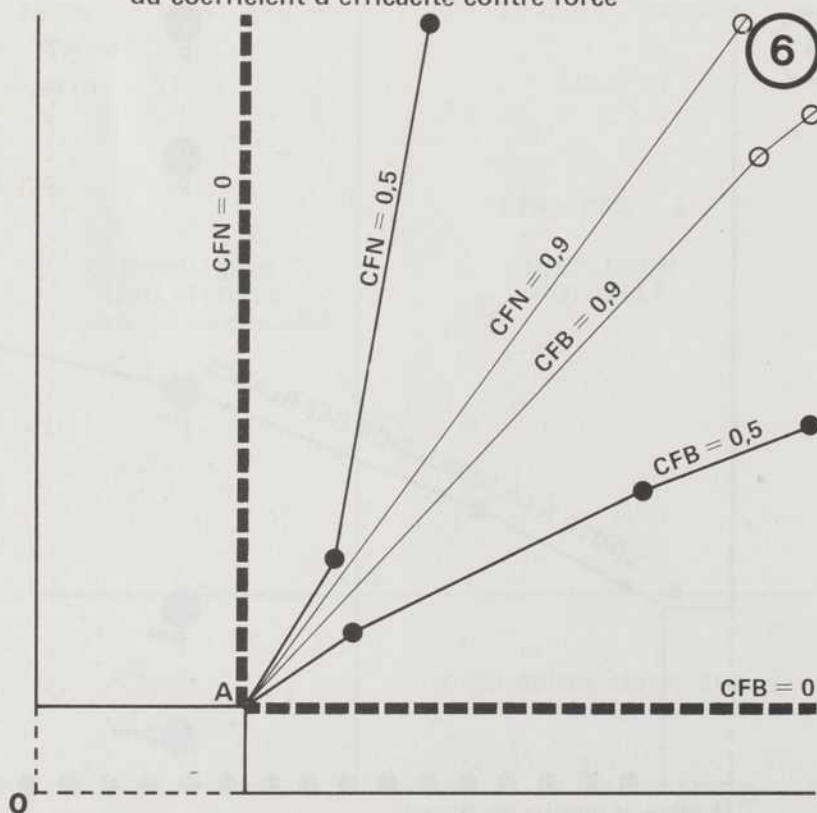
La situation sera cependant fort différente lorsque la Chine disposera de suffisamment d'engins pour infliger aux Russes et aux Américains des pertes intolérables. Il est probable que c'est dans cette zone de dissuasion unilatérale instable que se trouvent aujourd'hui les deux Grands vis-à-vis de la Chine. Cette situation est appelée à durer aussi longtemps que la Chine n'aura pas, grâce à son programme d'armements accéléré, atteint la zone de dissuasion mutuelle stable.

On comprend mieux, dans ces conditions, que des rumeurs circulent périodiquement sur la possibilité que les Russes déclenchent une attaque préventive «chirurgicale» contre la Chine.

AVANTAGE DE L'URSS

En guise de conclusion, inspirons-nous de la méthode que nous venons de développer pour représenter graphiquement la situation stratégique en ce qui concerne la courbe de progression des engins balistiques soviétiques et américains. Admettons, pour les besoins de la cause, que le

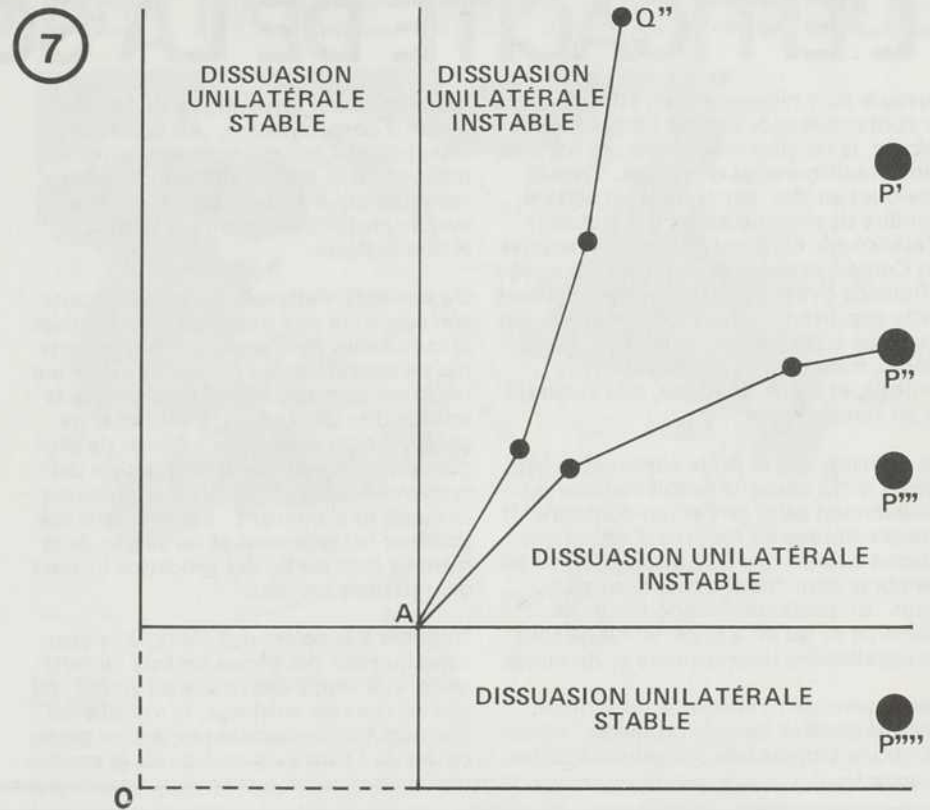
Variation des limites des zones de dissuasion en fonction de la variation du coefficient d'efficacité contre-force



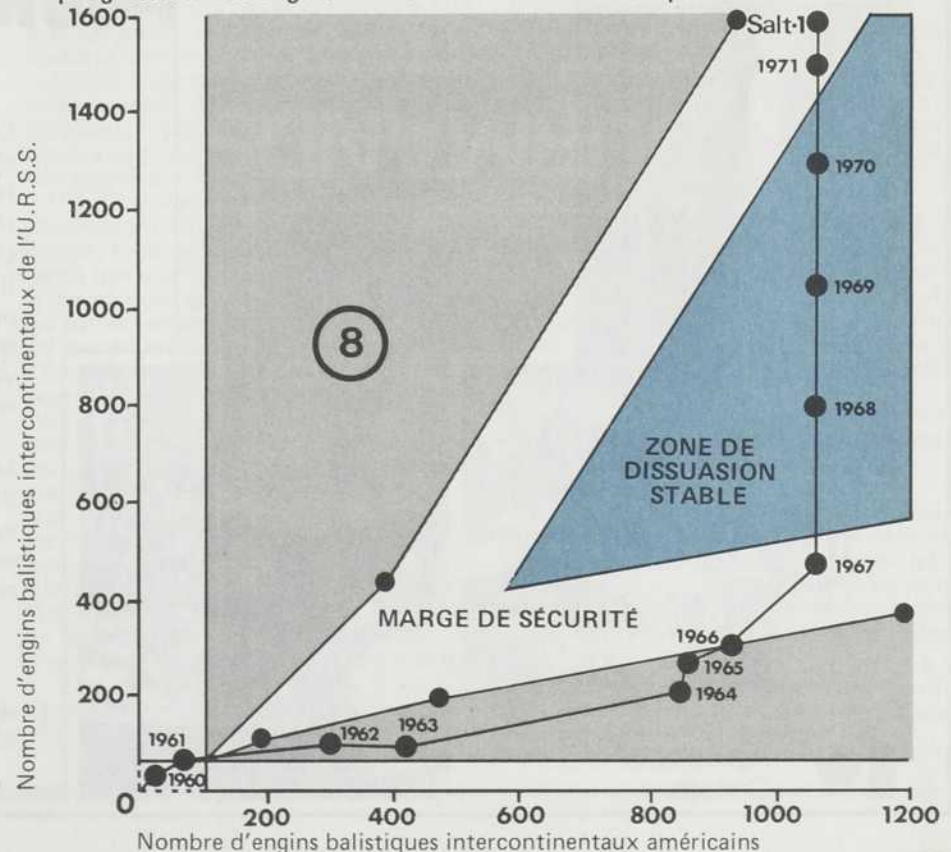
Situations stratégiques stables et instables

coefficient d'efficacité contre-force des engins soviétiques soit égal à $3/4$, et celui des Américains à $1/2$. Cette différence, nous en convenons, peut paraître gratuite, mais elle peut être justifiée du fait que les Soviétiques disposent de lanceurs plus lourds et plus puissants que ceux des États-Unis. Ils sont également dotés de têtes nucléaires plus puissantes. Supposons, en outre, que l'hypothèse de base en ce qui concerne les seuils de dissuasion sont 100 pour les États-Unis, et 50 pour les Soviétiques. Admettons encore que chaque vecteur n'est doté que d'une seule tête nucléaire. Notons, enfin, que la zone de la dissuasion stable est élargie d'une « zone de sécurité » qui tient compte des erreurs d'appréciation des services de renseignements, ou encore de la probabilité de défectuosité des engins.

Les paramètres de base ont certes varié du début des années 1960 à 1972. Il reste cependant que le graphique 7 traduit assez bien l'aspect général de la situation. Ainsi, dès 1961, l'URSS s'est trouvée quelque part dans la zone de la dissuasion unilatérale stable. Les États-Unis, par la suite, ont rapidement repris du poil de la bête pour faire jouer à leur avantage la dissuasion. Ceux-ci ont ainsi traversé, entre 1962 et 1964, toute l'étape de la dissuasion unilatérale instable. Peu après 1967, les deux Grands se sont trouvés en situation de dissuasion mutuelle stable. Il reste toutefois que l'URSS s'est dangereusement rapprochée depuis 1971 de la zone où elle pourrait faire jouer la dissuasion à son avantage. Il n'est donc pas étonnant, dans ces conditions, que les deux Grands aient attaché, depuis 1969, une telle importance aux entretiens qu'ils poursuivent dans le cadre des conversations sur la limitation des armements stratégiques (plus communément connues sous le nom de SALT).



Le cheminement à travers les diverses zones de dissuasion de la courbe de progression des engins intercontinentaux soviétiques et américains



LA SCIENCE & LES HOMMES

L'EFFICACITÉ DE LA SORCELLERIE

Jusqu'à tout récemment les ethnologues se contentaient de décrire l'organisation sociale, la religion et la magie des sociétés dites traditionnelles d'Afrique. Depuis quelques années, par contre, un certain nombre de chercheurs du Laboratoire d'ethnologie et de sociologie comparative du Conseil national de la recherche scientifique de France (CNRS) ont abandonné cette approche purement descriptive. On continue à considérer les mêmes phénomènes, mais dans la perspective plus radicale, et même pratique, de l'«efficacité du symbolique».

Le domaine qui se prête admirablement bien à cette nouvelle problématique est évidemment celui de l'ethno-médecine. Il comprend tous les moyens d'action que chaque culture met à la disposition de ses membres pour transformer le corps humain. En pratique, l'ethno-médecine concerne ce qu'on a jusqu'ici classé sous les appellations de sorcellerie et de magie.

Les tenants de l'«efficacité du symbolique» se gardent bien de présenter l'ethno-médecine comme une nouvelle discipline

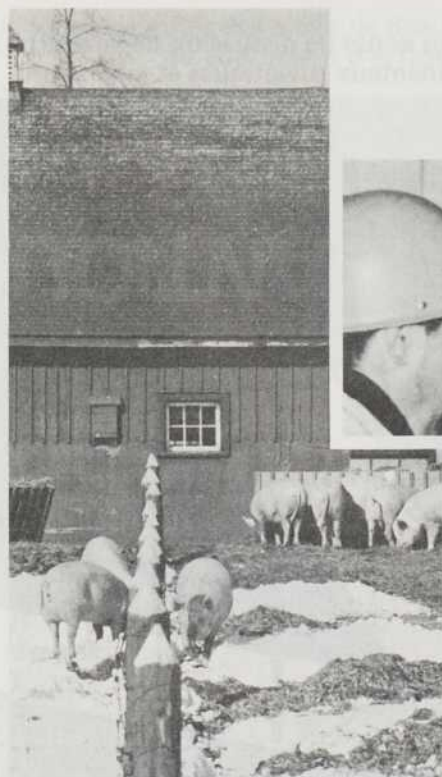
spéculative qui garderait on ne sait quel relent d'obscurantisme. Au contraire, disent-ils, il s'agit d'une tentative résolument inspirée des courants de la science moderne qui n'en finit pas de rompre avec le positivisme scientiste hérité du XIX^{ème} siècle.

De son côté, l'ethnologue accorde toute son attention aux dimensions subjectives et culturelles de la maladie. Il n'accepte pas de considérer les rites de la médecine traditionnelle comme un succédané à la science dite positive, ou à un mode de guérison basé sur l'usage exclusif de drogues diverses, en faisant abstraction des systèmes socio-symboliques à l'intérieur desquels ils s'exercent. En fait, dans ces sociétés, le traitement et les causes de la maladie font partie des processus intimes des relations sociales.

Imputée à la colère des aïeux, à la mauvaise humeur des génies garants du territoire, à la magie des rivaux en amour, ou aux sorciers du voisinage, la maladie est toujours traitée comme une action persécutrice de l'Autre visant à punir la condui-

te sociale de l'individu. Il faudra donc avoir recours à plusieurs personnes de l'entourage pour mener à bien le traitement. Les onguents ne servent que de véhicules tangibles pour ces liens sociaux.

