

9

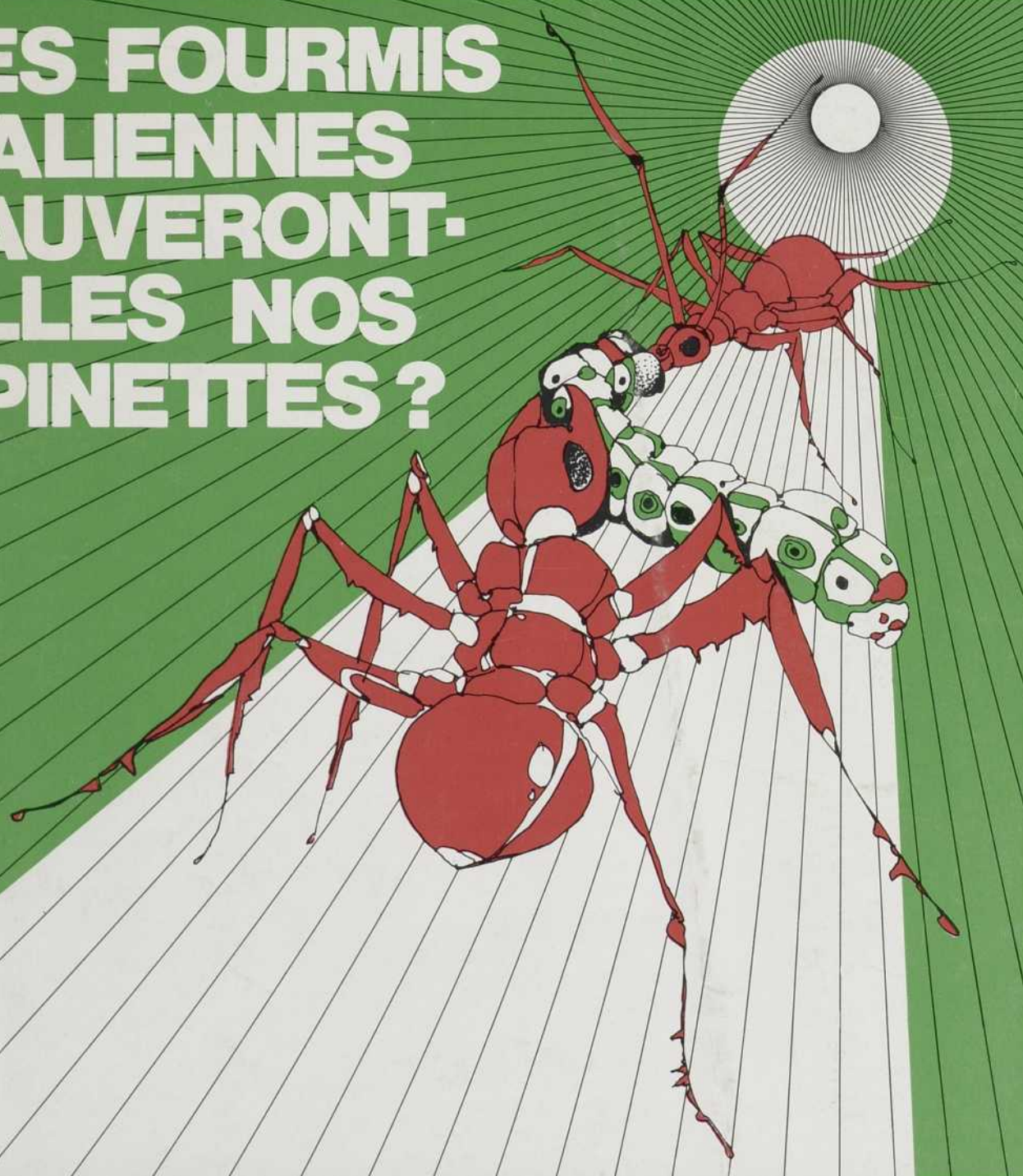
# québec science

OÙ VA LA CHIMIE?



UNE PUBLICATION DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC / VOL. 11 / NO 4 / JANVIER 1973 / \$0.50

## LES FOURMIS ITALIENNES SAUVERONT- ELLES NOS ÉPINETTES?



inter en coule  
du Québec.  
er de ma par  
SCIENCE  
m tant de SC  
papier nous ind  
de la person  
une carte de  
Alé et un  
les frais de post



*Avez-vous des critiques ou des suggestions à formuler? Voulez-vous nous faire part de vos commentaires sur la revue? Dans de cas, une seule adresse: « Vous dites? », QUÉBEC SCIENCE, Case postale 250, Sillery, Québec 6.*

*Les sciences de la Terre*

#### **UNE OCCUPATION FASCINANTE**

En percevant l'immensité et la complexité du territoire québécois, qu'il s'agisse de géologie, de géomorphologie ou de pédologie, on ne peut que s'inquiéter de l'ampleur des découvertes et des reconnaissances à effectuer. Et pourtant, les sciences de la Terre ne semblent pas rencontrer la faveur des dilettantes en ce domaine. Existe-t-il quelques amateurs qui vont sur le terrain observer les affleurements rocheux, la dynamique d'un rivage, le profil d'un sol, afin d'en consigner les fruits d'une recherche originale?

Ce texte se veut un exemple des multiples possibilités qu'offrent à un naturaliste l'étude du relief et du sol pendant ses moments de loisirs ou au cours de ses voyages. Sans aucun doute, il faut posséder un minimum de savoir pour faire beaucoup plus qu'une collection de minéraux ou de fossiles et avouons-le, cet entraînement est aride. D'autre part, un équipement de terrain et de laboratoire est requis, en même temps qu'un bon assortiment de cartes.

En outre, le chercheur solitaire peut fort bien prendre l'initiative de scruter le sol québécois; mais à quoi serviront ses analyses s'il ne peut en faire profiter personne? C'est pourquoi, l'expérience tentée personnellement depuis 10 ans, m'incite à proposer le regroupement des amateurs de géologie en un cercle d'échanges et d'études.

Plusieurs éléments peuvent aider l'amateur à apprendre les rudiments des sciences de la Terre. Mentionnons, entre autres, la lecture de manuels d'initiation et de revues pertinentes,

la consultation des rapports géologiques et pédologiques des gouvernements provincial et fédéral. On peut aussi suivre des cours généraux en tant qu'auditeur libre dans les CEGEP et les Universités, et, mieux encore, se joindre à des clubs-science, des cercles de naturalistes, etc. Visiter des expos-science, participer à des congrès ou effectuer un stage dans un centre de recherche constituent d'excellentes occasions de rencontrer des gens compétents dans le domaine.

L'équipement requis pour le laboratoire n'est pas tellement considérable et demande surtout des cartes géologiques, une certaine provision d'acide chlorhydrique, une loupe, un marteau, etc. Pour les excursions dans la nature, il faudra inscrire dans un carnet spécial vos observations sur les sites visités (notes et photos) et interpréter la forme du relief (esker, dune). Les observations peuvent porter sur un lieu spécifique (relevé d'affleurement rocheux, cartographie de terrasses marines, végétation et sol, etc.). On peut également entreprendre l'analyse d'un ensemble géographique et y étudier, par exemple, le transport des matériaux sur les rivages de longs cours d'eau ou l'altération du calcaire dans une région.

Mais ce sont là des projets d'envergure. Les recherches deviendront bien plus passionnantes et complètes si vous parvenez à former un cercle d'amateurs des sciences de la Terre. En plus d'aider à approfondir les connaissances de chacun de ses membres, l'existence d'un tel cercle permettra de concevoir et de réaliser des projets collectifs et d'initier d'autres personnes à ce loisir scientifique.

Espérant par mon témoignage susciter la formation de plus nombreux clubs d'amateurs de science de la Terre au Québec, j'invite toute personne désireuse d'en savoir plus long à communiquer avec moi.

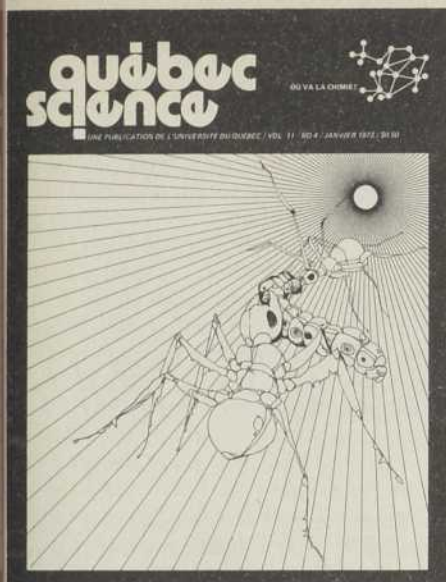
**Michèle de L.-Allaire**  
Rue des Érables  
Philipsburg  
Comté Missisquoi (Québec)



Université du Québec

Québec Science

2875, boulevard Laurier, Ste-Foy, Québec 10  
Tél.: (418) 657-2426



Dessin d'artiste illustrant deux fourmis italiennes en train de s'attaquer à une larve.

## SOMMAIRE

- 2 Vous dites?**  
*La parole aux lecteurs.*
- 4 DES FOURMIS ITALIENNES,**  
par Jean-Marc Fleury  
*Comment les fourmis italiennes peuvent contrer les ravages des insectes sur les conifères du Québec.*
- 9 LA CHIMIE EST MORTE... VIVE LA CHIMIE!**  
un dossier de Fabien Gruhier  
● **VIVE LA CHIMIE!**  
*La désaffection des étudiants pour la chimie et les découvertes de l'Université de Sherbrooke.*  
● **LA CHIMIE A PERDU SA RAISON D'ÊTRE,**  
*Une interview avec le Dr Gerhard Herzberg, prix Nobel de chimie 1971.*
- 17 Les plantes PREMIÈRES VICTIMES DE LA POLLUTION,**  
par Solange L. Czerniecki  
*Les plantes constituent un excellent détecteur de la pollution de l'air.*
- 19 L'expérience du mois: ET  $\pi$  APRÈS? ,** par Michel Boudoux  
 *$\pi$ , un nombre incalculable.*
- 21 Échec et Maths,** par Claude Boucher  
*Un jeu amusant et instructif.*
- 22 Apollo LE 17ÈME ET DERNIER DU NOM,**  
par Michel Gauquelin  
*Les retombées du programme Apollo.*
- 26 DES BOEUFs MUSQUÉS POUR LES ESQUIMAUX,**  
par Solange L. Czerniecki  
*L'implantation possible de boeufs musqués dans le Nord québécois.*
- 31 Flash,** par Jean-Marc Fleury  
*L'actualité scientifique à la portée de tous.*
- 34 Voulez-vous lire?**  
*Les lectures que nous vous proposons.*

### Photos:

P. 7, 8, P. Benoit. P. 17, 18, Marc Pellissier. P. 22, NASA. P. 26, ONF.  
P. 27, Musée national du Canada.

QUÉBEC SCIENCE, magazine d'information scientifique est publié 10 fois l'an par l'Université du Québec en collaboration avec le ministère de l'Éducation.

Les articles de QUÉBEC SCIENCE sont indexés dans PERIODEX (Index analytique de périodiques de langue française, Centrale des bibliothèques, Ministère de l'Éducation du Québec) et dans RADAR (Répertoire analytique d'articles de revues du Québec, Bibliothèque nationale du Québec, Ministère des affaires culturelles).

Tout écrit reproduit dans le magazine n'engage que la responsabilité du signataire.

**Directeur et rédacteur en chef:** Jean-Marc Gagnon,  
**Adjointe à la rédaction:** Solange L. Czerniecki,  
**Responsable de la promotion et de la publicité:** Daniel Choquette, **Secrétaire à la rédaction:** Patricia Larouche, **Secrétaire à la diffusion:** Françoise Ferland, **Réalisation graphique:** couthuran et amis, Québec, **Impression:** l'éclaireur Itée, Beauceville, Québec, **Diffusion dans les kiosques:** les messageries dynamiques inc.

**Comité de rédaction:** Michel Boudoux, Daniel Choquette, Christian Coutlée, Jean-Marc Fleury, Jean-Marc Gagnon, Solange Lapierre-Czerniecki, Pierre Sormany, Yanick Villedieu.

### Abonnements

Un an (10 numéros)

Étudiants: \$2.50

Adultes: \$3.50 (Canada), \$4 (étranger), \$10 (soutien)

Vente à l'unité: \$0.50

### Correspondance

Adresser toute correspondance à: QUÉBEC SCIENCE, Case Postale 250, Sillery, Québec G.  
Téléphone: Québec (418) 657-2435.

### Membres du comité d'orientation

Claude Arseneau, Association des jeunes scientifiques

Armand Bastien, coordonnateur de chimie-physique, Commission des écoles catholiques de Montréal

André Beaudoin, Éducation et affaires étudiantes, ministère de l'Éducation

Paul Bélec, professeur, Centre de recherches urbaines et régionales (INRS), Université du Québec

Louis Berlinguet, vice-président à la recherche, Université du Québec

Roger Blais, professeur de physique, CEGEP de Sainte-Foy

Claude Boucher, professeur de mathématiques, Université de Sherbrooke

Maurice Brossard, vice-recteur à l'enseignement et à la recherche, Université du Québec à Montréal

Yvan Chassé, professeur, Département de physique, Université Laval

Pierre Dansereau, directeur, centre de recherche écologique de Montréal (CREM)

Jacques Desnoyers, professeur de chimie, Université de Sherbrooke

Guy Dufresne, directeur des projets spéciaux, Consolidated Bathurst

Pierre Dumas, chercheur, Société Radio-Canada

André Fournier, responsable de l'enseignement des sciences au secondaire, ministère de l'Éducation

Serge Fradette, étudiant, Université de Montréal

Jean-Claude Gauthier, étudiant, Collège Bourget, Rigaud

Gordin Kaplan, professeur de biologie, Université d'Ottawa

Paul Laurent, Service d'information, relations publiques, Hydro-Québec

Guy Rocher, professeur de sociologie, Université de Montréal

Jacques Sicotte, étudiant, CEGEP Bois de Boulogne

Guy Simard, étudiant, CEGEP du Vieux-Montréal

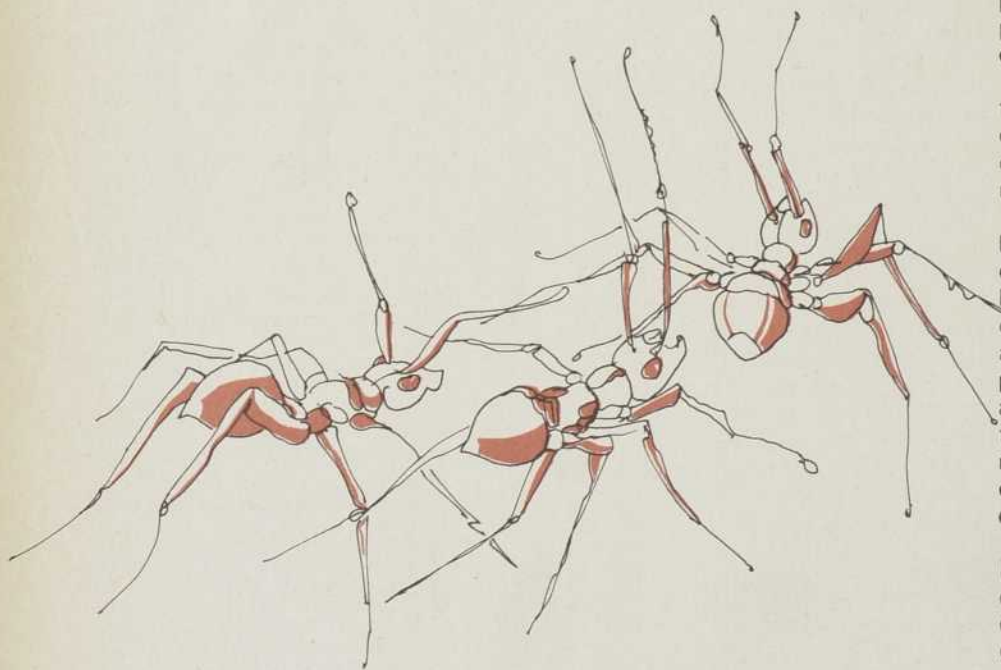
© TOUS DROITS RÉSERVÉS 1973 - Université du Québec - Dépôt légal Bibliothèque nationale du Québec et Bibliothèque nationale du Canada, premier trimestre 1973 - Imprimé au Canada.  
Courrier de deuxième classe, enregistrement no 1052  
PORT DE RETOUR GARANTI  
Québec Science, C.P. 250, Sillery, Québec G.

# Mieux que les insecticides des fourmis italiennes

par Jean-Marc Fleury

À la suite de l'interdiction de l'usage du DDT dans de nombreux pays et à cause des dangers que représentent les insecticides pour l'environnement, de nombreux chercheurs orientent désormais leurs travaux vers l'utilisation du procédé le plus « naturel » qui soit: la lutte biologique.

Notre rédacteur Jean-Marc Fleury explique pourquoi et comment les fourmis italiennes peuvent contrer les ravages effectués par la « tordeuse de bourgeon » et la « mouche à scie » aux conifères du Québec. Pourquoi des « fourmis italiennes »? Parce que les québécoises aiment trop le dessert...



«Oui, les fourmis «italiennes» ont très bien passé l'hiver. Je suis très satisfait. Mais je ne voudrais pas le dire trop fort par crainte de susciter de faux espoirs.»

C'est M. Raymond Finnegan qui parle. Sa profession? Myrmécologue, c'est-à-dire spécialiste des fourmis. Il travaille au Centre de recherches forestières des Laurentides du Ministère canadien de l'environnement à Québec.

Il y a un peu plus d'un an, il accueillait à Québec un million de féroces fourmis italiennes du groupe *Formica rufa*. Un projet vieux de six ans se réalisait enfin: il saurait si les fourmis européennes, utilisées là-bas pour détruire les insectes nuisibles, pouvaient s'adapter au climat québécois.

Après la quarantaine d'usage, elles furent installées près de Valcartier, à quelques milles de Québec. Ensuite, on n'avait plus qu'à attendre. Passeraient-elles l'hiver?

Elles l'ont très bien passé. Malgré le stress du déménagement et les raids des oiseaux et des fourmis indigènes, M. Finnegan constatait avec joie, en octobre dernier, qu'il y avait encore au moins autant de fourmis qu'au départ. La reproduction s'est maintenue à un rythme élevé. Sur le site d'implantation se dressent maintenant un gros nid de cinq pieds (1,5 m) de diamètre, deux de grosseur moyenne et trois ou quatre petits nids satellites.

La principale question, quant à l'utilisation des fourmis européennes, était de savoir si elles s'adapteraient en sol québécois; la partie semble donc gagnée.

Il se peut alors que l'on dispose bientôt d'un mode de lutte biologique sûr, permanent et économique, qui se chargera tout seul des insectes indésirables comme la mouche à scie (*Tenthredo*) et la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

**L'échec des insecticides** ○ Sa principale exportation étant le papier, le Québec ne peut tolérer la présence des ennemis des conifères. Même si la mouche à scie, par exemple, se trouve actuellement au creux de son cycle épidémique (qui s'étale sur 10 ou 11 ans), il faut prévoir dès maintenant que la prochaine épidémie se produira d'ici quatre ou cinq ans.

La méthode traditionnelle de destruction des insectes nuisibles des forêts consiste à répandre par avion pour des millions de dollars des insecticides sur les arbres. Ceux-ci s'avèrent très efficaces à court terme: ils peuvent éliminer jusqu'à 99 pour cent d'une espèce d'insecte nuisible. Par contre, ils tuent parfois plus efficacement encore les parasites des insectes nuisibles et augmentent ainsi les risques de déséquilibre biologique. De plus, ils demeurent souvent de façon permanente dans l'environnement.

Aujourd'hui, presque tout le monde admet qu'il faut à tout prix respecter la Nature. La mode voudrait même qu'on la laisse complètement à elle-même.

C'est ainsi, par exemple, que les épidémies de «tordeuses» se produisent au moment où les populations de sapins et d'épinettes atteignent un nombre tel qu'elles risqueraient de dominer toutes les autres espèces. Les conifères laissés à eux-mêmes accaparaient une trop grande part de nos forêts. Si ce n'était des coupes de bois effectuées par les «compagnies», la tordeuse jouerait donc un rôle important pour contrer cet envahissement. Aujourd'hui, les compagnies jouent le rôle régulateur de la tordeuse; on peut donc se passer de cet insecte. Quant à la mouche à scie, on n'a pu encore lui trouver un rôle utile.

Pour sa part, M. Finnegan estime que la Nature ne souhaite sûrement pas d'épidémies. «Une épidémie survient lorsque la Nature perd tout contrôle sur l'un de ses enfants. Cela, elle ne le veut pas et l'homme se doit d'intervenir. Par contre, on se ruinerait si l'on cherchait aussi à détruire la mouche à scie jusqu'au dernier individu», ajoute M. Finnegan.

Pour combattre les épidémies d'insectes, on utilise maintenant une approche appelée «lutte intégrée». Elle consiste à voir le problème dans son ensemble et à faire jouer plusieurs atouts à la fois. Cette façon de faire s'est imposée après l'échec des insecticides. Ces derniers permettaient de ne laisser subsister que quelques spécimens d'insectes nuisibles, juste assez pour en épingler dans les laboratoires. Mais de nouvelles souches d'insectes, résistantes au DDT se sont développées.

Aujourd'hui, on admet qu'il y aura toujours une certaine population d'insectes nuisibles. Pour les maintenir à un niveau inoffensif, on continue de

faire appel aux insecticides, mais en les utilisant de concert avec la sylviculture et les modes de lutte biologique. La sylviculture, de son côté, nous apprend qu'il est préférable de ne pas concentrer trop d'arbres de la même espèce au même endroit. Quant aux modes de lutte biologiques, ils consistent à utiliser les innombrables facettes de la nature elle-même pour l'aider à lutter contre les épidémies. Il pourrait s'agir, par exemple, de multiplier artificiellement un virus provoquant une maladie fatale chez l'insecte indésirable. Cette approche est étudiée, entre autres, par le groupe de M. Smirnoff au Centre de recherches forestières des Laurentides.