Par exemple, si le mal est imputé au mécontentement des esprits ancestraux, la cure traitera du rapport du malade avec sa famille, son lignage et son clan. Si les troubles sont attribués aux génies du lieu, la thérapeutique visera à réaménager les liens de l'individu avec son groupe territorial, son village ou son quartier. Le travail de l'ethnographe médecin débouche donc sur les modes de résolution des conflits sociaux, les processus de décision collective et la régulation des rapports sociaux. Car, la médecine traditionnelle ne cherche pas uniquement à guérir l'individu pour lui-même, mais plutôt en tant qu'élément de la société. C'est finalement la société elle-même qu'on guérit et c'est, peut-être, de ce côté qu'il faut chercher l'efficacité de la sorcellerie et de la magie des sociétés traditionnelles noires. ●

RECHERCHE
POUR LA SOCIÉTÉ

Les chercheurs et les agents de classement des porcs collaborent à la préparation d'un nouveau système de classement que l'on proclame comme le meilleur au monde. Il en résulte que tout l'élevage porcin au Canada est axé sur la production de gros morceaux de viande maigre et nourrissante que demande le consommateur.

Les abattoirs et les agriculteurs ont donné tous deux leur appui au système qui garantit de meilleures recettes au éleveurs produisant des porcs de meilleure qualité.

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



Agriculture
Canada

L'AVENIR DU PÉTROLE ATLANTIQUE

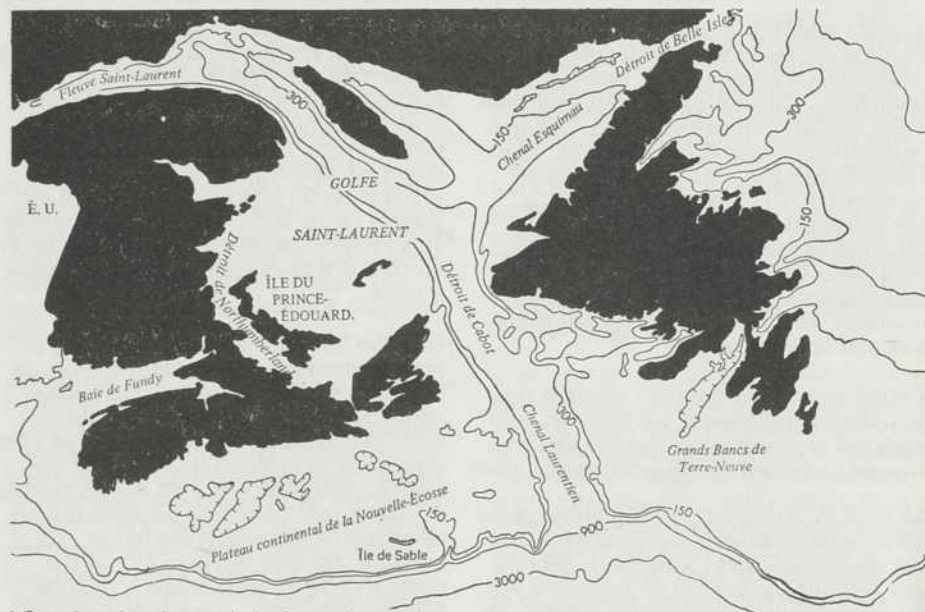
En 1960, la société Mobil Oil obtint des gouvernements provincial et fédéral des permis de recherche pétrolière couvrant 4 450 kilomètres carrés de littoral atlantique, dans la région de l'Île de Sable, au large de la Nouvelle-Écosse. Cette initiative a déclenché tout un processus d'exploration pétrolière dont le dénouement pourrait modifier considérablement la vie socio-politico-économique des provinces maritimes.

Michael Gibbons et Roger Voyer, ont tenté de cerner ce développement important dans une étude de prospective technologique faite à la demande du Conseil des sciences.

Le mérite de l'étude intitulée «Un mécanisme de prospective technologique, le cas de la recherche du pétrole sous-marin sur le littoral atlantique» est de bien identifier les acteurs du processus qui serait mis en branle, advenant la découverte de nappes rentables, et de poser quelques questions sur les conséquences de l'exploitation pétrolière.

Les deux prospectivistes ont identifié trois classes d'acteurs dans le scénario éventuellement amorcé par l'apparition de pétrole. Le premier groupe, les protagonistes, jouent le rôle principal avec l'industrie pétrolière en tête de file et le ministère fédéral de l'Énergie, des Mines et des Ressources et les gouvernements des provinces maritimes sur leurs talons. L'activité des acteurs du second plan, appelés les «deuxièmes rôles», n'est pas déterminante, mais influence la recherche pétrolière. Il s'agit de plusieurs ministères du gouvernement fédéral (Expansion économique régionale, Industrie et Commerce, Environnement, Transports et Sciences et Technologie) et de sociétés industrielles, de chantiers maritimes, d'associations de pétroliers et de groupes d'hommes d'affaires. Tout à fait à l'arrière scène, les inactifs, eux, ne s'intéressent pas à la recherche pétrolière, mais les activités océanotechniques pourraient bouleverser leur activité. Ils comprennent l'industrie de la pêche, l'agriculture et la foresterie. L'ensemble de ces trois types de participants constitue le **mécanisme** de la prospective technologique.

Les deux auteurs expliquent ensuite le **fonctionnement** de l'interaction entre ces acteurs. Des trois protagonistes mentionnés, c'est l'industrie pétrolière qui joue le rôle le plus actif. Chaque grande société entoure ses opérations du plus grand secret, mais les autres viennent rapidement re-



Δ Grands traits géomorphologiques des provinces maritimes.

joindre la première société à investir dans un territoire vierge. C'est la loi du «comportement moutonnier» des sociétés d'exploration pétrolière. Une fois que les sociétés ont obtenu des permis dans une région donnée, leur comportement est facilement prévisible. Elles doivent en effet effectuer des travaux réglementaires pour conserver leurs permis. Ceux-ci augmentent chaque année et atteignent environ 2,70 dollars pour les douze années de la durée totale du permis. De cette façon, on pouvait facilement prévoir dès 1968 que les sociétés pétrolières dépenseraient successivement 46 millions de dollars en 1972, 57 millions en 1973, et qu'elles en dépenseraient 78 millions cette année. Par contre, le comportement moutonnier ferait que si une seule entreprise décidait d'abandonner ses activités dans ce secteur, les autres feraient probablement de même. Le second protagoniste, le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, tente surtout de mettre en œuvre une politique d'exploitation rationnelle des ressources. Son application rigoureuse aurait inévitablement pour effet de retarder l'exploitation pétrolière. Mais, de leur côté, les gouvernements des provinces maritimes désirent que l'exploitation commence le plus tôt possible pour améliorer leur difficile situation économique. Présentement, le mécanisme de prospective technologique est figé en attendant l'impulsion d'une découverte importante.

Quant à la participation des deuxièmes rôles, elle est surtout stimulée par l'acti-

té des protagonistes. Ainsi, la société Halifax Shipyards a développé son savoir-faire en plates-formes de sondage à la suite de l'influence d'un autre deuxième rôle, le ministère de l'Industrie et du Commerce. De plus, le développement de l'industrie océanotechnique peut être grandement accéléré par les crédits de l'Expansion économique régionale. Enfin, la mission d'Environnement Canada se devine facilement tandis que le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie peut jouer un rôle notable en développant sa politique nationale d'exploitation des océans.

Enfin, les inactifs pourraient voir leurs opérations grandement affectées par l'exploitation de nappes pétrolières au large de la côte atlantique. La pêche hauturière, par exemple, pourrait subir un dur contre-coup advenant la migration des gens de mer vers les opérations pétrolières. L'agriculture et la foresterie pourraient être touchées de façon analogue. (Ne faudrait-il pas ajouter le gouvernement du Québec parmi ces inactifs?)

L'étude effectuée pour le Conseil des sciences se termine ici. Elle laisse entrevoir bien des développements pourtant, qu'on laisse à d'autres le soin de préciser. Ne serait-ce, par exemple, que l'éventualité d'un développement qui favorisera certaines régions plus que d'autres. Assistera-t-on alors à un morcellement de la société des Maritimes bien que l'on note présentement une reprise de l'idée d'unification? ●

LES GOURMANDS ÉNERGÉTIQUES

Jusqu'à maintenant les acheteurs de moyens de transport considéraient le coût total de chaque mode avant de faire leur choix. Ce coût total inclut ordinairement l'achat, l'immatriculation, l'assurance, l'entretien et la consommation. Il est facile de comparer les divers modes de transport en fonction de ce coût total. Les transports aérien et maritime sont ceux qui nécessitent l'investissement et l'entretien les plus coûteux. Les trains, les autocars et les automobiles coûtent moins et, en dernier lieu, viennent la bicyclette et la motocyclette.

Dernièrement, par contre, l'escalade du prix des hydrocarbures a atteint des sommets qui donnent à l'aspect consommation en carburant une importance capitale.

Le Dr E.P. Cockshutt, de la division génie mécanique du Conseil national de recherche du Canada, vient justement d'établir une formule qui permet de comparer les modes de transport selon leur rendement énergétique. La formule donne un paramètre pur, appelé «coût en énergie», à

partir duquel la comparaison est facile. Ce coût en énergie est tout simplement le rapport du «contenu en énergie du combustible consommé» au «travail utile» obtenu. Dans le cas d'une automobile consommant 1 litre au 7 kilomètres (20 milles au gallon) pour transporter un individu de 90 kilogrammes, le coût en énergie est de 5,25. Il diminue de moitié si la voiture transporte deux personnes et du tiers si trois personnes prennent place à bord.

Une fois les coûts en énergie connus, on peut classer les systèmes de transport de passagers selon leur vitesse. Un tableau confirme que l'automobile est relativement peu efficace. Ici, son rectangle a été tracé pour des valeurs de 1,2 à 5 et des vitesses comprises entre 50 et 125 km/heure. Cette représentation souligne la grande efficacité des avions modernes. Ainsi, les DC-8, DC-9 et Boeing 747 ont des coûts en énergie équivalents à ceux de l'automobile, mais vont dix fois plus vite. Même l'ATS Concorde, tant décrié, se compare favorablement à l'automobile

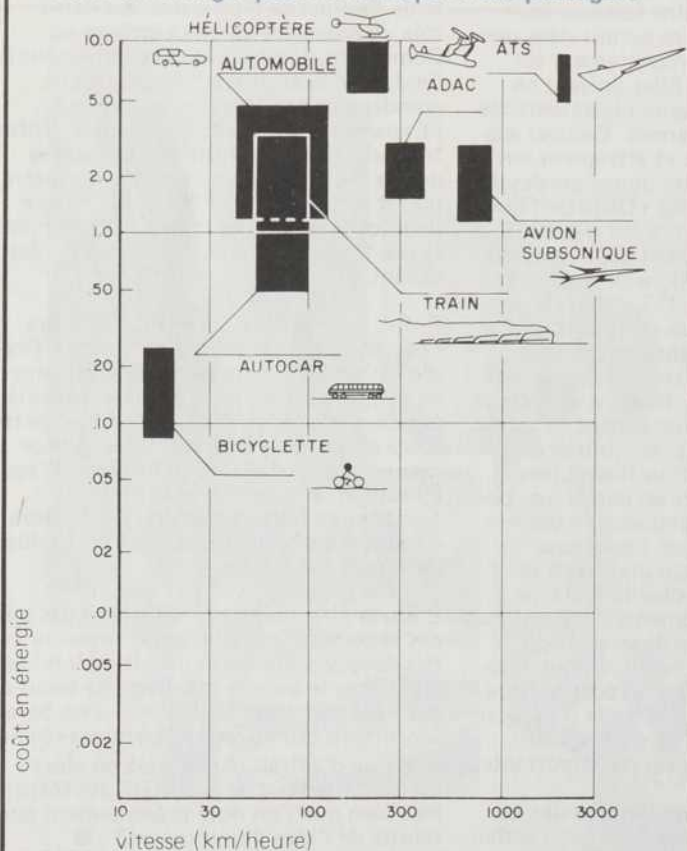
avec un coût en énergie de 7. Enfin, la rançon énergétique de l'autobus est quatre fois inférieure à celle de l'automobile et, celle de la bicyclette, tout au bas de la figure, l'est cinquante fois.

Du côté des transporteurs de marchandise le coût en énergie diminue à mesure que l'on passe des aérotrains, aux avions, aux camions, aux pipelines, aux trains et, enfin, aux bateaux-citernes.

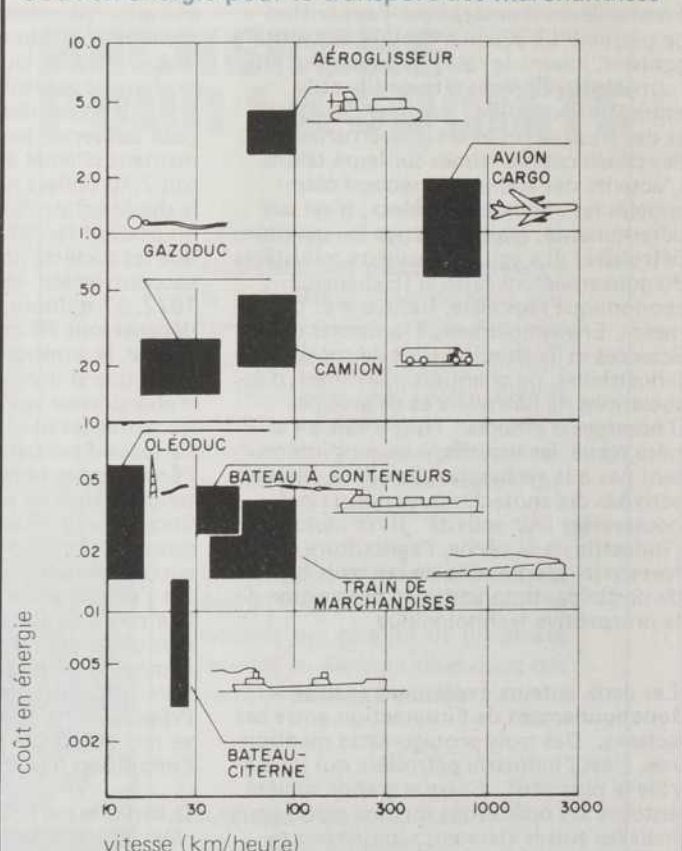
Pour comprendre comment on en arrive à cette évaluation, il faut réexaminer chaque mode de transport selon trois critères: le rendement du moteur, la résistance du véhicule au frottement et le rendement structural, c'est-à-dire le rapport entre le poids de la charge utile et celui du véhicule.