**La lutte biologique** ○ Le mode de lutte biologique dont il est particulièrement question dans cet article consiste à encourager un prédateur, la fourmi, qui se nourrit des insectes nuisibles. Il compte trois principaux avantages.

D'abord, il est permanent. Une fois les prédateurs établis dans un endroit, ils y demeurent pour une période indéfinie qui peut même se mesurer en siècles. De plus, si le nombre d'insectes nuisibles atteint des proportions épidémiques, le nombre de prédateurs augmente automatiquement. S'il diminue, il décroît aussi.

Ensuite la lutte biologique est sûre parce qu'elle pose un minimum de dangers à l'environnement. Elle ne cache pas d'effets secondaires comme les insecticides, par exemple, qui ne veulent plus disparaître.

Troisièmement, elle est économique. Elle se perpétue d'elle-même et ne requiert que peu ou pas de surveillance.

Les fourmis constituent sans doute les prédateurs les plus parfaits parmi les arthropodes\*. Elles chassent jour et nuit et cela pratiquement six mois par année. Au contraire d'une couleuvre qui ne chasse que pour elle-même et s'endort pour digérer sa proie, la fourmi ouvrière ne dort jamais et ne s'engorge pas de nourriture pour elle-même, mais pour les milliers de larves insatiables «clouées au nid».

De plus, leur aire de chasse ne se limite pas au niveau du sol, comme c'est le cas des mammifères insectivores (la taupe, par exemple). Elles grimpent jusqu'à la cime des arbres et en parcourant toutes les branches pour les nettoyer de tous les insectes.

**Fourmis demandées** ○ Les recherches préalables indiquaient que pour être efficace dans les forêts du Québec, la fourmi devait satisfaire à plusieurs exigences bien précises. D'abord, une taille relativement grande. Cette qualité

s'avère primordiale lorsque la proie est hérissée de poils, bien en place et elle-même de taille non négligeable. Par exemple, la fourmi désirée devait être capable de s'emparer des larves de mouches à scie, sur les aiguilles de conifères, d'immobiliser rapidement une mouche à scie adulte émergeant de son cocon enfoui sous les brindilles ou encore d'attaquer la chenille derrière sa toile de fils de soie.

Ensuite, cette fourmi devait former des colonies de plusieurs nids, chacun comportant le plus grand nombre possible d'individus. Ces colonies pourraient ainsi consommer de grandes quantités d'insectes.

En conséquence, il fallait que les nids comportent plusieurs reines afin d'augmenter leurs chances de survie une fois transplantés en forêt. Au cas où le nid ne compterait qu'une seule reine, la disparition de celle-ci entraînerait inévitablement la perte de milliers de prédateurs utiles.

Par ailleurs, bien que les colonies de pucerons entretenues par les fourmis ne causent normalement pas de sérieux dommages aux conifères, il paraissait préférable d'utiliser une fourmi n'ayant pas succombé au «vice des pucerons». Ce «vice» se retrouve chez presque toutes les espèces de fourmis: elles «élèvent» des colonies entières de pucerons dont elles adorent les sécrétions sucrées. En plus de les élever et de les alimenter à l'intérieur du nid, elles vont aussi entretenir tous les pucerons des arbres environnants. Comme ceux-ci se nourrissent du suc des feuilles, les feuillus des environs peuvent être endommagés, mais de façon bénigne par comparaison avec les ravages des insectes nuisibles.

Enfin, cette fourmi devait pouvoir s'acclimater à la température et à l'humidité, survivre à la compétition des autres insectes, s'étudier facilement en laboratoire, faire preuve d'agressivité et enfin pouvoir être facilement implantée dans nos forêts.

**Les fourmis québécoises préfèrent le dessert** ○ Mais, pensez-vous, qu'est-ce qui retenait nos bonnes vieilles fourmis québécoises de se porter candidates?

Plusieurs choses. D'abord, elles sont paresseuses. De plus, elles se livrent à un vice capital: les pucerons. Au lieu de combattre d'autres insectes, même à l'état de larves sans défense, elles entretiennent des colonies de pucerons.

Pendant des années, l'équipe de M. Finnegan a cherché en vain une espèce de fourmi québécoise qui ne se nourrissait pas exclusivement de dessert et s'attaquerait aux larves des tordeuses de bourgeon et des mouches à scie.

Pourtant le Québec compte environ 80 espèces connues, mais aucune ne fut jugée de taille à relever le défi.

Nos *Formica ponerinae*, *Myrmicinae* et *Dolichoderinae* (37 espèces) sont trop petites, ne construisent que de petits nids, ne font preuve d'aucune agressivité envers les insectes et, enfin, chaque nid ne contient qu'une seule reine.

L'une d'entre elles, la *Myrmica americana* construit un nid qui doit être alimenté par une masse biologique considérable. (On l'a même vue en laboratoire s'attaquer à des larves) Mais elle ne s'établit que sur les sites sablonneux, chauds et secs.

Quant aux 43 autres espèces, *Brachymyrmex*, *Paratrechina*, *Lasius* et *Acanthomyops*, elles s'avèrent également trop petites et leurs nids, de trop faible dimension. Dans un article publié par *The Canadian Entomologist*, l'année dernière, M. Finnegan les qualifie même de «timides». Encore plus que les autres, elles s'occupent presque exclusivement de pucerons sur les feuilles des arbres et s'attaquent rarement à un insecte, même mourant.

Seuls les groupes *Camponotus* et *Formica* comptent des espèces dotées de l'agressivité désirable. Elles sont en général de taille relativement grande; leurs nids comprennent jusqu'à 25 000 individus. Elles possèdent de vastes territoires de chasse sur lesquels elles luttent contre la plupart des insectes nuisibles. Par contre, presque toutes ces espèces n'ont qu'une reine et la perte de celle-ci entraînerait la fin de tout le nid. Ceci rend leur transplantation dans les forêts beaucoup trop risquée.

Une espèce du Québec, la *Formica fusca*, compte bien 20 à 30 reines par nid, mais elle passe le plus clair de son temps à se nourrir de pucerons: sa timidité l'empêche de chasser. Elle s'y résigne lorsqu'elle est réduite en esclavage par une espèce plus agressive comme la *Formica sanguinea*.

Mais où alors trouver des fourmis de grande taille, agressives, «polymonarchiques», avec un fort penchant pour les insectes et vivant dans des fourmilières surpeuplées?

**Les fourmis rouges des bois** ○ C'est en Europe qu'il fallait chercher.

Depuis une centaine d'années, on y étudie le rôle des fourmis comme agents de contrôle des ennemis des arbres. À l'université de Pavia, en Italie, le professeur Pavan semblait obtenir d'excellents résultats avec une fourmi rouge des bois du groupe *Formica rufa* de l'espèce *Formica lugubris*. M. Finnegan obtint la permission d'aller étudier sur place pendant un an aux côtés du professeur Pavan. Là, il put tout à loisir observer les remarquables qualités de la *Formica lugubris*.

On dénombre plusieurs milliers d'espèces de fourmis dans le monde, mais un groupe de ces espèces représente un intérêt particulier pour l'ingénieur forestier. Ce sont les «fourmis rouges des Bois». La *Formica lugubris* en fait partie.

M. Finnegan put constater que la *Formica lugubris* était d'une taille suffisante (0,3 pouce ou 0,8 cm de longueur en moyenne). Dans les Alpes, où on la trouve, elle construit des nids qui atteignent six pieds (1,8 m) de hauteur et dix pieds (3 m) de largeur. Un seul nid peut contenir plusieurs millions d'individus. En général, les nids sont réunis en de véritables colonies et entretiennent des relations amicales entre eux. Contrairement à plusieurs de nos fourmis qui s'enfouissent dans le sol, elles construisent leurs nids presque complètement au-dessus du sol. Des aiguilles de conifères, des brindilles, des écailles de cônes

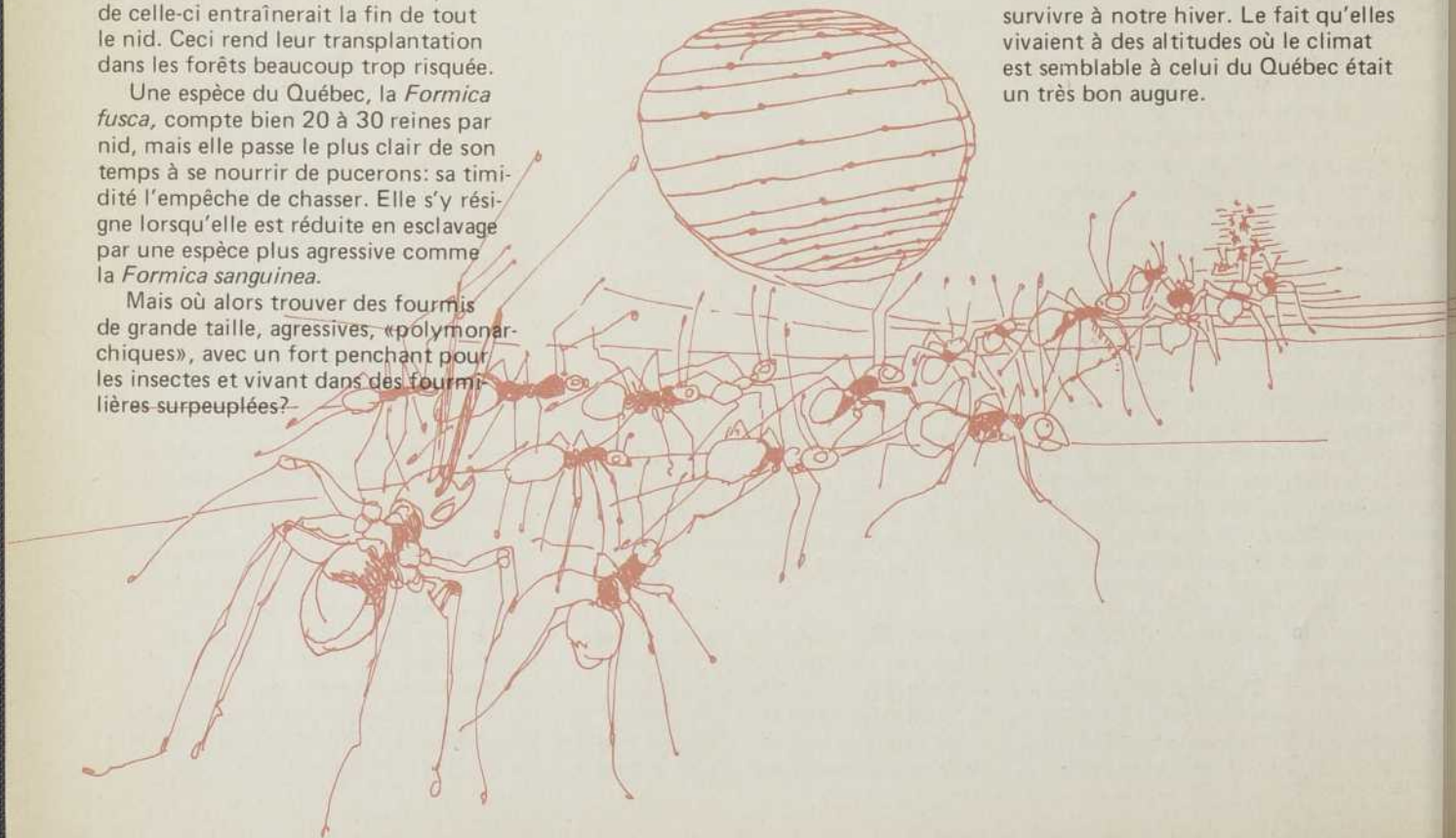
et des feuilles séchées leur servent de matériaux. De plus, un gros nid peut contenir jusqu'à cinq mille reines, ce qui assure une nombreuse progéniture.

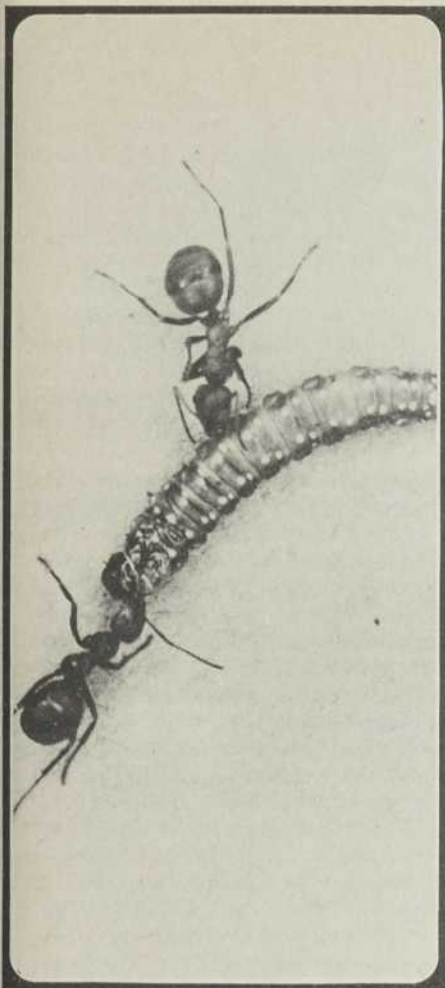
Pendant la période de la couvée, les larves montrent un appétit extrêmement vorace. M. Finnegan compare leur nid à un gros estomac insatiable, de la taille de celui d'un ours.

Cette fourmi est aussi très agressive. Elle attaque vigoureusement et sans cesse tous les insectes jusqu'à des arbres assez éloignés. Leur efficacité en tant que prédateur n'est pas seulement attribuable à leur grand nombre, mais aussi à leur faculté de pouvoir paralyser leur proie par le jet d'un puissant acide, appelé acide formique.

Selon le spécialiste Pavan, les fourmis rouges des bois peuvent détruire jusqu'à 15 000 tonnes d'insectes par année, dans les seules Alpes italiennes! Le myrmécologue Robert Stumper a calculé qu'un nid de *Formica rufa* tue plus de cinquante mille insectes nuisibles par jour. Parmi tous les insectes détruits, 65 pour cent sont nuisibles, 20 pour cent, sans importance et seulement 15 pour cent, utiles. On constate donc que même si les fourmis rouges des bois aiment bien, elles aussi, les pucerons, elles ne dédaignent pas pour autant les insectes. En fait, elles s'avèrent si utiles en Europe, que des lois remontant à 1780 les protègent encore.

La question inévitable était donc de savoir si des fourmis européennes pourraient être introduites au Québec et survivre à notre hiver. Le fait qu'elles vivaient à des altitudes où le climat est semblable à celui du Québec était un très bon augure.





Deux fourmis italiennes aux prises avec une larve, en laboratoire.

Le professeur Pavan avait déjà réussi à les transplanter avec succès dans les Appennins, d'où elles avaient été éliminées. Il avait donc déjà mis au point la procédure à suivre et M. Finnegan eut le loisir d'en prendre connaissance pendant son séjour en Italie. De plus, le gouvernement italien a offert sa collaboration la plus complète, si bien que l'importation de fourmis n'a pratiquement rien coûté au gouvernement canadien.

Après plus d'un an d'activité au Canada, les fourmis italiennes possèdent toujours les mêmes qualités et, Valcartier, près de Québec, est en voie de devenir un centre de reproduction pour toute la province. Mais M. Finnegan n'a pas misé sur cette seule fourmi.

**Une fourmi de l'Ouest** ○ Peu avant la venue des fourmis italiennes, il était allé chercher une importante quantité de 15 espèces de fourmis rouges des bois de l'Ouest canadien: la *Formica obscuripes*. Leur utilité est appréciée dans l'Ouest puisqu'on les réintroduit dans les zones ayant subi des incendies.

La *Formica obscuripes* construit des nids importants en utilisant aussi des brindilles et des aiguilles. Ces nids mesurent jusqu'à deux pieds (0,6 m) de hauteur et s'étendent sur six pieds (1,8 m) de diamètre. Les grands nids contiennent plusieurs centaines de têtes «couronnées» régnant sur une centaine de milliers d'ouvrières. Par contre, même si elle se montre assez agressive, elle reste loin derrière sa compatriote d'Italie.

Malgré tout, cette expérience aussi a été un succès, facilité par le plus grand nombre d'individus transplantés.

La *Formica obscuripes* a d'abord été introduite à Valcartier, qui est avant tout un centre de reproduction et non un endroit où l'on demande aux fourmis de protéger les arbres. Puis, après la réussite complète de cette première étape, on est passé à la seconde, cet été, en l'introduisant dans la région du lac Normand (Parc de la Mauricie).

On s'attend en effet à une invasion de mouches à scie dans cette région d'ici cinq ou six ans. À côté des endroits où l'on a installé la *Formica obscuripes*, on a gardé des régions-contrôle de sorte que l'on pourra voir si la fourmi fait la différence.

Mais M. Finnegan ne s'arrête pas encore là. Déjà des pourparlers sont en cours avec des spécialistes européens pour importer au Québec la plus efficace des fourmis rouges, la *Formica polyctena*. Si certains chercheurs doutent encore du rôle des fourmis en tant qu'agent de contrôle des insectes, même les plus sceptiques reconnaissent que la *polyctena* limite de nombreuses espèces d'insectes nuisibles en Europe. Elle est aussi agressive que la *lugubris* et elle peut former des colonies comptant jusqu'à 100 nids, pour un total de 30 millions de fourmis et 200 mille reines. Comme la *lugubris*, la *polyctena* vit dans les Alpes et il semble donc qu'elle pourrait s'acclimater aux conditions québécoises. M. Finnegan espère les accueillir à Québec, dès l'été prochain.



Papillon de la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

**Une goutte permanente plutôt qu'une pluie passagère** ○ Le principal reproche que l'on pourrait faire au mode de contrôle des insectes par les fourmis est qu'il ne s'applique qu'à de petites régions et qu'il faudrait attendre longtemps avant qu'elles puissent protéger nos immenses forêts. Au lac Normand, par exemple, le territoire occupé par la *Formica obscuripes* ne couvre que de quatre à cinq acres. Lorsqu'on songe à l'immensité des forêts québécoises, il faudrait inévitablement subir plusieurs épidémies de mouches à scie avant de pouvoir compter sur nos amies les fourmis.

À cette objection, M. Finnegan répond qu'«une goutte permanente vaut mieux qu'une pluie qui passe». Une fois installée, on peut être certain que la fourmi va protéger son territoire. Elle représente un actif permanent dont on n'a plus à s'occuper. Lentement, on peut ensuite agrandir le territoire qui sera contrôlé biologiquement. Par ailleurs, si l'on disposait de trois ou quatre grands centres de reproduction, les fourmis pourraient s'étendre d'elles-mêmes, assez rapidement.

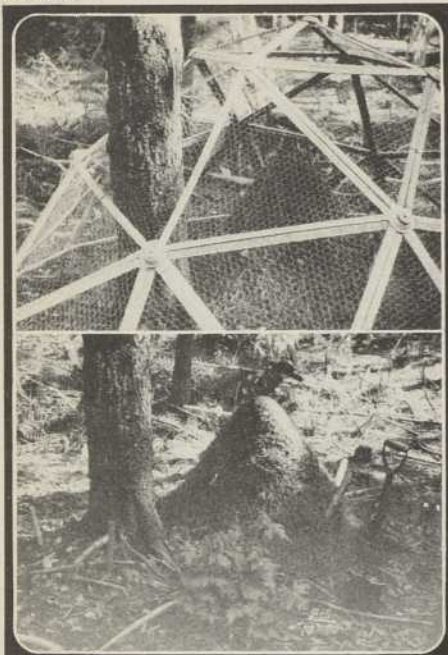
Tout de même, la fourmi pourrait dès à présent jouer un rôle utile à plus court terme dans les territoires plus restreints.

Dans les bleuetières, par exemple, explique M. Finnegan, on rase les arbres par lisières puisque les plants de bleuets se développent à découvert. Mais il faut aussi en conserver pour accueillir les insectes pollinisateurs. Ceux-ci jouent en effet un rôle essentiel dans la fécondation des fleurs de bleuets et permettent aux fruits d'apparaître. Ainsi, une bleuetière est généralement formée d'une alternance de bandes de terrain découvert et de rangées d'arbres. Advenant la mort de ces arbres, la récolte de bleuets serait gravement compromise. Les fourmis pourraient donc jouer là un rôle immédiat.

Encore à court terme, les fourmis pourraient aussi protéger les pépinières, les parcs et tout autre territoire relativement petit.

**Aucun danger pour l'homme** ○ Les fourmis européennes représentent-elles des dangers cachés? «Non, répond M. Finnegan. L'homme l'observe dans les bois en Europe depuis des centaines d'années. Elle ne le combat jamais, sauf s'il s'assied dessus, bien entendu. D'ailleurs, on pourrait s'en débarrasser assez facilement si l'on décidait tout-à-coup de l'éliminer. Le seul reproche qu'on pourrait leur faire serait de protéger les pucerons dans les arbres. Mais les pucerons n'endommagent pas les conifères et les fourmis rouges les entretiennent de façon modérée.»

Nid de fourmis italiennes à Valcartier. Le grillage protège les précieuses fourmis contre les oiseaux.



Le nid s'est épaissi de six pouces sur toute sa surface au bout d'une année au centre de reproduction de Valcartier.

Pourquoi a-t-on attendu si longtemps avant de le utiliser au Québec?

M. Finnegan croit que la principale cause est l'insignifiance des fourmis indigènes alors qu'en Europe elles ne peuvent passer inaperçues à cause de leurs nids de six pieds (1,8 m) de hauteur. Aussi, on a exagéré l'inconvénient des pucerons. Enfin, en Amérique, on a longtemps cru en la toute puissance des insecticides.