Le rendement propulsif exprime la quantité de combustible consommé par rapport à la poussée obtenue. Sous ce rapport, il y a très peu de différence entre les différents modes de propulsion. Le turboréacteur a la meilleure efficacité parce qu'il a été conçu pour fournir son rendement

Coût en énergie pour le transport des passagers



Coût en énergie pour le transport des marchandises



optimal à la vitesse de croisière. De même, les puissants moteurs du transport supersonique se défendent bien parce qu'ils sont équipés de la surchauffe. Finalement, le cycliste n'a rien à envier à personne si l'on s'appuie sur son absorption de calories pendant une journée de cyclisme. Seul l'aéroglesseur et l'hélicoptère font piètre figure parce qu'une grande partie du combustible sert à la sustentation sans contribuer à la propulsion.

En deuxième lieu, la résistance au frottement représente la qualité aérodynamique du véhicule. C'est ici qu'il y a des surprises. La finesse du bateau-citerne dépasse de loin celle de tous les autres avec des valeurs situées entre 1 000 et 1 800. Ceci tient au fait que les surfaces en contact avec l'eau sont relativement faibles par rapport aux grandes masses transportées. Vient ensuite le lourd wagon de marchandise avec une surprenante finesse aérodynamique de 250, sauvé parce que le frottement des roues sur les rails est très faible et que la locomotive doit vaincre à elle seule toute la résistance aérodynamique. Pour l'automobile et l'avion, la finesse est sensiblement dans la même gamme, de 15 à 20, mais la finesse intrin-

sèque de l'avion est beaucoup plus grande si l'on tient compte du fait qu'il se déplace dix fois plus vite que l'automobile. Enfin, les pipelines et les gazoducs ont des finesse respectives de 190 et 40. Le gazoduc est pénalisé par sa vitesse d'écoulement plus élevée qui augmente la friction contre les parois. Une solution serait de construire des canalisations plus grandes mais l'industrie sidérurgique ne peut fabriquer de tuyaux dépassant 1,2 mètres de diamètre. Il faut donc recourir à plusieurs petits tuyaux en parallèle. À cause de ces contraintes, 10 pour cent du gaz naturel véhiculé par un gazoduc alimente des pompes et ne parvient jamais à destination.

En dernier lieu, quant au rendement structural, les pipelines ont une efficacité de 100 pour cent puisqu'ils sont immobiles! Ensuite, le faible coût en énergie des bateaux et wagons provient de leur rapport élevé charge utile/poids total. Par ailleurs, le coût en énergie élevé de l'automobile s'explique de la même manière puisqu'il faut mettre deux tonnes de véhicule en mouvement pour transporter des passagers qui ne font pas plus qu'un dixième de tonne.

Avec les avions, la situation se complique puisque la charge utile est d'autant plus grande que la distance à parcourir est faible. Ainsi, le moyen courrier DC-9 a un coût en énergie inférieur au long courrier Boeing 747, puisque ce dernier doit emporter des masses considérables de combustible. Pourtant, avec le «RCI» de Boeing, un appareil doté de douze réacteurs d'une puissance dépassant tout ce qui existe et capable d'emporter 7 000 tonnes de pétrole (65 pour cent de son poids total), le rendement structural d'un transporteur aérien pourrait devenir rentable. Cet avion a été dessiné par Boeing pour transporter les richesses naturelles de l'Arctique.

Enfin, le Dr Cockshutt souligne qu'il ne faut pas tout ramener au coût en énergie. L'aéroglesseur peut s'imposer malgré son coût élevé parce qu'il est seul à pouvoir traverser la toundra ou des eaux encombrées de glace. Il en est de même de la vitesse, à laquelle les passagers attachent une grande importance. Tout ce qu'il ne faut pas oublier, c'est que la vitesse minimum adoptée permettra d'économiser des quantités appréciables de «pétro-dollars».

LE CÔUT CACHÉ DE L'AUTOMOBILE

Le principe de la formule Cockshutt se résume à exprimer le rapport du «contenu en énergie du combustible» sur le «travail utile». Dans le cas d'une automobile au rendement de 7 km au litre d'essence (20 milles/gallon) transportant un passager d'une masse de 90 kilogrammes (poids de 900 newtons), la formule donne 5,25 comme «coût en énergie»

$$\frac{0,75 \text{ kg/l} \times 44 \text{ 175 kJ/kg}}{7 \text{ km/l} \times 90 \text{ kg}} \times \frac{\text{N-m/J}}{10 \text{ N/kg}}$$

On a attribué une densité de 0,75 kg/litre et un contenu énergétique de 44 175 kilojoules/kilogramme à l'essence. Il faut enfin se souvenir qu'un joule signifie aussi un newton-mètre (N-m). Le résultat indique que l'automobile consomme 5,25 newtons-mètres par newton-mètre de travail utile.

DES ATOMES CONGELÉS

Refroidir les fils porteurs de courant électrique pourrait bientôt s'avérer la solution au problème des pertes des réseaux de distribution d'électricité.

Tout part d'un principe relativement simple. Concrètement, le courant électrique n'est qu'un déplacement d'électrons dans un milieu approprié. Comme tout corps en mouvement, par contre, les électrons subissent des pertes par friction. Ainsi, un électron en mouvement dans un fil conducteur est constamment retardé par collisions avec les molécules du milieu. Dans le cuivre, l'argent et l'or, l'obstruction est plus faible. C'est pourquoi le cuivre, à cause de son prix abordable, est devenu l'oléoduc électronique par excellence. Mais la friction existe toujours.

À partir des lois fondamentales de la guerre que se livrent les armées d'électrons en marche et les postes retranchés des atomes qui tentent de leur barrer la route, on peut envisager un moyen de diminuer les pertes. Il s'agit de refroidir l'ardeur des atomes-obstacles.

L'issue de la bataille dépend directement de la température qui règne dans le camp des défenseurs. Plus elle est élevée, plus les obstacles s'agitent, parvenant à couvrir plus de terrain et donc à mieux ralentir la marche des électrons. Les collisions sont plus nombreuses et le nombre d'électrons qui tombent au combat augmente.

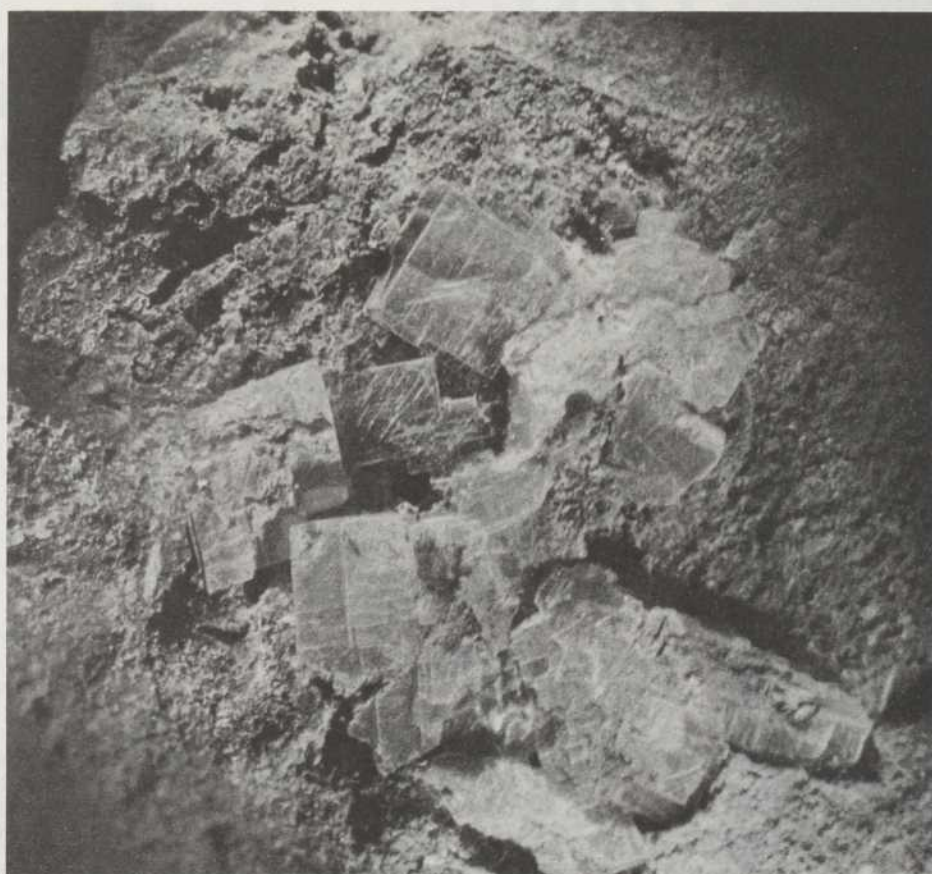
Au contraire, si la température du fil conducteur est abaissée jusqu'à -270 degrés centigrade, les atomes se retranchent passivement dans leur camp et les électrons circulent avec de plus en plus d'aisance. La victoire des électrons est telle qu'un courant injecté dans une boucle de fil refroidi, pourra y circuler pendant des mois et des mois, ne perdant que très peu d'intensité.

Il reste par contre que les températures supraconductrices exigent des installations de refroidissement complexes. La recherche s'oriente donc vers des matériaux qui pourraient présenter les mêmes effets, mais à des températures supérieures. Les systèmes cryogéniques auraient aussi le grand avantage d'être souterrains.

s'enrichir avec l'uranium

par Fabien Gruhier

Extraire de l'uranium? C'est aussi simple que d'extraire du pétrole. Mais le «raffinage» de l'uranium pose des problèmes infiniment plus complexes et la grande soif d'huile risque de faire place à une grande faim de matière fissile.



Le mon
d'un d
démans
pe de
route p
d'une r
longue
à court
Certain
déseva
ment a
rentabl
mélait
volupté
marché
sait -e
sion de
Pambei
contrô
nucléa

Les Éta
Japon,
europé
dare de
elles ne
central
autant
l'uranu
rel est
en cont
mes pa
nes for
elles na
enrichi
tué d'u
l'atome
nombre
l'uranu
dans le
et il n'
environ
ne sert
nostad
l'écolog
improp
sauf, bi
la cenar
SCIENT
pour un
rel, que
inutile

LES B
SOUV

Depuis
bonne
réclame
sent en
Pour de
en effe
te cap
heures
servent
disposé
fut un
nant au
démanc
les arm
jusqu'à

Le monde occidental vient de se réveiller d'un doux sommeil pétrolier, pour se demander avec inquiétude de quoi l'énergie de demain sera faite. Une réponse toute prête: l'atome. Il ne s'agit que d'une redécouverte, car la fission a été longuement caressée comme une panacée à court terme. Mais la panacée reculait. Certains types de centrales s'avéraient décevants, les filières n'étaient pas vraiment au point ou, tout simplement, non rentables. C'est du moins ce qu'on grommelait en guise d'excuse. En réalité, la volupté des combustibles fossiles à bon marché dispensait de l'effort que supposait — et que suppose toujours — la conversion décisive. L'alerte au pétrole — et la flambée de son prix — a grandement contribué à renverser la vapeur: le nucléaire est compétitif.

Les États-Unis, comme l'Australie, le Japon, l'Afrique du Sud et les nations européennes, entre autres, lancent d'ailleurs des programmes ambitieux. Mais si elles ne consomment pas de pétrole, les centrales nucléaires ne vivent pas pour autant de l'air du temps; il leur faut de l'uranium. Par bonheur, l'uranium naturel est très abondant: la croûte terrestre en contient en moyenne de 3 à 4 grammes par tonne. Hélas, les filières modernes font pour la plupart la fine bouche: elles ne fonctionnent qu'à l'uranium enrichi. Car l'uranium naturel est constitué d'un mélange de deux isotopes (atomes qui ne diffèrent que par leur nombre de neutrons): l'uranium 238 et l'uranium 235. Seul le second «brûle» dans les centrales en subissant la fission, et il n'est présent qu'à raison de 0,7% environ. Le reste (99,3% d'uranium 238) ne sert à rien. Il constitue même un obstacle fort gênant, diluant tellement l'isotope fissile que le métal brut est impropre à la production d'électricité, sauf, bien entendu, dans les filières, telle la canadienne CANDU (voir QUÉBEC SCIENCE, septembre 1973), conçues pour une alimentation à l'uranium naturel, que cette surabondance de l'isotope inutile ne dérange pas.

LES BOMBES NE SERVENT PAS SOUVENT

Depuis toujours, c'est-à-dire depuis une bonne vingtaine d'années, les centrales réclamant de l'uranium enrichi se fournissent en combustibles aux États-Unis. Pour des raisons militaires, ce pays s'était en effet très tôt doté d'une très importante capacité d'enrichissement. Comme (et heureusement!) les bombes atomiques ne servent pas très souvent, les Américains disposèrent vite de stocks suffisants. Ce fut un jeu d'enfant pour leurs usines tournant au ralenti que de satisfaire à la demande civile: si l'uranium entrant dans les armes atomiques doit être enrichi, jusqu'à 90%, en uranium 235, un taux de

2 à 3% (3 à 5 fois le taux naturel) suffit pour la plupart des filières électronucléaires.

On peut supposer, d'autre part, que l'importance stratégique des usines d'enrichissement incitait les États-Unis à répondre à la demande, conservant ainsi un rigoureux monopole pour tout l'Occident: un refus aurait éventuellement incité les nations-clientes à tenter elles-mêmes de se munir de cette redoutable capacité. Toujours est-il que cette situation a subi de sérieux changements, d'abord l'Angleterre (usine de Capenhurst), puis la France (Pierrelatte), ont construit les unités nécessaires à leurs besoins militaires.