Partisan des modes de contrôle biologique, M. Finnegan croit tout de même que c'est avec une approche générale, comprenant à la fois la sylviculture, les insecticides et divers modes biologiques qu'il faut s'attaquer aux épidémies d'insectes nuisibles.

Parmi les modes de limitation biologique, la fourmi présente plusieurs qualités. Elle chasse tout, pendant 200 jours par année. Elle est la dernière à s'endormir à l'automne. Au printemps, les premières fourmis éveillées vont chercher leurs camarades au fond du nid pour les exposer à la chaleur et les réveiller.

Enfin, M. Finnegan se déclare certain que les gens ne s'attaqueront pas aux nids. «On est plus respectueux de la nature ici qu'en Europe, dit-il, où l'on tue tout ce qui bouge.» ■

**Arthropode:** embranchement du règne animal; comprend plus de la moitié des espèces animales. Ses représentants se caractérisent par un corps et des membres formés de segments, reliés par des articulations.

## LA VIE DES FOURMIS ROUGES

○ La vie des fourmis rouges des bois est compliquée du fait qu'il s'agit d'insectes sociaux. Elles vivent ensemble en grand nombre, formant des nids et des fédérations de nids.

Les individus ne sont pas tous identiques, mais différents selon leur rôle dans la vie du nid. Les trois types principaux sont les reines, les mâles et les ouvriers.

Les reines, femelles parfaites, et les mâles naissent avec des ailes. Tous deux se distinguent par leur taille supérieure à celle des ouvrières. Ces dernières, qui forment la très grande partie de la population du nid sont plus petites que les reines, n'ont jamais d'ailes et ne peuvent s'accoupler avec les mâles.

Une fois par année, vers la fin du mois de mai ou au début de juin, les femelles ailées et les mâles s'envolent pour former de véritables nuages au-dessus du nid. Cela constitue leur vol nuptial et l'accouplement a lieu dans les airs.

Peu de temps après, les femelles tombent sur le sol. Puis après avoir arraché leurs ailes, elles rentrent au nid ou commencent à en construire un nouveau.

La reine ne s'accouple qu'une seule fois et le sperme qu'elle reçoit du mâle à cette occasion est soigneusement entreposé dans un sac spécial. Cette réserve de semence suffira pour toute la vie de la reine (qui peut durer jusqu'à 20 ans). Après le vol nuptial, les mâles se voient interdire l'entrée du nid et meurent en l'espace d'un jour ou deux.

Lorsque la reine pond un oeuf, elle peut choisir de le fertiliser ou non avec du sperme. Si l'oeuf est fécondé, il produira une femelle; sinon, il produira un mâle.

Lorsque l'oeuf éclôt pour devenir une larve, les ouvrières nourrissent alors celle-ci de jus sucrés régurgités de leur estomac jusqu'à ce qu'elle se transforme en une nymphe, enfermée dans un cocon.

À l'état de larves, les femelles sont nourries avec deux sortes de nourriture. Celles qui reçoivent une sorte de nourriture deviennent des femelles ailées (reines) tandis que celles qui reçoivent l'autre sorte, deviennent des ouvrières.

De cette façon, les reines et les ouvrières, sentant en quelque sorte les besoins du nid, peuvent régler le nombre de mâles, de reines et d'ouvrières.

Il existe un processus d'apprentissage chez les fourmis rouges des bois, les vieilles ouvrières enseignant aux jeunes les différentes tâches qu'il faut effectuer dans le nid. La communication entre les individus est principalement chimique, par libération de phéromones. Ces

produits aux odeurs variées, transportent différents signaux: avertissements de danger, indications pour trouver de la nourriture ou retourner au nid, indications sur les besoins des reines et de la couvée, instructions sur la façon de construire le nid, etc. Les antennes ont pour rôle d'identifier ces signaux.

De plus, dans l'abdomen de chaque ouvrière se trouve une glande capable de produire un acide très fort, appelé «acide formique». Lorsque les fourmis rouges attaquent, elles peuvent toujours arroser l'adversaire de cet acide s'il fait preuve de trop de résistance. Il est particulièrement toxique pour les insectes; ceux-ci succombent et meurent rapidement.

Comme toutes les fourmis, elles ne dorment jamais, mais se montrent légèrement moins actives la nuit.

Les ouvrières ne vivent que de trois à quatre ans. Lorsqu'elles meurent, elles sont transportées hors du nid dans un endroit spécial qui devient le cimetière. Ainsi, le nid reste-t-il propre. De plus, cette façon de faire empêche les maladies de se propager.

En Europe, l'importance des nids de fourmis rouges est à la base d'une véritable petite industrie. Ramassées à la pelle, les larves et les fourmis servent de nourriture pour les poules, les brindilles des nids remplacent la paille dans les étables. Certains récupèrent la multitude de boulettes de résine que les fourmis amassent un peu partout sur le nid, tandis que d'autres en extraient l'acide formique.

Enfin, les fourmis rouges aèrent le sol en le remuant, favorisent la dispersion des espèces de plantes en déménageant les graines, mais surtout, contrairement à la taupe, par exemple, elles grimpent jusqu'au sommet des arbres, parfois douze de front. La tordeuse de bourgeons et la mouche à scie n'auront qu'à bien se tenir!

# la chimie est morte... vive la chimie!

un dossier de Fabien Gruhier

La chimie n'est plus ce qu'elle était. Ce sont maintenant les physiciens et les biologistes qui la font avancer. Selon le Dr Gerhard Herzberg, physicien et détenteur du prix Nobel de chimie 1971, la chimie ne constitue plus «qu'une branche de la physique, poursuivant comme elle la réponse à la question: Qu'est-ce que la matière?»

En tant que science, la chimie est morte en réalisant la jonction de la matière avec la vie, en réalisant de remarquables synthèses organiques. Mais ces synthèses allaient fournir une clé technologique ouvrant la porte à d'innombrables applications.

QUÉBEC SCIENCE a cru opportun de se pencher sur le problème, pour le bénéfice de ses lecteurs-étudiants auprès de qui cette science soi-disant morte est bien vivante, ne fût-ce que dans la grille des cours obligatoires.

Le problème revêt aussi une importance particulière aux yeux du public en général pour qui la chimie se trouve associée à des procédés tant mystérieux que miraculeux dont les résultats se font sentir chaque jour.

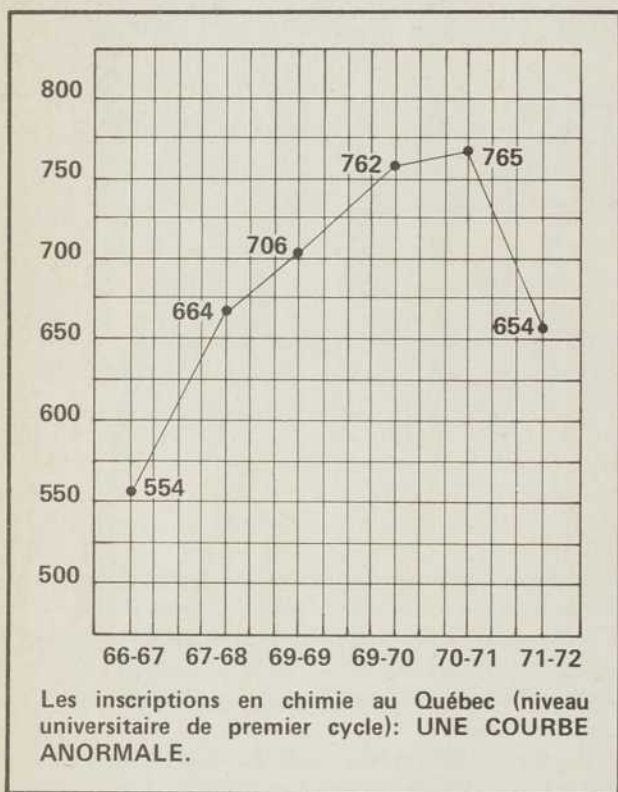
Dresser l'inventaire de tous les bienfaits et méfaits de la chimie ou, même, des seuls travaux de recherche en cours au Québec aurait constitué une tâche titanesque. Nous avons donc décidé de nous limiter à un cas-type: le Département de chimie de

l'Université de Sherbrooke. Sans pour autant dévaluer de quelque manière que ce soit les recherches effectuées ailleurs, il reste que les chercheurs de Sherbrooke se signalent par leur dynamisme et atteignent un niveau d'excellence reconnu à l'échelle nord-américaine. Nous présentons quelques-unes de ses réalisations les plus remarquables.

Les succès remportés par les chercheurs de ce département démontrent la vitalité de leur science et le vaste horizon qu'elle peut ouvrir à l'ingéniosité des jeunes. Cependant, la nature même des recherches poursuivies à Sherbrooke témoigne de l'orientation nouvelle de la chimie: de science fondamentale, son statut s'est modifié en celui d'un champ d'investigation technologique. Un tel changement n'enlèverait certes rien à son importance. Mais il expliquerait peut-être l'attrait, plus fort chez les jeunes qui se destinent à une carrière scientifique, pour les perspectives fascinantes qu'offrent la biologie ou la physique.

Le fait que le prix Nobel de *chimie* 1971 ait été attribué au *physicien* Gerhard Herzberg nous semblait appuyer cette hypothèse. Au cours d'une entrevue, l'un des rares Canadiens détenteurs d'un tel prix nous l'a confirmé: si la chimie peut fournir la solution à des problèmes pratiques, la réponse aux questions fondamentales appartient désormais à d'autres sciences.

# vive la chimie!



Les directeurs de tous les départements de chimie des universités canadiennes se réunissaient récemment à Montréal. Leur objectif: se doter d'une association et en élire l'exécutif, mais aussi, discuter d'un certain nombre de problèmes communs. Après une période de croissance constante, les inscriptions dans les départements de chimie de toutes les universités ont fléchi au cours des dernières années. Au Québec, les directeurs ont pu un temps se dire que la baisse était imputable aux étudiants nouvellement drainés par l'Université du Québec. Mais même en ajoutant les aspirants chimistes de l'UdQ à leurs confrères des universités traditionnelles, on obtient cette année un chiffre inférieur à celui enregistré en 1968-69: de 706, le nombre total d'étudiants préparant le baccalauréat en chimie est tombé à 654 en 1971-72. Ceci pour le Québec, mais comme nous le confirme M. J.-C. Roy, directeur du Département de chimie de l'Université Laval, le phénomène s'avère général à l'échelle de tout le Canada.

Il n'est donc pas question d'invoquer un soi-disant «mouvement antiscience» dans nos CEGEP, puisque la tendance est canadienne et affecte spécifiquement la chimie. La biologie, par contre, connaît la faveur des jeunes ainsi que, dans une moindre mesure, la physique.