Plus récemment, le Japon et deux groupes de pays européens (France, Italie, Espagne, Belgique d'une part, Angleterre, Allemagne, Pays-Bas d'autre part) ont mis en chantier d'importantes installations d'enrichissement destinées cette fois aux besoins des centrales électriques. Enfin, il est fortement question que Brinco (British Newfoundland Corporation) ou le Commissariat à l'énergie atomique français, ou les deux à la fois, hissent bientôt le Québec au rang des producteurs d'uranium enrichi. Voilà qui promet donc de mettre fin au monopole américain. Gardons-nous toutefois d'en déduire que cet état de choses désolera nos voisins: ils n'échappent pas à la fringale généralisée de matière fissile, et n'auront bientôt plus assez, pour leur propre consommation, de leur capacité actuelle. Produisant au total 17 millions d'uts (unités de travail de séparation: voir encadré), leurs trois usines de Paducah, Portsmouth et Oakridge atteindront 28 millions d'uts d'ici 1981.

ÉQUILIBRER LE RÉSEAU DE L'HYDRO-QUÉBEC

Il est temps d'ouvrir ici une parenthèse: que vient faire le Québec dans cette histoire? «Nos» centrales nucléaires utilisent l'uranium naturel et, d'ailleurs, nous possédons un immense potentiel hydraulique. Or l'enrichissement de l'uranium représente précisément une façon détournée d'exporter notre abondante électricité: une usine séparant l'uranium 238 selon les techniques actuelles, c'est un réel gouffre à électricité (pour fabriquer un combustible capable d'en générer beaucoup plus il est vrai). Avantage supplémentaire: une telle usine peut sans inconvénient cesser de fonctionner aux heures de pointe, donc aider l'Hydro-Québec à équilibrer son réseau.

Rien d'étonnant à ce que le Québec souhaite s'implanter sur le marché d'un combustible nucléaire dont il n'a pourtant pas besoin: la demande promet d'être si forte que les «uts» risquent de s'arracher avant longtemps à prix d'or.

On espère tout de même qu'une pénurie aiguë pourra être évitée: vers 1980, rappelés-le, les États-Unis produiront 28 millions d'uts, l'usine du groupe EURODIF (France, Italie, Belgique, Espagne) dont la construction vient d'être décidée (en France, à proximité de Pierrelatte) atteindra alors 5 millions d'uts, et le groupe URENCO (Allemagne, Angleterre, Pays-Bas) compte fournir 4 millions d'uts. Encore cette dernière estimation doit-elle se mettre au conditionnel dans la mesure où elle fait appel à une nouvelle technique d'ultracentrifugation qui ne bénéficie d'aucun antécédent à l'échelle industrielle. Même si URENCO tient ses promesses, le total de la production équilibrera tout juste les 37 millions d'uts des besoins prévus pour l'Occident vers 1980. Besoins calculés, il faut le dire, avant la crise pétrolière qui se traduira sans doute par un dépassement sensible de cette statistique.

UNE SOIF DE 35 ANS

Bien sûr, à très long terme, l'avenir appartient à la fusion de l'hydrogène et, auparavant, il est prévu de faire appel aux réacteurs à neutrons rapides qui produisent davantage de matière fissile qu'ils n'en consomment. La «grande soif» d'uranium enrichi n'aura donc qu'un temps. On ne saurait toutefois s'endormir pour cinquante ans dans l'attente de jours meilleurs, et il faudra bien compter pendant longtemps avec le parc des centrales, construites aujourd'hui pour durer 35 ans.

Les besoins paraissent donc assez aisément prévisibles et chiffrables, d'autant plus que les producteurs d'uranium enrichi et leurs clients (les grosses compagnies distributrices d'électricité) se comptent sur les doigts de la main. La concertation entre les centres de décision impliqués ne pose guère de problèmes (du moins en ce qui concerne l'Ouest, car on ignore ce qui se passe à l'Est sur ces chapitres délicatement stratégiques).

Mais la science progresse, comme on dit, à grands pas, et les techniques de séparation isotopique ne manquent pas de s'en ressentir. Aussi un certain flottement est-il inévitable quand il s'agit aujourd'hui de construire une usine d'enrichissement de l'uranium: va-t-on se fier au vénérable procédé qui a fait ses preuves — la diffusion gazeuse — ou bien emboîter le pas à une idée nouvelle, à la fois prometteuse et risquée?

Cruel dilemme. La satisfaction de besoins énergétiques dûment prévus ne souffre toutefois aucune incertitude, et l'objectif numéro un n'est pas d'abaisser les coûts, d'améliorer la technologie ou le rendement, mais de disposer à coup sûr, à une date déterminée, du combustible requis. ►

► DES USINES DE 1 200 ÉTAGES

La construction d'une usine constitue en effet une «grosse affaire» pour laquelle il est indispensable de prévoir les débouchés sans aléas. Le premier coup de pioche n'est donné qu'une fois signés les engagements d'achat pour plusieurs années du matériau fissile. Ces considérations ne laissent guère de place à la fantaisie innovatrice. La méthode traditionnelle qui conserve, dans les installations actuellement en usage, une absolue exclusivité, est celle de la «diffusion gazeuse». Avant d'en exposer le principe, il faut rappeler les données du problème à résoudre.

Deux isotopes d'un élément donné constituent pour le chimiste une seule et même chose: avec le même nombre de protons dans leurs noyaux, donc le même nombre d'électrons, les deux atomes, chimiquement, se comportent de façon identique. Leurs poids ne sont pas identiques, puisque le noyau de l'un s'alourdit d'un surcroît de neutrons. Tout phénomène mettant cette différence à profit offrira en principe une solution pour la séparation. Mais l'uranium est de toutes façons un atome très lourd. Un écart de trois neutrons entre U-235 et U-238 n'équivaut guère qu'à une divergence de poids de 1,2%. C'est peu. Encore faut-il s'en servir. La diffusion gazeuse le permet.

Elle consiste à injecter sous pression un gaz — l'hexafluorure d'uranium UF_6 — à travers une barrière poreuse, percée de multiples trous microscopiques (quelques microns de diamètre). Ce filtre laisse préférentiellement passer les molécules les plus légères, celles contenant un atome d'uranium 235. Cette «préférence» est malheureusement très peu marquée, puisqu'elle s'exprime par la racine carrée du rapport des poids des molécules à séparer (soit 1,00429). Encore est-ce là le maximum théorique «idéale»...

Il s'ensuit que l'enrichissement obtenu après la première barrière reste extrêmement faible: pour atteindre seulement 3% d'isotope 235 dans le mélange, on doit répéter 1 200 fois l'opération à travers d'innombrables barrières successives montées en cascades. À chaque étage, il faut recompresser le gaz provenant de l'étage précédent, le refroidir et le mélanger à la fraction appauvrie issue de l'étage suivant.

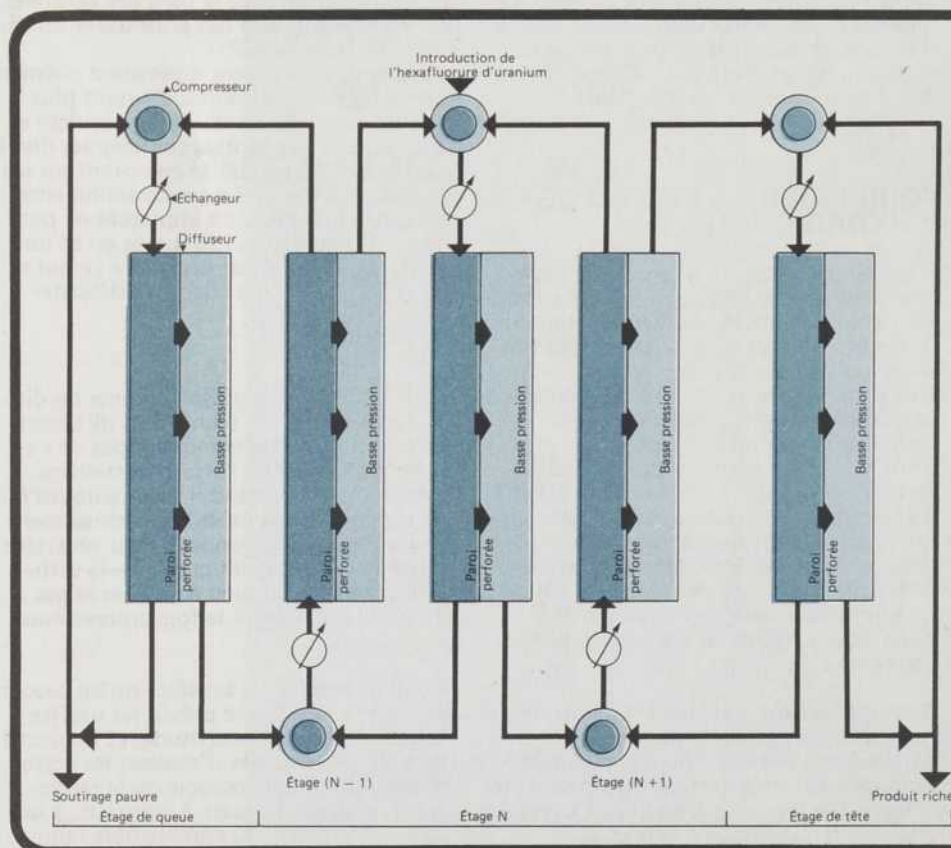
1 200 étages pour 3%, c'est déjà énorme. Or, les militaires exigent pour leur part de l'uranium enrichi à ... 90%! C'est donc par dizaines de milliers que se chiffrent les opérations requises, avec autant de groupes moteur-compresseur, d'échangeurs de chaleur, de valves, de pompes, etc..., des kilomètres de tuyaux. Comble de mal-

heur, l'hexafluorure d'uranium est un composé effroyablement corrosif, et les alliages capables de lui tenir tête ne courent pas les rues. Bref: des usines colossales, délirantes, à peine imaginables.

MERCI HIROSHIMA

Et pourtant elles fonctionnent... et constituent même la clef de voûte de notre sécurité. Du moins, on le prétend. Ces incroyables installations vont maintenant, par-dessus le marché, s'acquitter d'une mission plus prosaïque: contribuer à la satisfaction des besoins en électricité. On peut toutefois se demander si les nations auraient été capables d'accoucher de tels monstres dans la seule perspective du confort «propre, propre, propre» des citoyens. Merci Hiroshima...

Depuis ses origines, la méthode par diffusion gazeuse a sans nul doute bénéficié de perfectionnements substantiels, bien que l'étanchéité totale maintenue autour des procédés pour cause de secret militaire ait constamment interdit une fructueuse «diffusion» des idées. On s'accorde pourtant à penser que l'avenir n'apportera plus d'amélioration décisive: le libre échange des informations qu'il ne serait pas réaliste d'espérer à bref délai, malgré certaines ouvertures timides de la part des États-Unis, permettrait quelques confron-



Enrichissement de l'uranium en isotope 235

L'étage d'enrichissement élémentaire se compose de trois parties principales: le compresseur, qui ramène le gaz de la pression basse à la pression haute, l'échangeur de température, qui évacue la chaleur produite par la compression, le diffuseur proprement dit. Les étages peuvent être groupés entre eux de différentes manières. La plus simple est la cascade, unité de séparation où le flux non diffusé, appauvri, de l'étage N est renvoyé à l'étage N - 1 tandis que le flux diffusé enrichi est recomprimé et envoyé à l'étage N + 1. La cascade comprend donc une section d'enrichissement et une section d'appauvrissement dans lesquelles le flux à diffuser va en diminuant au fur et à mesure que la concentration en l'un des éléments augmente.

tations avantageuses, et la multiplication des usines aboutirait à l'abaissement du coût unitaire de certains équipements, mais le procédé pêche par ses limitations intrinsèques, très contraignantes. D'ailleurs une alternative attrayante est en vue: l'ultracentrifugation dont on ne doute plus guère qu'elle s'imposera comme le principe de la «seconde génération» des usines d'enrichissement.

Seul point commun avec la diffusion gazeuse: l'utilisation de l'hexafluorure, lequel subit cette fois une rotation dans un cylindre creux tournant à grande vitesse. Cette même force centrifuge qui vous plaque contre la portière gauche quand votre auto prend un peu brutalement un virage à droite et vice-versa, s'applique aux molécules de gaz et, d'avantage, aux plus lourdes, celles renfermant de l'uranium 238. Au voisinage de l'axe, le gaz va donc s'enrichir en isotope léger: l'uranium 235.

L'efficacité de la séparation, proportionnelle à la différence des poids moléculaires (et non plus à la racine carrée de leur rapport), s'avère beaucoup plus satisfaisante, augmentant avec la vitesse périphérique du cylindre. Elle ne souffre pas, en outre, d'une limite théorique impitoyable.

Enfin, la création d'un courant de convection (dit contre-courant) améliore encore

la séparation, en prolongeant la durée pendant laquelle chaque portion du gaz est soumise aux forces centrifuges.