**Pas de chômage** ○ Pourquoi cette désaffection vis-à-vis de la chimie? La réponse n'est pas aisée: les directeurs de départements ne l'ont pas complètement cernée. Ils ont suggéré quelques remèdes: leur structuration, tout d'abord, permettra des pressions efficaces auprès des pouvoirs publics en ce qui concerne les attributions des subventions et le sort réservé à la chimie dans toute politique scientifique nationale. Mais il convient surtout d'agir auprès des jeunes en procédant, par exemple, à une mise à jour des programmes, y adjoignant des cours d'application de la chimie à la biologie ou à la biochimie. Dans leur état actuel, les programmes paraissent rencontrer, dans l'ensemble, les besoins de l'industrie. La peur du chômage n'est probablement pour rien dans la baisse des inscriptions: tous les gradués finissent, bon gré mal gré, par trouver un emploi, même si celui-ci ne répond pas toujours à la totalité de leurs aspirations. Leur placement s'avère en tout cas moins problématique qu'en physique ou en biologie.

En revanche, le souci de souligner au moyen de nouveaux cours les applications de la chimie à la biologie paraît tout à fait révélateur d'une certaine tendance et doit être rapproché de ce que nous dit M. Gerhard Herzberg dans l'entrevue publiée parallèlement à cet article: la définition et le rôle de cette science subissent peut-être un profond changement. N'assiste-t-on pas à un nouveau partage des domaines à explorer? Partage où la chimie, coincée entre la physique et la biologie, se trouverait dépossédée au profit des précédentes, d'une bonne partie de ses intérêts proprement scientifiques. Elle se trouverait ramenée à un vaste océan technologique dont notre bien-être aurait tout à attendre, mais peu apte à satisfaire la curiosité enthousiaste des jeunes qui se destinent à la science?

**Manque de chimistes** ○ Le mouvement de baisse s'est amorcé en 1969: il est de ce fait impossible de prétendre, en 1972, tracer des courbes significatives et, encore moins, extrapoler. Mais on peut comprendre l'inquiétude des universités, surtout au Québec où le nombre des diplômés en chimie, très suffisant pour les possibilités actuelles d'emploi, est, par contre, nettement inférieur au taux de la plupart des nations industrielles: en conséquence, si le Québec décidait demain de rattraper son retard relatif en multipliant les centres de recherche, le manque de chimistes se ferait cruellement sentir. De plus, la loi de l'offre et de la demande joue, là comme ailleurs, et l'on peut craindre à moyen terme que les départements de chimie acceptent des candidats refusés ailleurs, par exemple ceux pour qui la chimie serait le second choix. Un fléchissement de la qualité moyenne des candidats aggraverait ainsi la pénurie numérique.

Avec un décalage d'une année, la diminution se répercute dans l'effectif des étudiants diplômés préparant maîtrise ou doctorat: on en comptait, au Québec, 363 en 1969-70 mais seulement 318 l'année dernière. On s'attend pour la présente année académique, à un chiffre plus bas encore.

Selon M. Jacques Desnoyers, professeur de chimie à l'Université de Sherbrooke, «les scientifiques en sciences fondamentales, non seulement se préoccupent de plus en plus des besoins de la société, mais souvent sont les seuls pouvant trouver une solution à certains problèmes pratiques. Cet aspect de la recherche universitaire est méconnu des jeunes. La majorité croit encore qu'il est presque impossible de faire de la recherche appliquée dans une science fondamentale (comme la chimie) et plusieurs bons candidats se détournent d'une carrière scientifique pour cette raison.»

## LA CHIMIE PASSE PAR SHERBROOKE

Étant donné que des sciences fondamentales comme la physique ou la biologie ne partagent pas la défaveur qui semble marquer la chimie, on est amené à poser le problème dans l'autre sens: la chimie n'a-t-elle pas perdu son «prestige» de science fondamentale? Peut-on encore faire de la véritable recherche fondamentale en chimie? La «mission» de cette science n'est-elle pas désormais de nature essentiellement technologique? C'est avec cette question présente à l'esprit que nous nous sommes rendus visiter le Département de chimie de l'Université de Sherbrooke. Fier à juste titre de ses réalisations, ce département s'est acquis une réputation enviée à la grandeur non seulement du Canada, mais de l'Amérique. Il donne une idée de ce que se peut faire de mieux en chimie aujourd'hui.

Fondé en 1960, ce département débute d'abord de façon timide jusqu'à l'entrée des premiers diplômés en 1964. La «masse critique», selon l'expression de M. Gérard Pelletier, le directeur actuel, est atteinte en 1967-68. Les subventions reçues reflètent bien cette évolution: \$23 000 en 1964-65, \$89 000 en 67-68 et \$493 000 en 71-72.

À l'origine d'un tel essor, il faut voir sans doute une volonté d'organisation efficace et une véritable planification: «Nous avons systématiquement évité de nous lancer dans les domaines trop encombrés; par exemple, la cinétique chimique et les polymères ont toujours été rigoureusement 'tabous'. Nous n'entendions pas faire double emploi avec d'autres départements québécois réputés dans ces domaines. Nous n'engageons jamais un professeur dont les recherches seraient sans rapport avec ce qui se fait ici. Personne ne travaille dans l'isolement, les chercheurs ont de multiples occasions de collaborer; nous croyons à la fécondité de tels contacts. Aussi avons-nous dû souvent écarter des candidats de valeur, mais qui, de par la nature de leur spécialité n'auraient pu s'intégrer au département sur la base d'une coopération», nous dit M. Pelletier. Il ajoute: «Les étudiants marchent avec nous. Ils sont représentés à l'assemblée départementale et ont voix au chapitre dans la définition de nos politiques».

Fait à noter: on offre à Sherbrooke un programme de maîtrise professionnelle, avec l'option «chimie instrumentale» (d'autres options sont prévues) comportant une initiation à la recherche et des stages dans l'industrie. Le département se charge d'ailleurs de placer les étudiants pour ces stages, ce qui ne va pas sans quelques difficultés. Mais un accent tout particulier est mis sur ces stages industriels, considérés comme essentiels dans la formation de l'étudiant. Ceci met en relief le souci de ce département de demeurer «pratique», et les réussites enregistrées par les chercheurs illustrent cette conception.



MM. Jean-Marc Lalancette et Bernard Coupal ont trouvé le moyen de se servir de la tourbe pour nettoyer les plages polluées par le pétrole.

**La tourbe qui dépollue** ◯ Parmi les réalisations spectaculaires qui valent à l'Université de Sherbrooke sa réputation d'excellence en chimie, les travaux de MM. Jean-Marc Lalancette et Bernard Coupal sur la tourbe comptent sans doute pour beaucoup. Ils ont le mérite de déboucher immédiatement sur d'élégantes solutions à des problèmes bien actuels.

La tourbe, produit intermédiaire de la lente décomposition végétale dont la houille est le stade ultime, se trouve en extrême abondance au Canada (où l'on compte au moins 37 000 milles carrés (95 000 km<sup>2</sup>) de tourbières). On ne l'utilisait guère ici que pour la confection de litières dans les étables. Mais, dans beaucoup de pays pauvres, la tourbe sert encore de combustible bien qu'elle soit à cet égard, fort médiocre. Ce sont de toutes autres raisons qui ont attiré l'attention des chercheurs de Sherbrooke. M. Coupal songea, voici quelques années, à mettre à profit les propriétés absorbantes de la tourbe pour procéder au nettoyage d'une plage polluée par le pétrole. (On utilisait auparavant de la paille.) Les essais en laboratoire avaient démontré que la tourbe pouvait absorber de 8 à 12 fois son poids d'huile. Le succès fut total.

Mais ce pouvoir absorbant se manifeste également vis-à-vis de nombreuses matières polluantes organiques dissoutes dans les eaux usées, telles que protéines ou surfactifs (détergents). Des investigations prometteuses se poursuivent. Le pouvoir absorbant de la tourbe s'exerce enfin sur les ions de métaux lourds (plomb ou mercure, par exemple) dont on connaît la toxicité et l'importance comme agents de pollution industrielle: les journaux ne manquent pas de faits divers illustrant les ravages du mercure renfermé par la chair de certains poissons.

MM. Lalancette et Coupal ont développé une technique pouvant débarrasser les eaux usées de leur mercure, par passage à travers un lit de tourbe ou par agitation avec de la tourbe. Il a fallu naturellement se livrer à de nombreuses expériences pour optimiser des facteurs tels que l'acidité de l'eau à traiter, sa teneur en métal indésirable, le temps d'absorption, l'agitation, et l'ensemble fait l'objet de plusieurs brevets.

## dossier

Le procédé, d'une efficacité quasi-absolue, présente de plus l'immense avantage d'autoriser la récupération du métal retenu dans la tourbe: on laisse sécher le filtre après le passage des eaux polluées, et on effectue alors la combustion de la tourbe qui, reprenant son rôle traditionnel de réducteur, libère le métal sous forme d'un précieux résidu qu'on purifie par la suite. Quand on sait qu'une livre de mercure coûte environ \$15, on imagine fort bien que les industriels trouveront là une forte incitation à nettoyer leurs eaux polluées. Voilà un exemple où la lutte pour la sauvegarde de l'environnement peut, au lieu d'appliquer une dépense prohibitive, devenir à son tour un facteur de stimulation économique.

**De l'or pour tout le monde** ○ Mais ce n'est pas tout: M. Lalancette a créé de nouveaux catalyseurs en insérant divers métaux, comme le chrome, dans du graphite. Ces catalyseurs, très bon marché, seraient susceptibles de remplacer le platine dans plusieurs synthèses industrielles, abaissant de beaucoup les investissements requis. Il a également trouvé un moyen de transformer les résidus d'amiante en une matière plastique. Signalons enfin, parmi ses projets immédiats: la «fonctionnalisation» spécifique de polymères organiques. Cette «fonctionnalisation» consiste, tout au long d'une chaîne macromoléculaire, des «pinces» chimiques capables de par leurs dimensions et leur conformation, de capter sélectivement tel ou tel métal présent, même à l'état de traces dans une solution, pour ensuite le libérer par simple immersion dans un autre liquide. On disposerait ainsi de résines — indéfiniment réutilisables — aptes à extraire, par exemple, les métaux rares contenus dans l'eau de mer.

C'est la constatation que la coquille du homard renferme une teneur relativement élevée de cobalt (métal présent dans l'eau de mer, mais à une concentration infime) qui a amené M. Lalancette à s'intéresser à de telles techniques qui suscitent présentement un intérêt considérable dans plusieurs laboratoires. Si nous réussissons à acquérir l'habileté du crustacé pour capter les métaux dans l'eau de mer, nous serons bientôt tous riches: les océans contiennent, dit-on, assez d'or pour gratifier chaque être humain de quelques tonnes du précieux métal!

**La mesure de la chaleur** ○ Autre réalisation remarquable, quoique moins suggestive pour le profane: les microcalorimètres du groupe de chimie-physique des solutions.

«Suivant le principe universel que toute réaction chimique dégage ou absorbe de la chaleur, déclare M. Jolicoeur, on conçoit facilement l'utilité de l'instrumentation capable de mesurer cette chaleur.» Les microcalorimètres sont précisément de tels instruments. Ceux réalisés à Sherbrooke surclassent nettement leurs prédécesseurs: les appareils de M. Picker détectent le millionième de degré Celsius et accomplissent en cinq minutes, des mesures qui exigeaient 24 heures. Maniables et souples, ils sont assurés d'une vaste gamme d'emplois, dans des domaines aussi différents que la géologie ou la médecine. Aussi sont-ils dès à présent brevetés et en voie d'être commercialisés par l'intermédiaire de firmes européenne et québécoise.