DIX FOIS MOINS D'ÉLECTRICITÉ

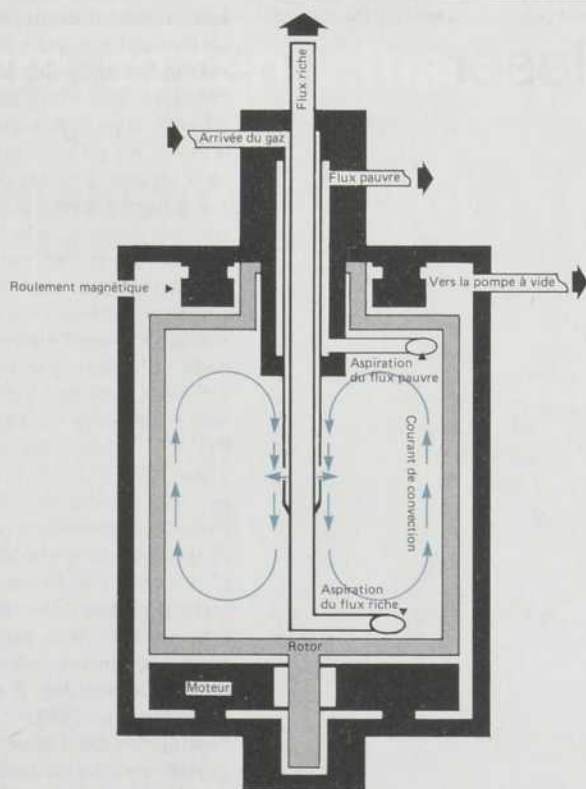
Tout ceci fait que, pour atteindre un taux d'enrichissement donné, si des «cascades» demeurent nécessaires (centrifugeuses montées en série, chacune traitant le gaz provenant de l'appareil précédent), c'est avec un nombre d'étages considérablement réduit. D'autre part, une usine faisant appel à ce procédé offre une grande souplesse par rapport aux fluctuations de la demande: les cascades s'accommodent fort bien, à chaque niveau, de l'adjonction en parallèle de centrifugeuses supplémentaires en vue d'un accroissement en volume de la production. Avec la diffusion, par contre, l'ensemble des cascades constitue une savante pyramide dont on ne modifie pas facilement l'équilibre. Terminons le chapitre des avantages avec le plus décisif de tous: le consommateur d'énergie. Pour une égale production d'uts, l'ultracentrifugation demande dix fois moins d'électricité que la diffusion gazeuse. L'atout paraît irrésistible.

Il ne l'est pas entièrement, car, adolescent prometteur, le procédé n'a pas encore administré la preuve de sa maturité industrielle. Cela ne saurait tarder. Mais per-

sonne n'est parfait... et la nouvelle méthode d'enrichissement présente d'autres points faibles que sa provisoire jeunesse, à commencer par son unique héritage du procédé de première génération: l'hexafluorure. Ce produit n'est pas plus indulgent à l'égard des centrifugeuses qu'envers les pompes ou filtres diffuseurs, et l'on doit fabriquer des appareils qui lui résistent. Mais les centrifugeuses sont d'autant plus avantageuses qu'elles tournent plus vite, donc qu'elles sont plus légères, hélas, légèreté et résistance à la corrosion ne font pas forcément bon ménage. Actuellement, on atteint néanmoins 100 000 tours par minute (vitesse périphérique correspondante: 500 mètres par seconde).

UNE ARMÉE DE CENTRIFUGEUSES

Il s'agit déjà d'un chiffre phénoménal. En voilà un autre plutôt gênant: une usine d'une capacité raisonnable (quelques millions d'uts) comportera des centaines de milliers de centrifugeuses. Car, si le procédé (très efficace) se prête à une réduction considérable du nombre d'étages dans les cascades, chaque appareil ne peut, par contre, traiter que des débits de gaz relativement faibles. On doit multiplier les appareils montés en parallèle. Le défi consiste donc à «mettre au pas» une



Carrousel pour molécules

Les molécules d'hexafluorure pénètrent dans la chambre du rotor par l'axe. Aussitôt, la force centrifuge repousse le gaz vers la paroi, les molécules lourdes précédant les molécules légères. Par contre, l'agitation thermique tend à redistribuer uniformément le gaz dans la chambre. Mais les molécules légères s'éloignent plus facilement de la périphérie à cause de leur vitesse thermique plus élevée. Ainsi, la séparation isotopique s'effectue à la suite du jeu de deux facteurs: la force centrifuge, qui favorise le déplacement des molécules lourdes vers la périphérie, et l'agitation thermique qui agit à contre-courant en ralentissant le mouvement des molécules légères vers la paroi. De plus, le courant de convection créé dans la chambre permet de recueillir les deux flux à la périphérie, où la pression est maximum.

► innombrable armée de centrifugeuses dotées d'une durée de vie acceptable, ce qui pose des problèmes de construction et, bien sûr, d'entretien. Et introduit une inconnue de taille: le coût unitaire. On peut espérer d'une fabrication en grande série une réduction significative des prix: mais de combien? Ce genre de prévision se révèle toujours très aléatoire, et il semble donc difficile d'extrapoler, à partir du stade d'installation-pilote, l'investissement que représentera une usine en «vraie grandeur».

On ignore tout autant l'ampleur des perfectionnements à attendre dans la conception des centrifugeuses: des caractéristiques mécaniques limitent à la fois la vitesse et la longueur des cylindres, alors que l'augmentation de ces facteurs améliore l'efficacité de séparation. Inévitable dilemme: vaut-il mieux améliorer les appareils, ou se lancer tout de suite, avec ceux dont on dispose, dans la construction d'une usine?

Le groupe URENCO, en inaugurant après mûre réflexion l'ère de la séparation par centrifugation, a opté pour une sorte de compromis: deux usines pilotes ont été mises en chantier (à Almelo aux Pays-Bas et Capenhurst, en Angleterre). Si tout se passe bien, elles devraient fournir 400 000 uts en 1977, pour s'acheminer graduellement vers les 4 millions d'uts, au fil des enseignements retirés de l'expérience.

Une récente déclaration de Mlle Dixy Lee Ray, présidente de l'Atomic Energy Commission des États-Unis, a donné à réfléchir aux Européens: «Les États-Unis sont en avance sur l'Europe pour ce qui est de la nouvelle technique d'enrichissement de l'uranium par ultracentrifugation. Notre technologie nous permettrait d'utiliser seulement (sic) des dizaines de milliers de centrifugeuses». Dix fois moins d'appareils donc. Ce serait en effet beaucoup mieux. À condition que Mlle Ray dise vrai.

GUERRE PSYCHOLOGIQUE

Première hypothèse: Mlle Ray dit la vérité. On doit en conclure que les techniciens américains ont mis au point des centrifugeuses dix fois plus efficaces que leurs «consoeurs» européennes. Peut-être des engins «supercritiques»: les cylindres tournant à très grande vitesse subissent d'énormes contraintes et se déforment. D'où la limite imposée par le compromis vitesse-résistance des matériaux, qui interdit en outre de faire des tubes dont la longueur dépasse 5 fois le diamètre. Les lois de la mécanique sont cependant ainsi faites que, si on réussit à dépasser certaines vitesses dites critiques, les contraintes disparaissent, autorisant des centrifugeuses beaucoup plus efficaces et dont la longueur n'est plus limitée par rapport au diamètre. Les Américains ont éventuellement réussi ce tour de force.

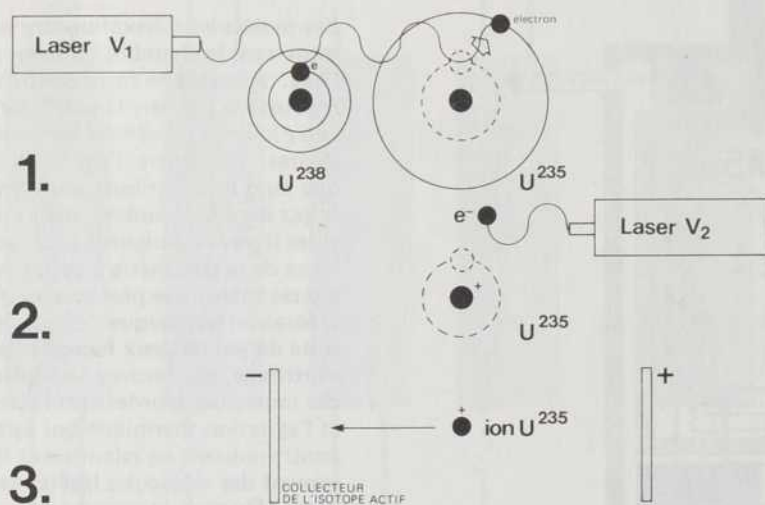
Seconde hypothèse: Mlle Lee ment effrontément, pour décourager les Européens de se couler dans une technologie prometteuse. Car l'importance de l'enjeu — l'enrichissement de l'uranium — incite de nombreux pays à utiliser les tactiques de la guerre psychologique.

Autre exemple: l'Afrique du Sud a annoncé, il y a environ deux ans, qu'elle disposait d'un tout nouveau moyen d'enrichissement, sans donner aucun indice de nature à l'identifier. On a eu depuis de très fortes raisons de soupçonner que ce «nouveau» procédé ressemble étrangement à une vieille idée allemande: du gaz UF_6 est envoyé à grande vitesse à travers une buse courbe. La différence de poids sépare le flux au niveau de la courbure, les molécules plus légères (l'isotope 235) étant moins déviées. Il ne s'agit que d'une sorte de variante de la centrifugation qui, n'en déplaise aux Sud-Africains, semble un peu passée de mode.

ENCORE LE LASER

Le dépôt, par deux chercheurs israéliens, l'année dernière, d'un brevet international pour une méthode d'enrichissement au moyen d'un laser relève-t-il également de cette tactique de l'esbroufe et de la guerre psychologique? Le procédé, sans aucun doute, est extrêmement séduisant, mais restera confiné, selon les avis les plus auto-

Séparation par laser



Les atomes d'uranium 235 et 238 ne retiennent pas leurs électrons avec la même énergie. Ces énergies différentes requises pour éloigner et arracher l'électron périphérique d'un atome d' U^{235} ou d' U^{238} correspondent exactement à celles de certaines radiations lumineuses. (On sait que le contenu énergétique de la lumière augmente à mesure que l'on passe du rouge au violet.) Or, un laser peut émettre une onde de couleur très pure, monochromatique, dont l'énergie est exactement celle qu'il faut, par exemple, pour entraîner un électron d' U^{235} sur une orbite supérieure sans exciter celui de l' U^{238} . Donc, dans une première étape, dite d'excitation, la lumière d'un premier laser pousse l'électron périphérique sur une orbite plus éloignée du noyau où, dans une seconde étape dite d'ionisation, le faisceau d'un autre laser vient arracher l'électron à l'atome. Puisque l'électron emporte une charge négative, l'atome acquiert un excédent de charge positive; il devient un ion. L'atome ionisé d' U^{235} peut alors subir l'influence d'un champ électrique qui l'attire vers un collecteur et le sépare de l' U^{238} .

USIS



◀ UN MAGASIN D'URANIUM — Dans une usine de la General Electric, en Caroline du Nord, un ingénieur vérifie un stock de grappes d'uranium enrichi pour centrale nucléaire. Les centrales américaines doivent être alimentées en combustible nucléaire enrichi tandis que les centrales canadiennes, de type Candu, fonctionnent à l'uranium naturel. Le rendement des centrales Candu est extrêmement satisfaisant et l'uranium enrichi au Québec, éventuellement, le serait exclusivement pour l'exportation. Par contre, si la technologie de l'ultracentrifugation parvient à s'imposer d'ici un an ou deux, il y a très peu de chances que des usines d'enrichissement de l'uranium soient jamais construites au Québec.

risés, au moins quinze ans au stade du laboratoire, et il ne constitue pas dans son principe une nouveauté. C'est pourquoi les méchantes langues suggèrent que l'État hébreu a voulu simplement ainsi avertir qui-de-droit: «Nous avons la bombe atomique: attention!»

Quoiqu'il en soit, la troisième génération des usines d'enrichissement sera très probablement basée sur cette technique qui consiste à exciter sélectivement, au moyen d'un laser à colorant rigoureusement monochromatique, les atomes de l'isotope 235 dans un flux d'uranium. Les atomes ainsi excités sont ensuite ionisés par un second laser, et les ions récoltés par un champ électrique. La séparation est presque parfaite du premier coup, la consommation d'énergie (on n'en fournit qu'aux seuls atomes 235) atteint à peine 1% de celle requise par la diffusion gazeuse. Le procédé, contrairement à tous les autres, se prête à la construction de petites unités produisant de l'uranium fissile presque pur.

Il y a plus de trente ans que certains isotopes du mercure sont ainsi séparés par irradiation sélective exploitant la légère différence entre les emplacements des raies spectroscopiques des divers isotopes d'un même élément. Avec l'uranium, ce déplacement de raie est si minime qu'il a fallu attendre les lasers, seules sources lumineuses dont on peut obtenir un monochromatisme assez parfait pour une excitation spécifique de l'un des isotopes, joint à une puissance convenable. Outre Israël, les États-Unis s'intéressent énormément à la question: Exxon et Avco ont créé une filiale commune qui s'y consacre. L'Atomic Energy Commission, enfin, a demandé cette année sous ce chapitre dix millions de dollars de crédit au lieu d'un million l'an passé. Pas de doute: cette méthode a le vent en poupe. Reste à la sortir des limbes, ce qui suppose la résolution de très nombreuses difficultés.

La promesse est à la mesure de l'effort: la fin des «monstres», et le combustible fissile à la portée de tous. Avec cet inquiétant revers à la médaille: la bombe atomique également à la portée de tous. ●

Mesure de l'enrichissement

Pour obtenir un poids P d'uranium enrichi à une teneur donnée, il faut un poids Q d'uranium naturel, dont le coût par kilogramme est n .

On démontre que la dépense totale est $Qn + Ee$ où e est le prix de vente du kilogramme de cet uranium enrichi, et E une grandeur abstraite, homogène à une masse, qui dépend évidemment de P , et du taux d'enrichissement réalisé, mais aussi du taux d'appauvrissement de l'uranium après traitement, c'est-à-dire de la quantité d'uranium fissile rejetée.