Ces appareils opèrent en régime continu: deux solutions sont envoyées, selon un débit imposé par une micro-pompe, dans une enceinte où elles se mêlent. Le processus physico-chimique impliqué (réaction chimique ou simple dilution) dégage ou absorbe une quantité de chaleur déterminée électroniquement avec une haute précision: par exemple en mesurant la quantité d'énergie électrique qu'il faut fournir au mélange pour lui conserver une température constante malgré une réaction consommant de la chaleur.

Véritables merveilles de précision mécanique, ces microcalorimètres ont exigé, de plus, la réalisation d'accessoires, tels que détecteurs électroniques et micro-pompes analytiques de précision, eux-mêmes compétitifs par rapport aux appareils existant et capables d'autres usages que la calorimétrie.

**Des applications à l'infini** ○ Les applications? Elles varient à l'infini; il n'est pas question de les énumérer toutes. MM. Desnoyers et Jolicoeur, principaux utilisateurs des microcalorimètres créés par leurs collègues, dans leurs recherches en thermodynamique, en donnent un aperçu: «En se servant de ce type d'instrument, on peut effectuer l'analyse de substances chimiques; on peut ainsi contrôler la qualité de produits, déterminer des concentrations de substances pollutant l'eau (par réaction spécifique avec les impuretés) ou effectuer toute autre analyse souvent difficile à réaliser par d'autres techniques. Un exemple précis: la méthode calorimétrique permet de doser séparément certains ions métalliques tels  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  présents simultanément en solution (les chaleurs de formation de certains de leurs complexes étant de signes opposés).

De vastes perspectives s'ouvrent aussi dans le domaine biomédical où des problèmes considérables d'analyse restent à résoudre. L'usage de réactions chimiques spécifiques rend possible une analyse à la fois qualitative (groupe fonctionnel) et quantitative (composition d'un mélange): pour les systèmes les plus complexes que l'on connaît actuellement. Par exemple: les systèmes biochimiques, plusieurs experts se tournent vers les méthodes calorimétriques, d'abord pour caractériser les produits utilisés (protéines, nucléotides, etc.), puis pour étudier l'énergétique et la cinétique des réactions biochimiques.»

Une multitude d'usages s'offre donc à ces microcalorimètres (ainsi qu'à leurs accessoires). La réussite est triple: création d'un instrument, ouverture d'un nouveau champ d'investigation en rendant accessible à la calorimétrie une gamme de mesures que son imprécision lui interdisait jusqu'alors, et commercialisation d'un appareil entièrement conçu dans un laboratoire universitaire, ce qui n'arrive pas aussi souvent que d'aucuns le voudraient.

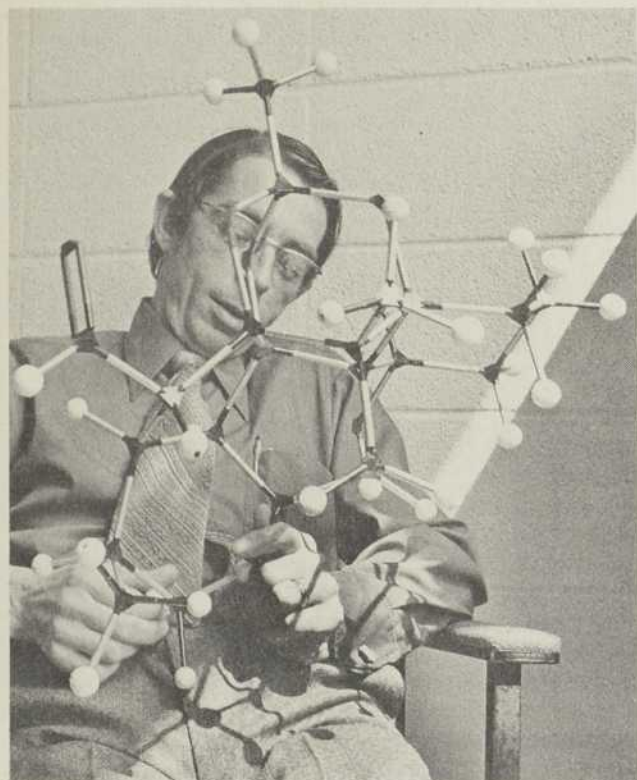
**Enfin une pile durable** ○ Une réussite du même ordre semble promise aux travaux de M. Kimmerlé, également professeur au Département de chimie de l'Université de Sherbrooke, avec ses piles électriques à haut voltage et haute densité de courant. Une pile chimique met en jeu un échange d'électrons entre la cathode et l'anode. L'élément le plus avide d'électrons, le plus «électronégatif», arrache les électrons de l'autre, ce qui fournit un courant électrique utilisable entre les électrodes. L'électrolyte assure, quant à lui, un égal transfert de charges positives, de façon à maintenir la neutralité électrostatique au sein de chaque électrode. Les piles ordinaires mettent en jeu des matériaux comme le zinc et l'oxyde de manganèse, par exemple. Elles résultent d'un compromis entre une réserve d'énergie maximale et des considérations d'ordre pratique (stabilité, poids, propreté, volume, prix). Mais l'idéal du point de vue concentration énergétique serait atteint avec le couple lithium/fluor qui offre le potentiel électrique le plus élevé en même temps que le poids le plus faible. L'extrême réactivité de ces éléments est telle qu'en pratique le fluor doit être écarté.

Quant au lithium, il impose le recours à un électrolyte non aqueux. M. Kimmerlé s'est cependant arrêté au choix du lithium comme anode. Pour la cathode, il fait appel à un composé nouveau développé dans son laboratoire (M. Kimmerlé n'en dit pas plus, car sa pile n'est pas encore brevetée): «Nous sommes convaincus que ces composés, de par leur solubilité, réactivité chimique, résistance électrique et rigidité mécanique, constituent des maté-

riaux cathodiques stables. L'étude thermodynamique indique une haute énergie de réaction avec le lithium métallique. La cinétique du transfert des électrons a montré qu'il s'agissait de réactions rapides et réversibles.»

Les piles ainsi obtenues ont une tension de 2 volts environ, à des densités de courant modérées, avec des «efficacités coulombiennes» (rendements) pouvant atteindre 80% (15% environ pour les piles conventionnelles). Leurs qualités les désignent pour l'alimentation d'appareils portatifs tels que téléviseurs ou enregistreurs, mais également pour l'exploration de l'espace, où miniaturisation et légèreté constituent des facteurs décisifs.

Quand verrons-nous les piles de M. Kimmerlé dans les tabagies? «Maintenant que les objectifs ont été atteints au laboratoire, il faut construire des piles prototypes afin d'étudier leur comportement dans des conditions plus exigeantes, c'est-à-dire observer la décharge à basse température (-50° C), la stabilité à haute température (100° C), là où les piles ordinaires sont inutilisables. Eventuellement, la performance doit être optimisée par un agencement plus judicieux des composants, le choix d'un électrolyte moins coûteux, un emballage plus robuste et attrayant, avant de passer à la production commerciale.»



M. Deslongchamps et ses modèles moléculaires: un «jeu de construction», prélude à d'élégantes synthèses.

**Des réactions insolites** ○ Titulaire du Prix Scientifique du Québec, de la Bourse Steacie du Conseil National de Recherches du Canada, et d'un «Prix Sloan», M. Pierre Deslongchamps est l'une des «vedettes» du Département de chimie de Sherbrooke. Ses travaux sont appréciés pour leur élégance et leur originalité: «Notre but est d'inventer de nouveaux plans d'attaque; des molécules hautement complexes dont la construction exigerait d'innombrables étapes selon les synthèses traditionnelles, pourraient bien être réalisées par des méthodes plus intelligentes. C'est cette nouvelle méthodologie qui nous préoccupe. Nous espérons d'ailleurs jouer un rôle appréciable dans son élaboration.»

Effectivement, M. Deslongchamps est l'auteur de synthèses organiques qui se distinguent des méthodes traditionnelles par leur simplicité: elles font appel soit à des réactions insolites qui permettent de brûler les étapes, soit à l'assemblage de morceaux «préfabriqués» pour donner directement une molécule complexe. Le twistane, dont un dérivé possède des propriétés anti-virales intéressantes, fut ainsi synthétisé en quelques étapes alors qu'il fallait auparavant quinze intermédiaires pour construire cette molécule: ce gain considérable fut obtenu grâce à une réaction qui permet de passer directement du produit de départ au huitième intermédiaire de la méthode «normale». Quant à la technique de synthèse par assemblage de morceaux, on en trouve une excellente illustration avec la ryanodine, un insecticide s'attaquant spécifiquement à l'un des parasites du maïs et ayant l'avantage d'être métabolisé au même titre qu'un sucre par les organismes animaux, ce qui évite toute accumulation dans les tissus.

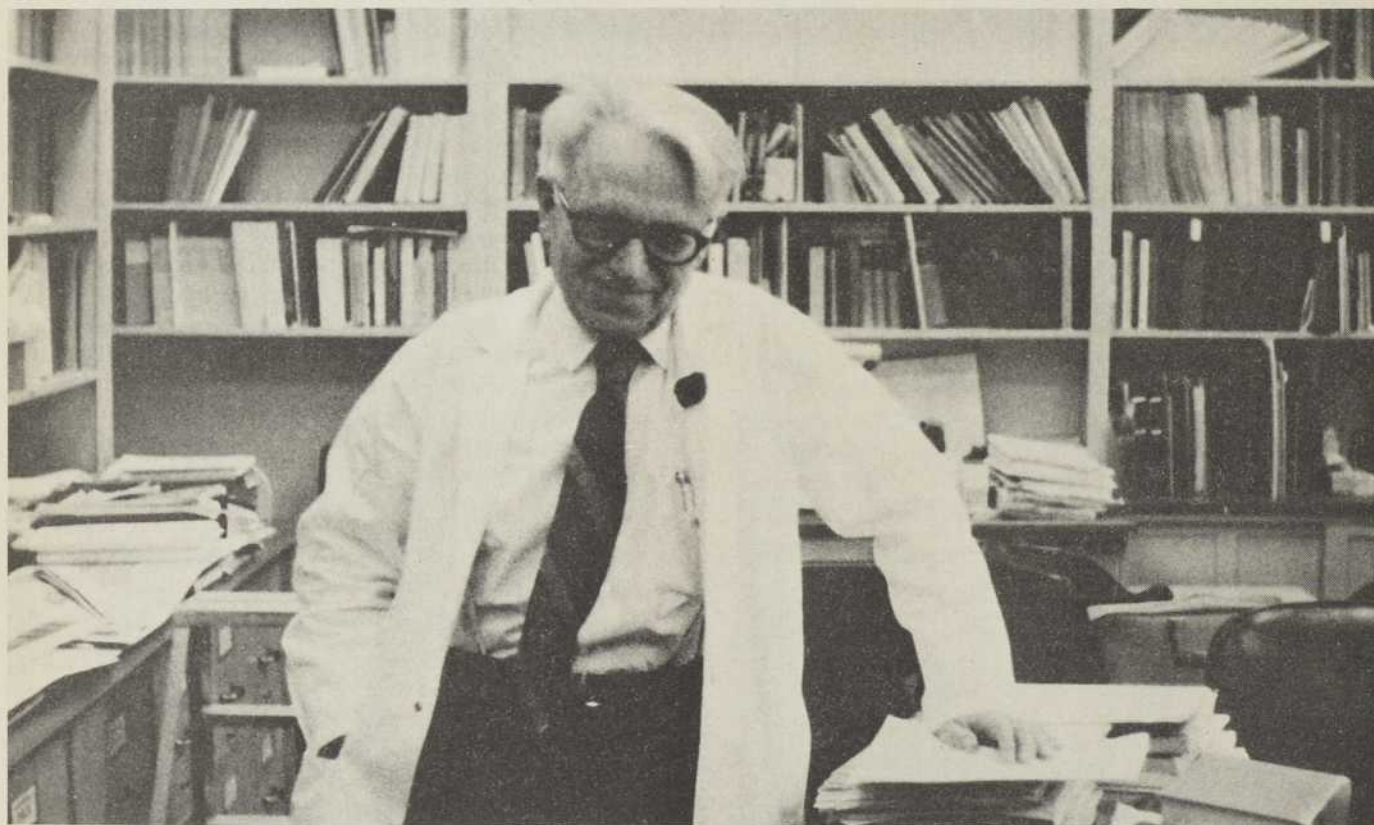
**Fournir des solutions concrètes** ○ La ryanodine naturelle, extraite d'un arbuste sud-américain, coûte cher. Mais la mise au point de la synthèse est en excellente voie: elle exigera seulement quatre étapes, ce qui, compte tenu de la complexité de la molécule (laquelle comporte cinq cycles carbonés) tient presque du miracle. Il s'agit d'assembler deux morceaux «préfabriqués». «Le tout est fait dans un seul récipient, précise M. Deslongchamps. On n'a qu'à isoler le produit désiré. En ce moment, le principe de cette méthode est bien établi et environ 80% des obstacles principaux n'existent plus. Nous espérons achever la synthèse totale en un an.»