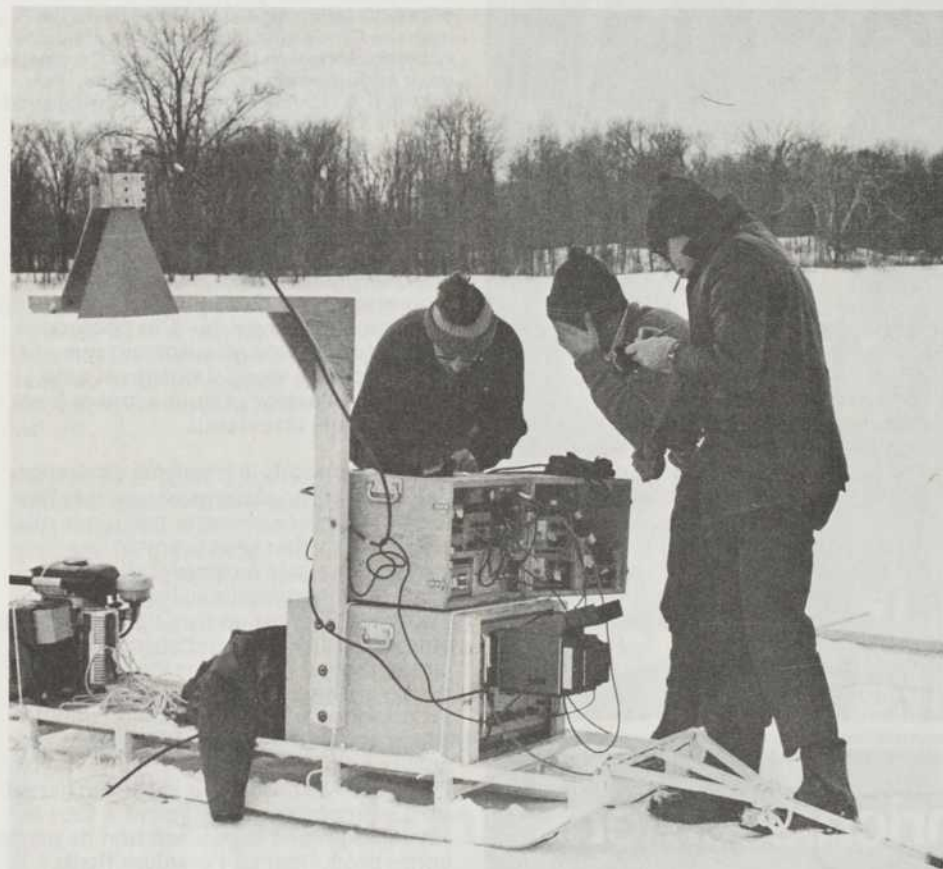
E s'exprime communément en «uts» (kilogrammes-unités de travail en séparation). De cette façon, on peut chiffrer —et donc facturer— le réel travail de séparation, indépendamment des quantités d'uranium naturel traitées. Au client de choisir entre la fourniture d'une forte quantité d'uranium naturel dont il ne demande qu'un faible épu-

sement, ou une petite quantité avec un taux de rejet très bas.

La conjoncture du moment dictera un compromis: par exemple, si l'uranium naturel devient très coûteux, on investira davantage sur la séparation, en abaissant le taux de rejet. Actuellement, ces taux de rejet tournent autour de 0,3 ou 0,4%, c'est-à-dire qu'on trouve plus économique d'abandonner la moitié de l'isotope fissile que de pousser sur le travail de séparation (lequel se complique à mesure que le métal s'appauvrit).

Le coût moyen de l'uts vendu par l'Atomic Energy Commission des États-Unis s'établit en ce moment aux alentours de 40 dollars.

LES TÉLÉGLACEMÈTRES



Communications Canada

Cela peut sembler incroyable, mais il n'existe pas encore d'appareil aéroporté capable de mesurer rapidement l'épaisseur de la glace. Du moins, telle était la situation jusqu'à tout dernièrement. En effet, les hydrauliciens ne seront bientôt plus obligés de forer trou après trou pour connaître le manteau gelé des rivières, des lacs et des banquises arctiques. Un pays comme le Canada a absolument besoin de ces renseignements. Par exemple, la connaissance à une journée près du début et de la fin de la saison de navigation sur la Voie maritime du Saint-Laurent signifierait des économies de plusieurs millions de dollars.

Au moins deux équipes se sont penchées sur la question. La première à parler de résultats a été une équipe de l'Université de Toronto, dirigée par le Pr Keigo Iizuka. En février, ce groupe a annoncé qu'il avait construit un radar très complexe capable de mesurer jusqu'à quatre mètres de glace. Leur appareil détermine l'épaisseur de la glace en calculant la différence des rayons de courbure d'une première partie de

l'onde, réfléchi par la surface gelée, et d'une deuxième partie, réfléchi par l'interface glace-eau. Le principe est analogue au phénomène observé lorsqu'on lance un caillou à l'eau. S'il tombe près, le rayon de courbure des ondes qui nous parviennent est grand. Par contre, plus le caillou tombe loin, plus le rayon de courbure des ondes est petit. Avec le radar de Toronto, l'onde revêt la forme d'une puissante impulsion de 100 mégawatts émise par 64 antennes à cornet fixées le long d'un support. Malgré cette puissance, l'appareil doit être suspendu à seulement trois mètres de la glace pour qu'il y ait suffisamment d'énergie réfléchi par le fond du champ de glace.

Par ailleurs, au tout début de mai, des ingénieurs du Centre de recherches sur les communications (CRC) du ministère des Communications, à Ottawa, présentaient leur « téléglaciomètre ». Il s'agit d'un radar beaucoup plus modeste de la taille d'un téléviseur. Les essais menés sur le fleuve Saint-Laurent démontrent qu'il peut même mesurer une couverture de glace de

◀ CORNET — Le téléglaciomètre du CRC réussit ses premiers essais sur les glaces de la rivière Outaouais, l'hiver dernier. La petite antenne à cornet surplombe la surface gelée, tout juste à côté du traîneau.

12 à 46 centimètres. Un seul cornet émet une impulsion radar qui voyage à travers la glace d'eau douce à la vitesse de 18,5 centimètres par nanoseconde (milliardième de seconde). Grâce à une électronique extrêmement rapide, un écran affiche le décalage entre le signal réfléchi par la surface gelée et la partie réfléchi par l'interface glace-eau. Compact, ce glaciomètre peut être embarqué aussi bien à bord d'un traîneau que d'un hélicoptère ou d'un DC-3.

À long terme, les téléglaciomètres pourront être utilisés pour mesurer l'épaisseur des glaces marines, la teneur en humidité du sol, déceler les zones de pergélisol, déterminer l'épaisseur de la neige, étudier la structure interne des icebergs, détecter les hauts-fonds des cours d'eau douce et même, la hauteur du couvert des forêts. En un mot, il faudra parler d'un véritable appareil à sonder l'épiderme terrestre. ●

LE TON MONTE DANS L'ESPACE

Vers la fin de l'année prochaine, le Canada espère mettre sur orbite son cinquième satellite fabriqué au pays, le satellite expérimental de télécommunications STT. Cette plate-forme spatiale n'aura qu'une vie brève de deux ans, mais elle permettra d'expérimenter plusieurs composants essentiels des satellites de communications de demain.

En effet, les satellites de communications actuels, dont le couple Anik de Télésat Canada, dépendent largement de stations terrestres immobiles. Ces intermédiaires sont nécessaires pour amplifier le signal que l'on envoie ou que l'on reçoit du satellite. Les récepteurs individuels de radio ou de télévision ne peuvent en aucun cas être directement branchés sur les satellites sans passer par ces répéteurs installés sur le plancher des vaches. Ainsi, malgré tous leurs titres de gloire les télécommunications par satellites demeurent une affaire bien terre à terre. Les deux satellites Anik ne seraient rien sans les 35 stations fixes principales, construites à travers le Canada.

Le STT du ministère des Communications, à Ottawa, marquera une première étape importante dans l'affranchissement des communications spatiales vis-à-vis l'énorme dispositif terrestre dont elles dépendent. Pour capter le signal du satellite expérimental canadien, il faudra encore recourir à des antennes, mais elles pourront être beaucoup plus petites. Par exemple, il suffira d'une antenne «portative» d'un mètre de diamètre pour établir une liaison téléphonique et pour capter (seulement) les émissions radiophoniques. La téléphonie bilatérale et la réception (seulement) des signaux de télévision nécessiteront une antenne de 2,4 mètres. Présentement, il faut déployer une soucoupe de dix mètres pour capter les programmes de télévision retransmis par le réseau Télésat.

De telles petites surfaces d'antennes suffiront parce que le satellite expérimental rayonnera un signal plus puissant et plus concentré. L'émission en sera assurée par la plus puissante lampe à vide jamais mise en orbite. Il s'agit d'un tube à ondes progressives (TOP) révolutionnaire mis au point par la Nasa. Le TOP de l'Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace, qui collabore avec le ministère canadien au projet STT, dirigera vers la

terre un faisceau de 200 watts avec un rendement de 50 pour cent. On mesure le progrès que cela représente en comparant avec la puissance de 6 watts et le rendement de 30 pour cent des émetteurs Anik. Le rendement représente un grand intérêt puisque la lampe doit tirer son énergie de cellules solaires exposées à des conditions extrêmes.

La puissance du STT le place à elle seule en avant de tout ce qui existe, mais ce n'est pas tout. L'utilisation d'une bande de 12 à 14 gigahertz (GHz), comprise dans la bande des super-hautes fréquences (SHF) qui s'étend de 3 à 30 GHz, permet de concentrer l'émission en un faisceau exceptionnellement mince. De plus, comme ces fréquences ne risquent plus de brouiller les liaisons micro-ondes d'usage courant situées entre 4 et 6 GHz, les antennes réceptrices pourront être installées en plein centre-ville. Dans le cas d'Anik, qui émet dans la bande usuelle des micro-ondes, il a fallu éloigner considérablement de Toronto et de Vancouver les deux principales stations de Télésat, afin de diminuer les risques de brouillage.

Déjà en 1962, le premier satellite de télécommunications digne de ce nom, Telstar, possédait un tube à ondes progressives, mais sa puissance ne dépassait pas 2,5 watts. Le TOP constitue une sorte de revanche de la lampe à vide, détrônée par le transistor. Que ce soit dans une lampe à vide ou dans un transistor, l'amplification se produit parce que le signal d'entrée module un flot d'électrons dont le nombre relativement grand déclenche un signal de sortie identique, mais beaucoup plus puissant. Dans une lampe ordinaire, les électrons sont accélérés par des champs électriques générés par des pièces fixes, par exemple, distantes d'un millimètre. Or, avec les SHF, même cette faible distance que les électrons mettent seulement 0,1 nanoseconde (milliardième de seconde) à parcourir constitue un délai trop long pour parvenir à amplifier des ondes qui varient au rythme de 10 milliards de cycles par seconde (10 gigahertz). Le TOP, lui, parvient à amplifier ces signaux extrêmement rapides à l'aide d'un champ magnétique qui progresse à la même vitesse que les électrons, d'où son nom de tube à ondes progressives. De plus, le TOP permet d'amplifier des bandes de fréquences très larges, pouvant comprendre des dizaines de canaux de télévision, et cela

tout en conservant une grande efficacité et une grande robustesse. Déjà, il a démontré qu'il pouvait subir sans dommage les secousses du lancement. Bref, sans TOP, il n'y aurait probablement pas de satellites de communications.

Pourtant, le STT ne se contentera pas d'effectuer le baptême de l'espace du TOP de la Nasa. La plate-forme du ministère des Communications servira aussi de banc d'essai pour un nouveau système de stabilisation sur trois axes, de fabrication canadienne, et des panneaux solaires déployables et légers de conception américaine.

Le système de stabilisation constitue en lui seul un défi de taille puisque, contrairement aux satellites Anik, le STT ne tournera pas sur lui-même. Ce tournoieusement a jusqu'ici toujours été de règle sur les satellites pour diminuer les tensions induites par le rayonnement solaire intense, d'un côté, et le froid absolu, de l'autre. Premier satellite non rotatif, le STT soumettra ses éléments à des conditions extrêmes. En particulier, les deux antennes SHF, fabriquées par RCA Ltée, dans ses laboratoires de Montréal, seront sujettes à de grandes variations de température. C'est pourquoi l'usine RCA de Sainte-Anne-de-Bellevue a fait entrer des plastiques spéciaux dans la fabrication des grâces qui protégeront les délicats mécanismes d'orientation des antennes.

Mais c'est le petit géant aérospatial canadien, la compagnie Spar Aerospace de Toronto, qui a la mission de construire le système de stabilisation du STT. Avec l'aide de minuscules jets d'hydrazine, Spar compte maintenir l'engin de 330 kilogrammes pointé vers le Canada avec une précision de 0,2 degrés en tangage et roulis et de 1 degré en lacet. Le tangage et le roulis doivent être réduits au minimum parce que le premier entraînerait des déplacements du faisceau selon l'horizontale et le second le ferait remonter trop au nord ou descendre trop au sud. Le lacet est moins critique puisque le satellite tourne alors sur lui-même, tout en continuant à viser le même endroit. La moindre variation dans la direction du rayonnement peut entraîner des écarts considérables car le satellite se trouve sur orbite synchrone, à 37 000 kilomètres au-dessus d'un point fixe du Canada, légèrement à l'ouest de Calgary. ▶

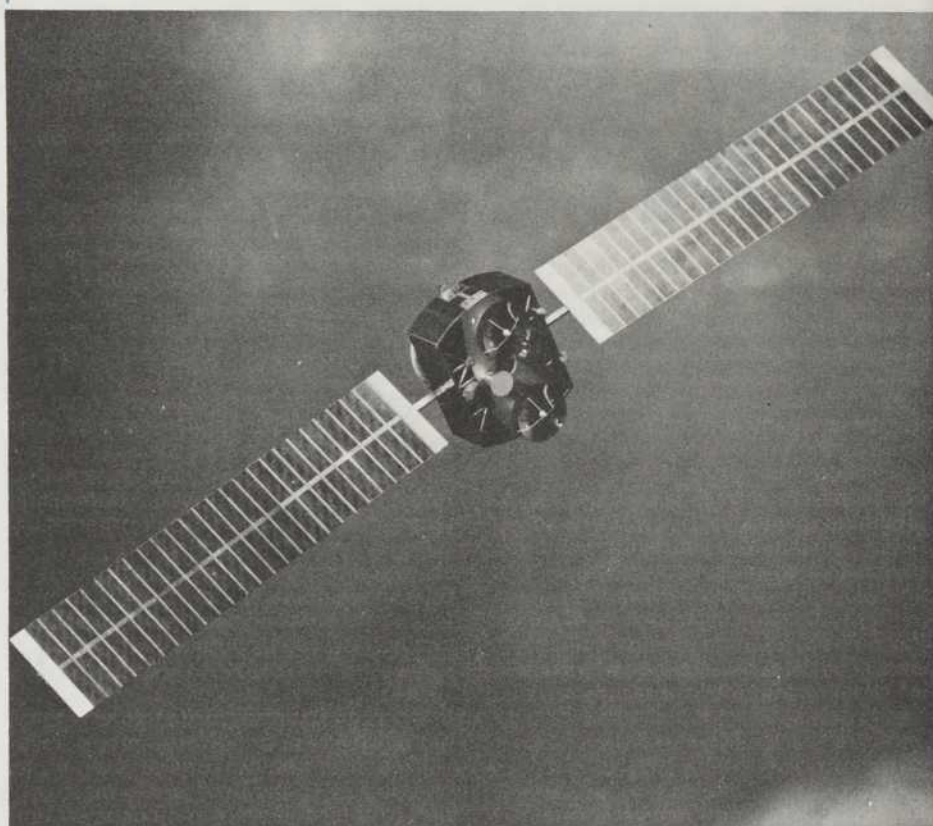
Plusieurs autres composants, en plus du TOP et des panneaux solaires de six mètres de longueur, seront soumis aux contraintes de l'espace dans le cadre des ententes du ministère des Communications avec la Nasa et avec l'Organisation européenne de recherches spatiales (OERS). Cette dernière organisation doit fournir au maître d'œuvre du projet, le Centre de recherches de Shirley Bay du ministère des Communications, un amplificateur à tube à ondes progressives (ATOP) de 20 watts, un amplificateur paramétrique (autre type d'amplificateur pour SHF) et, peut-être, des cellules solaires.

Les participations américaines et européennes font du STT un autre satellite de coopération internationale comme ce fut le cas avec les satellites scientifiques Alouette et Isis. Néanmoins, le STT demeure un satellite authentiquement canadien de par sa construction canadienne. Les laboratoires RCA de Montréal, qu'un expert français a déjà qualifiés de plus canadiens que bien des industries à propriété canadienne, s'occupent de la fabrication de plusieurs composants électroniques et de l'intégration électronique du satellite. De son côté, Spar construit la structure, réalise l'intégration mécanique de tous les éléments et s'occupe de tout le matériel de soutien au sol.

Lorsqu'il sera lancé par une fusée américaine, au Cap Kennedy, le satellite expérimental STT aura coûté environ 50 millions de dollars, selon le Dr John Chapman, sous-ministre adjoint à la recherche au ministère des Communications. Sa vie ne doit pas dépasser deux ans, et cela même si sa mise sur orbite est parfaitement réussie. Tout de même, cela sera suffisant pour choisir les composants de la prochaine génération de satellites de télécommunications. Une fois ceux-ci en place, ils pourront non seulement apporter aux nombreuses communautés isolées du Canada (dont plusieurs chantiers de construction de pipelines) les avantages du téléphone, de la radio et de la télévision, mais aussi toutes les possibilités de la révolution des communications, telles que le téléenseignement, la télétransmission des données et la télémedecine. ●

1. AILES DÉPLOYÉES — Une fois sur orbite, le satellite expérimental STT aura une envergure totale de 14 mètres. Ce sera le premier satellite non rotatif.

2. CHAMBRE ANAÉCHOÏQUE — Dans une chambre spéciale dont les murs absorbent les ondes, ce qui permet de simuler l'isolement dans lequel se trouvera le satellite une fois en orbite, un technicien ajuste l'antenne TPT du satellite STT. Cette petite antenne assure la réception des signaux de télémétrie, de poursuite et de télécommande du satellite.



MINISTÈRE DES COMMUNICATIONS DU CANADA



REV
Le gou-
tion de
tion des
laisse et
pouvoir
ou doit
que de
ministre
l'Environ-
alors qu'
Mois de
Le Dev
Pour les
biologie
cette am-
sont dis-
deux mo-
aux so-
argent, l'
apprend
complir
grandes
hiérarch
encore c
Au mo-
majeurs
des ann-
domest-
eul de c
mondial
dépend
rain d'a
internat
e, 15-3
Les hom-
plus d'un
sont six
congesti-
meurs, a
des aute
que l'on
de fumer
brales...
D'après
M. Raym
système
millions
1980. D
que peu
n'a pas t
tard, les
tière fin
faul les
ce soit en
La Pres

REVUE DE PRESSE

«Le gouvernement du Québec a l'intention de continuer son travail de **protection des espaces verts** de la région montréalaise et si la possibilité se présentait de pouvoir le faire dans le cas du parc Viau, où doit être construit le Village olympique de 1976, ce sera fait», a déclaré le ministre des Affaires municipales et de l'Environnement, le Dr Victor Goldbloom, alors qu'il présidait à l'inauguration du Mois de l'Environnement à Montréal. (*Le Devoir*, 6-5-74)

Pour les quelque **trois cents finissants** en biologie dans les universités du Québec cette année, au plus **cinquante emplois** sont disponibles. Telle est la situation en deux mots: d'une part, les jeunes croient aux sciences de la nature, investissent leur argent, leur temps et leur jeunesse pour apprendre; d'autre part, le travail à accomplir est immense et le besoin social grandissant. Mais quelque part dans la hiérarchie politique, quelqu'un n'a pas encore compris... (*Le Jour*, 1-5-74)

Au moins **trois projets pétrochimiques** majeurs sont prévus pour les six prochaines années au Canada. Mais le marché domestique ne pourra pas supporter qu'un seul de ces développements à dimension mondiale. Le succès des deux autres dépendra de la décision du Congrès américain d'amender la loi sur le commerce international, l'été prochain. (*The Gazette*, 15-3-74)

Les hommes d'âge moyen qui fument plus d'un paquet de cigarettes par jour sont six fois plus sujets à être victimes de congestions cérébrales que les non-fumeurs, affirment les chercheurs... L'un des auteurs de l'étude a cependant déclaré que l'on ignorait de quelle manière le fait de fumer favorisait les congestions cérébrales... (*La Presse*, 29-4-74)

D'après le ministre des Transports, M. Raymond Mailloux, l'implantation du **système métrique** coûtera quelque **7,5 millions** de dollars à son ministère, d'ici 1980. D'aucuns trouvent le chiffre quelque peu exagéré. Selon eux, le ministre n'a pas tenu compte du fait que, tôt ou tard, les panneaux de signalisation routière finissent par se détériorer et qu'il faut les remplacer périodiquement, que ce soit en milles ou en kilomètres. (*La Presse*, 24-4-74)

Des **chercheurs britanniques** ont découvert que les bébés «respiraient» dans le sein de leur mère. Ils ont aussi observé que les fœtus humains peuvent également sourire, soupiner, tousser et avoir le hoquet. Ils les soupçonnent même de bailler et de crier. Cette découverte implique cependant plus que la simple curiosité. Elle rend les médecins aptes à détecter plus tôt qu'auparavant si un bébé est oui ou non en détresse dans le sein maternel. Ainsi pourra-t-on éviter dans l'avenir, bien des morts-nés et des bris cérébraux tragiques. (*The Ottawa Journal*, 26-3-74)

«Le gouvernement ontarien étudie actuellement le moyen d'**encourager l'entreprise privée** à chercher et à développer de nouvelles réserves d'uranium», a déclaré le ministre ontarien de l'Énergie, M. Darcy McKeough, lors d'un symposium international sur les ressources non renouvelables du Canada. «Mais les provinces se sentent toujours frustrées par le caractère inapproprié des politiques fédérales à ce sujet», a-t-il poursuivi. (*The Globe and Mail*, 27-3-74)

Un parc fédéral commence d'abord par procéder à une éradication complète de toute culture locale vivante (donc dangereuse). Bernier remarquait très justement: «Aussi paradoxal que cela puisse paraître, le parc Forillon, qui doit mettre l'accent sur les deux thèmes majeurs de la préservation et de la conservation, a débuté son existence par une destruction systématique de presque tout ce que la main de l'homme a construit et érigé sur ce territoire». (*Le Jour*, 1-5-74)

Plusieurs **animaux** des fermes situées près des mines d'amiante, dans la région de Thetford Mines, sont atteints d'**amiantose**. C'est le député du comté de Frontenac à l'Assemblée nationale, le Dr Henri Lecours, qui a fait cette étonnante révélation. Jusqu'à présent, on savait que plusieurs ouvriers qui travaillent dans les mines d'amiante souffrent de cette maladie industrielle; mais chez les animaux, le phénomène est très récent. (*Le Soleil*, 26-4-74)

En vous lavant trop, vous abîmez le revêtement cutané de la peau. Et je vous assure que si les gens se lavaient simplement tous les deux jours, ils seraient parfaitement propres. (Dr Robert Aron-Brenière) (*L'Express*, 24-3-74)

Même si les **aspects culturel et éducationnel** ne doivent pas être négligés pour autant, c'est la coopération technique et scientifique qui milite le plus en faveur de la consolidation et de l'expansion de toute forme de coopération entre la France et le Québec. (*Le Soleil*, 23-4-74)

La liste des alternatives au **gazoduc** de la vallée du Mackenzie remise au Bureau national de l'Énergie, comprend 7 000 pages et ressemble fort à une œuvre posthume de Jules Verne. Elle préconise entre autres des solutions telles que le transport du gaz par sous-marin, par avion spécial trois fois plus gros que tout objet volant actuel, par monorail, ainsi qu'à l'état cryogénique. (*The Globe and Mail*, 22-3-74)

L'Association des biologistes du Québec préconise que l'**exploitation de l'île d'Anticosti** soit axée sur la récréation et la conservation du milieu. Au plan écologique, l'association rappelle que trois espèces de plantes sont uniques à Anticosti, qu'il y existe des aigles à tête blanche, des truites de mer, du saumon (une des cinq meilleures rivières à saumon au monde), des orignaux et, surtout, des cerfs de Virginie. (*Le Soleil*, 17-4-74)

Aussi curieux que cela puisse paraître, les **avions transsoniques** de demain auront presque l'allure d'une paire de ciseaux lorsqu'ils franchiront le mur du son avec leur voilure oblique. L'idée de l'avion-ciseaux, déjà étudiée dès 1946, revient maintenant sous les feux de l'actualité depuis que la NASA et la compagnie Boeing ont montré que cette configuration inattendue offre des avantages inégalés pour les vitesses comprises entre mach 0,8 et mach 1,4. (*Le Devoir*, 30-4-74)

Selon le Dr Ludovic Ouellet, du département de Chimie de l'université Laval, il est extrêmement dangereux de bâtir les **structures scientifiques du Québec** autour des priorités du ministère fédéral d'État aux sciences et à la technologie. La responsabilité de bâtir le Québec revient aux Québécois qui ont à choisir leurs priorités. Le milieu scientifique québécois est suffisamment qualifié pour mener à terme la recherche et le développement. Il suffit d'y mettre les gros sous. (*Le Soleil*, 11-05-74)

POUR EN LIRE PLUS

RECHERCHES AMÉRINDIENNES AU QUÉBEC



périodique publié par la Société de recherches amérindiennes, C.P. 123, succ. «G», Montréal, H2W 2M9, \$3.50

Les scientifiques face aux moyens de communication ne ressemblent-ils pas à l'albatros, ce grand oiseau marin qui peut à peine marcher? Autant ils sont à l'aise dans leur monde, autant presque ils s'avèrent inaptes à capter l'intérêt du public et, parfois, celui de leurs pairs. Pourtant, la maîtrise des diverses techniques d'enregistrement et d'expression leur permettrait non seulement de pouvoir échanger, mais encore, leur ferait voir des facettes souvent cachées de leur science. Les physiciens l'ont bien compris: ils font un usage systématique de la photographie.

Le numéro 5 du troisième volume de la revue *Recherches amérindiennes au Québec* veut faire le point sur la question et montrer aux spécialistes des sciences humaines en particulier, que le recours aux techniques modernes de communication peut leur être franchement bénéfique, sans pour autant sacrifier au veau d'or que peut représenter pour certains l'usage de l'audio-visuel.

Les gens de la Société de recherches amérindiennes le savent, eux, qui se préoccupent tout autant de recherche que de communication, qui veulent faire sortir le préhistorien de la «schizophrénie». Comme le dit Laurent Girouard dans son introduction à ce numéro entièrement consacré à la communication audio-visuelle en archéologie (qui pourrait être étendu à bien d'autres domaines d'ailleurs): «C'est entre faire et dire que se situent les réflexions qui vont suivre: le préhistorien face à son objet d'étude, puis devant ses auditoires. Comprendre et être compris.»

DERNIERS CAHIERS DU GROUPE D'ÉTUDE SUR LA TÉLÉINFORMATIQUE AU CANADA

Groupe d'étude sur la téléinformatique au Canada, collection «Études», nos 5 et 6; 65 et 43 pages, \$3.25, nos 7, 8, 9 et 10; 25, 56, 25 et 11 pages, \$3.25
Information Canada, 171 rue Slater, Ottawa

La suite de ces cahiers (voir QUÉBEC SCIENCE, avril 1974) constitue un autre apport intéressant du Groupe d'étude sur la téléinformatique au Canada.

«Choix politiques qui s'offrent au Canada en matière de téléinformatique» (cahier no 5) expose les résultats d'une étude sur les conséquences que pourraient avoir certaines politiques hypothétiques du gouvernement canadien concernant l'organisation de la téléinformatique et le contrôle des banques d'informations en service au pays. L'importance de ces politiques, face aux trop fortes importations de services des États-Unis, y est abordée.

«Nos options stratégiques» (cahier no 6) concerne le développement du secteur informatique canadien. Il traite des vues personnelles des auteurs sur les objectifs souhaitables, la quantification des objectifs, leur importance relative et de l'intérêt respectif de deux ou trois stratégies possibles.

«Enquête du Canadian Datasystems» (cahier no 7) porte sur la possibilité de permettre aux sociétés exploitantes, telles Bell Canada et CN-CP, d'offrir des services informatiques à leurs clients... Le but de ce rapport est de déterminer quels sont ou seront les utilisateurs de ces services.

«Analyse du secteur informatique canadien» (cahier no 8) traite de la participation du gouvernement canadien dans le secteur de la téléinformatique, et de faire connaître l'opinion des utilisateurs présents et éventuels, de matériels et de services informatiques.

«La place de l'informatique dans l'entreprise canadienne» (cahier no 9) divulgue les résultats d'un sondage, effectué auprès des membres de la Chambre de commerce du Canada, sur le recours au traitement électronique de l'information. L'utilisation des services informatiques dans l'entreprise canadienne, la façon d'utiliser ces services, leurs domaines d'application les plus fréquents, les incidences des ordinateurs sur les affaires, et le rôle connexe qui incombe aux gouvernements, sont autant de points qui y sont traités en détails.

«La place de l'informatique dans l'industrie pétrolière à Calgary» (cahier no 10) porte sur les problèmes liés à des domaines particuliers du secteur informatique. Ce dernier document est le fruit d'une étude sommaire des activités informatiques dans les entreprises de prospection pétrolière.



GÉOSCIENCE CANADA

Une nouvelle revue de l'Association géologique du Canada qui paraît 4 fois l'an et dont l'objectif principal est de publier des articles d'intérêt général sur les Sciences de la Terre, dans un contexte canadien.

La revue discute des rapports existant entre les Sciences de la Terre et la société; on y trouve des critiques d'ouvrages ainsi qu'une page pédagogique. En général les articles sont rédigés en anglais.

Si vous n'êtes pas membre de l'A.G.C., vous pouvez obtenir le périodique à raison d'un abonnement de \$10.00 par année ou \$3.00 par exemplaire.

Toute personne intéressée peut s'adresser à

G.A.C. Publications
111 Peter St.
TORONTO, Ont.

POUR QUE LA FORÊT RESTE VERTE

pour que
la forêt
reste verte



par Wladimir Smirnoff, Centre de recherches forestières des Laurentides, 47 pages. Gratuit

S'il est un reproche que —souvent avec raison d'ailleurs— on a pu adresser aux scientifiques, c'est de ne pas vulgariser suffisamment leurs travaux.

Publiés dans des revues parfois quasiment confidentielles et écrits dans un jargon des plus ésotériques pour le profane, bien des travaux de grande valeur seraient passés inaperçus du public s'il ne s'était trouvé des journalistes scientifiques pour en parler. Dans le livre du Dr Smirnoff rien de tout cela. Avec beaucoup de simplicité et dans des mots de tous les jours, l'auteur relate, sous la forme d'une nouvelle, l'histoire d'une découverte que lui et ses collaborateurs ont mené à terme après des années d'un travail acharné tant sur le terrain qu'en laboratoire. Il s'agit de l'utilisation d'une enzyme (la chitinase) qui, combinée à une bactérie (*Bacillus thuringiensis*), sauvera probablement demain des milliers d'hectares de la forêt québécoise infectés par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (voir QUÉBEC SCIENCE, vol. 12, no 1).

Cette brochure, «Pour que la forêt reste verte», constitue un numéro spécial de la revue Milieu publiée par le Centre de recherches forestières des Laurentides, à l'occasion du 75^{ième} anniversaire du Service canadien des forêts. S'il se lit comme un véritable roman, ce texte n'en constitue pas moins une excellente introduction à un nouveau type de lutte contre les éléments nuisibles de notre environnement: la lutte biologique intégrée.

On peut se la procurer gratuitement en écrivant au:

Service d'Information
Centre de recherches forestières des Laurentides
Ministère de l'Environnement
1080, chemin du Vallon, C.P. 3800
Sainte-Foy, Québec G1V 4C7
a/s J.P. Drapeau

LE COMPORTEMENT ANIMAL ET HUMAIN

Konrad Lorenz

Trois essais sur
le comportement
animal et humain



par Konrad Lorenz, coll. «Points», Éditions du Seuil, 1974, 204 pages, \$2.25

et

ÉVOLUTION ET MODIFICATION DU COMPORTEMENT

PETITE BIBLIOTHÈQUE PAYOT

KONRAD LORENZ

ÉVOLUTION
ET
MODIFICATION
DU
COMPORTEMENT

Traduit et corrigé



par Konrad Lorenz, Petite bibliothèque Payot, 1974, 149 pages, \$3

En vente dans les librairies

Il est toujours intéressant de signaler la parution d'ouvrages classiques dans des collections de poche. Ainsi, par ces deux rééditions, Le Seuil et Payot mettent à la disposition du plus grand nombre les travaux de Konrad Lorenz, prix Nobel de médecine 1973, cet impressionnant bonhomme qui a su tirer parti scientifique de ses expériences du monde animal.

Le premier à fixer les méthodes de l'éthologie et à donner à cette dernière son premier contenu de science positive, Konrad Lorenz en expose les principales acquisitions, soulignant la continuité des sociétés animales et humaines et, sans se départir de sa rigueur scientifique, montrant les prolongements philosophiques de ses études sur l'instinct.

Bien des gens ont déjà vu les spectaculaires photo-reportages montrant Lorenz en compagnie de ses oies. Avec la parution de ces deux livres, ils peuvent aller plus loin et comprendre.

LA MAISON TRADITIONNELLE AU QUÉBEC

par Michel Lessard et Gilles Vilandré, Les Éditions de l'homme, 1974, 493 pages, \$10

En vente dans les librairies et kiosques à journaux

La restauration de nos maisons traditionnelles résulte d'une étroite collaboration entre artisans, propriétaires, spécialistes et amateurs d'architecture domestique.

Cet ouvrage recèle une foule de données intéressantes sur l'histoire de la construction domiciliaire depuis les premiers jours de la colonisation.

Il est difficile de ne pas s'intéresser à ces vieilles maisons d'une architecture et d'une beauté simples et fonctionnelles.

Soumis à des conditions climatiques rigoureuses, nos ancêtres ont dû adapter les modes de construction de leur pays d'origine. Ainsi, la maison de Bretagne ou de Normandie a été transplantée au Québec, mais non sans modifications.

L'île d'Orléans, ou la côte de Beaupré, sont riches en exemples de maisons adaptées, au fil des ans, aux rigoureux hivers de la Nouvelle France.

«La Maison traditionnelle au Québec» est un ouvrage passionnant où se côtoient des exemples de restaurations très réussies et d'autres malheureusement beaucoup moins. L'exactitude et la précision des détails architecturaux y cotoient un attachement communicatif à l'histoire vécue.

L'hospitalité québécoise ne date pas d'hier. La maison québécoise était conçue le plus simplement possible et dès le pas de la porte franchi, le visiteur était accueilli dans la grande salle commune. La chaleur humaine permettait aux colons d'oublier la froideur des longs hivers...

Reconstituer le contexte physique de nos ancêtres, c'est posséder notre passé. Presqu'intuitivement, ce livre vous fera redécouvrir les gestes quotidiens des premiers Québécois. Gestes adaptés à l'équipement de l'époque, aux outils et aux circonstances. On les répète machinalement et on commence à mieux comprendre le sens des vieilles habitudes.

Un merveilleux livre sur l'histoire des Québécois.

ECHEC & MATHS

PROBLÈME NUMÉRO 33

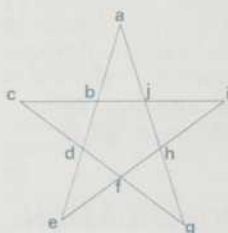
PATIENCE HINDOUE

Ce mois-ci, je vous propose un jeu de patience qui se pratique dans le Sud-Est de l'Inde: le lam-turkey.

Sur un diagramme en forme d'étoile ayant 10 intersections, on pose 9 pions. Supposons que l'on ait 3 intersections adjacentes en ligne droite telles que les 2 premières soient recouvertes par un pion et que la 3ème ne le soit pas.

On peut alors faire sauter le premier pion par-dessus le second et le poser sur l'intersection vide, puis enlever le second pion.

Le but de ce jeu consiste à enlever tous les pions sauf un.



SOLUTION DU PROBLEME 32

La solution du problème du mois dernier ainsi que celle du problème 33 seront publiées dans le prochain numéro de QUÉBEC SCIENCE.

A NOTRE PROCHAIN SOMMAIRE

Les mammifères du Saint-Laurent: les bébés phoques sont sûrement les plus connus. Mais le Golfe du Saint-Laurent abrite toute une faune bien souvent originale et trop souvent ignorée.

L'énergie solaire: solution alléchante qu'on ne doit malheureusement pas considérer comme une panacée.

La météo de demain: là-bas, la sécheresse mortelle; ici, le froid coûteux. Partout, le mauvais temps. Sommes-nous en train de vivre une modification majeure du climat mondial?

Les moulins à vent: lorsque le soleil se fait rare, le vent pourrait peut-être le remplacer comme source énergétique de rechange, en particulier au Grand Nord.

ENFIN 12

Le prochain volume de QUÉBEC SCIENCE comprendra douze (12) numéros et paraîtra en août 1974. Avant d'être happés par la spirale inflationniste, nous vous proposons de vous réabonner, quelle que soit la date d'échéance de votre abonnement, ou de vous abonner pour le nombre d'années que vous le désirerez sur la même base tarifaire que cette année (étudiant: \$0.35/numéro; régulier: \$0.50/numéro), soit:

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

☐ ABONNEMENT ☐ RÉABONNEMENT

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

NOM _____

PRÉNOM _____

CODE POSTAL _____

VILLE _____

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

LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE

Case postale 250

Sillery, Québec

G1T 2R1

* Tarifs en vigueur jusqu'au premier octobre 1974.

IL VOUS EN MANQUE ?

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

☐ Vol. 12, no 1

☐ Vol. 12, no 2

☐ Vol. 12, no 3

☐ Vol. 12, no 4

☐ Vol. 12, no 5

☐ Vol. 12, no 6

☐ Vol. 12, no 7

☐ Vol. 12, no 8

☐ Vol. 12, no 9

NOM _____

ADRESSE _____

CODE POSTAL _____

VILLE _____

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

LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE

Case postale 250

Sillery, Québec

G1T 2R1

IL VOUS EN MANQUE ?

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

Vol. 12, no 1 / septembre 1973

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



Vol. 12, no 6 / février 1974

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

Vol. 12, no 2 / octobre 1973

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



Vol. 12, no 7 / mars 1974

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

Vol. 12, no 3 / novembre 1973

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



Vol. 12, no 8 / avril 1974

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

Vol. 12, no 4 / décembre 1973

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



Vol. 12, no 9 / mai 1974

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

Vol. 12, no 5 / janvier 1974

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



BON DE COMMANDE EN PAGE 50.

l'eau lourde et l'électricité

Le Canada est devenu le plus grand producteur d'eau lourde du monde. L'usine d'eau lourde de Bruce, construite en bordure du lac Huron près de Kincardine en Ontario, a été mise en service au début de 1973. Cette usine a une capacité de 800 tonnes par an. Il y a également une usine à Point Tupper en Nouvelle-Écosse qui produit 400 tonnes d'eau lourde par an. Une autre usine d'eau lourde dont la capacité sera de 400 tonnes par an est actuellement reconstruite à Glace Bay en Nouvelle-Écosse. Elle entrera en service en 1975. Enfin, une usine d'eau lourde doit être construite à Gentilly au Québec.

L'isotope lourd de l'hydrogène que l'on appelle deutérium se trouve dans toutes les eaux naturelles à une concentration d'environ 148 parties par million. Quand de l'eau légère chauffée entre en contact avec un gaz chaud (hydrogène sulfuré), le deutérium quitte l'eau légère et pénètre dans le gaz. Quand l'eau légère et le gaz sont froids, le deutérium sort du gaz pour aller dans l'eau. En répétant ces échanges eau-gaz dans une série d'immenses tours chaudes et froi-



Usine d'eau lourde de Bruce

des on obtient un concentré ayant une teneur en protoxyde de deutérium (eau lourde) d'environ 20%. Une section de finissage permet d'obtenir une eau lourde (D_2O) ayant la pureté voulue. Pour cette purification finale on a recours à la distillation en tirant parti du point d'ébullition de l'eau lourde qui est un peu plus élevé que celui de l'eau légère.

Dans les réacteurs des centrales nucléaires l'eau lourde employée comme modérateur ralentit les neutrons libérés par la fission des atomes d'uranium. Les neutrons ainsi ralentis provoquent la fission d'autres atomes d'uranium ce qui entretient une réaction en chaîne. C'est alors que le combustible nucléaire fournit continuellement la chaleur requise pour produire la vapeur qui fera tourner le turbo-alternateur.

L'eau lourde, le plus efficace des modérateurs, permet d'employer l'uranium naturel comme combustible donc utiliser l'une de ses grandes forces pour produire de l'électricité à un coût dans ses centrales CANDU.

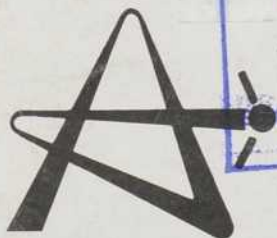


BIBLIOTHEQUE NATIONALE QUEBEC
BUREAU DÉPÔT LEGAL 71
1700 RUE ST DENIS 101977
MONTREAL H2X 3K6

REÇU LE

4 JUIN 1974

LIOTHEQUE NATIONALE
DU QUEBEC



L'Énergie Atomique du Canada, Limitée

Siège social: 275, rue Slater, Ottawa, K1A 0S4

Bureau de Montréal: 1550, boulevard de Maisonneuve