Antibiotiques et médicaments divers, produits industriels, l'équipe de M. Deslongchamps s'intéresse à de nombreuses synthèses, toujours dans une optique de simplification maximale. Or, la simplicité d'une synthèse a une influence décisive sur le coût du produit final, ce qui confère à de tels travaux un de leurs mérites les plus évidents, et non le moindre: qu'il s'attaque au prix des médicaments ou à la pollution des eaux, le chimiste d'aujourd'hui est avant tout un fournisseur de solutions concrètes à des problèmes pratiques.

«Il pinçait sa lyre et chantait des rhapsodies au sujet de la métamorphose de la Masse, pesante et attachée à la Terre, en énergie céleste.» Il peut certes regretter l'époque où cette phrase d'A. Huxley s'appliquait à lui, mais le chimiste modèle '73 peut également puiser son enthousiasme créateur dans des réalisations technologiques éblouissantes: les défis à relever ne manquent pas. ■

# la chimie a perdu sa raison d'être en tant que science

Une entrevue avec le Dr Gerhard Herzberg, prix Nobel de chimie 1971



«Oui je suis content!» s'exclame le Dr Herzberg, détachant les syllabes, et appuyant fortement sur le mot «content». Mon célèbre interlocuteur commente ainsi les dernières élections fédérales, précisant toutefois que sa satisfaction ne constitue pas une prise de position politique: «Je suis content dans la mesure où un gouvernement minoritaire, soucieux peut-être de se concilier l'appui du monde scientifique, renoncera à lui imposer les recommandations du Rapport Lamontagne.» Seul Canadien détenteur du Prix Nobel en sciences pures, le Dr Herzberg est devenu tout naturellement le porte-parole le plus autorisé de nos savants.

Or, les savants ont horreur des administrateurs qui prétendent contrôler leurs travaux, les asservir à des finalités économiques: «Mao Tsé-Toung lui-même a, durant la 'Révolution Culturelle', nié la valeur de la recherche fondamentale libre; pour citer quel-

ques exemples, Israël, la Roumanie, la France... et bientôt le Canada si l'on suivait M. Lamontagne, prétendent rentabiliser leur recherche. Il s'agit bel et bien d'une tendance mondiale. Mais c'est une erreur grave. La preuve? L'URSS fut de très loin le premier État à tenter de subordonner la recherche à son utilité économique apparente par l'intermédiaire de plans. Les Soviétiques ont reconnu leur erreur et admettent aujourd'hui que la meilleure façon d'avoir des savants 'utiles' consiste à leur donner la liberté de faire ce qu'ils veulent. J'ai visité l'an dernier les laboratoires des professeurs Prokhorov et Bassov: chacun d'eux dirige une équipe de 300 chercheurs et dispose de tous les moyens nécessaires pour mener à sa guise les travaux qui l'intéressent. Eh bien! cette politique s'avère beaucoup plus féconde que l'ancien dirigisme à outrance.»

**Les savants canadiens moins libres que les soviétiques** ○ Est-ce à dire que si l'on appliquait les recommandations Lamontagne, les savants canadiens jouiraient de moins de liberté que leurs confrères soviétiques?

«Absolument! Ce serait certainement pire qu'en URSS, d'affirmer le Dr Herzberg. Et puisque les Russes ont prouvé d'expérience l'inefficacité d'une politique scientifique dirigée, nous serions bien fous de nous précipiter à notre tour dans une ornière dont eux sont sortis!»

Est-ce précisément pour éviter cet embrigadement politico-économique que vous avez fui l'Allemagne nazie en 1935?

«Pas directement. Je pensais d'abord à la sécurité de mon épouse qui était Juive, voilà la raison primordiale de mon départ d'Allemagne; mais je n'aurais certainement pas, de toute façon, supporté la férule hitlérienne.»

Tout de même la recherche d'aujourd'hui coûte extrêmement cher aux contribuables et il semble normal que le pouvoir politique, porte-parole de la collectivité, veille sur l'emploi de cet argent. Le Dr Herzberg compare le travail du savant à celui de l'écrivain: «on n'impose pas un sujet de roman à un écrivain!» Mais l'écrivain ne coûte rien à la collectivité; il peut donner libre cours à son imagination sans en rendre compte à qui que ce soit. «Certes, et c'est un problème. À la collectivité d'admettre que le chercheur a besoin d'argent et de liberté. Pour le plus grand bien de cette collectivité. Tout au plus peut-on concevoir que dans un pays en voie de développement les scientifiques soient astreints à travailler dans certaines directions plus urgentes. Mais là encore, si un talent exceptionnel s'affirme, je suis convaincu qu'il est de l'intérêt général de le laisser faire à sa convenance.»

Il y a quelques années, le Département de chimie d'une université québécoise avait passé commande d'un instrument coûtant la bagatelle de \$90 000. Mais l'appareil, livré et payé, resta immobilisé plus de deux années dans un sous-sol sans fonctionner, faute de responsable efficace. Voilà un exemple précis où la liberté laissée à des scientifiques et l'absence de regard sur l'usage des subventions accordées, s'avère une très coûteuse fantaisie. Un minimum de contrôle n'aurait-il pas permis d'éviter un tel gaspillage?

«Ah! voyez-vous, il n'y a pas de système parfait. D'ailleurs je ne prétends pas qu'on doit laisser carte blanche aux savants; mais il leur faut un bon degré de liberté. On ne peut pas diriger la recherche, à moins de vouloir la tuer.»

#### Informé le public plutôt que de subventionner l'industrie

○ L'indifférence du public en matière de recherche est pourtant à peu près totale. Si la moindre modification, affectant par exemple Radio-Canada, connaît de grandes répercussions, il est à parier que bien des citoyens ignorent jusqu'à l'existence du Conseil National de Recherches du Canada (CNRC), dont le budget atteint à peu près trois fois celui de la Radio d'État. D'où l'impossibilité de définir une politique scientifique rencontrant les vœux du public qui se désintéresse de ces questions. Et le risque peut-être qu'un jour le peuple, prenant brusquement conscience des montants énormes consacrés à la science, mais ignorant son importance et ses bienfaits non apparents, exige des coupures draconiennes dans les budgets: «Voilà pourquoi il est indispensable d'entreprendre un vaste effort d'information. Il faut expliquer l'importance de la science pour notre culture.»

Mais il ne s'agit pas que de culture. Le Rapport Lamontagne préconise que le gouvernement confie par contrats des travaux de recherche à l'industrie. Selon le Dr Herzberg, cette recommandation est proprement «ridicule». Car, enchaîne le savant, «les industries canadiennes, à quelques rares exceptions près, n'ont pas

l'équipement nécessaire à des travaux sérieux. Résultat: les industriels empocheront de grosses sommes, mais les recherches n'aboutiront nulle part. Seul le gouvernement est capable d'entreprendre des travaux d'envergure.»

On voit donc que M. Herzberg ne mâche pas ses mots. S'il reconnaît la nécessité d'encourager l'industrie canadienne, il suggère un procédé inverse: que les laboratoires gouvernementaux prennent commande de travaux de recherche qu'eux seuls sont capables de mener à bien.

**Seuls les scientifiques peuvent évaluer la science** ○ Mais revenons à la recherche fondamentale: le Rapport Lamontagne recommande un effort vers la qualité, l'excellence des équipes, au détriment de leur nombre. Qualité plutôt que quantité? Le Dr Herzberg est d'accord sur le principe. «Mais qui décidera de la valeur des résultats? Qui exercera un tel choix sélectif? C'est déjà une tâche fort difficile pour des scientifiques. Et impossible pour les politiciens.» M. Herzberg désigne de la main les énormes piles de livres et revues qui inondent littéralement son vaste bureau (au point qu'il a dû venir s'asseoir à côté de moi pour me laisser une chance de l'apercevoir, tandis que derrière sa table les amoncellements de documents le dérobent entièrement au regard). Sourire. Moue légèrement boudeuse: «Oh oui il y a trop de chercheurs, trop de travaux, trop de publications! Il me faudrait lire tout ça! Robert Oppenheimer déclarait que 90 pour cent des savants de tous les temps étaient actuellement vivants. Sans aucun doute cette prolifération de chercheurs s'est-elle soldée par une certaine baisse du niveau moyen des travaux. Mais pas au point que le bilan ne soit fortement positif.»

Inflation de publications donc: le système actuel d'attribution de subventions n'encourage-t-il pas les chercheurs à publier leurs résultats en fractions incomplètes pour multiplier les articles, augmentant ainsi leurs chances dans la quête de la manne fédérale, mais encombrant inutilement les revues spécialisées en écrits de peu d'intérêt?

«Non, car les commissions qui attribuent les subventions du CNRC ne se laissent pas prendre à de tels pièges. Les auteurs trop prolifiques (ils existent!) sont dépistés... et leurs subventions connaissent des chutes vertigineuses.»

**La chimie est une branche de la physique** ○ Le Dr Herzberg fut le premier Canadien à recevoir un prix Nobel en recherche fondamentale. Physicien, il reçut paradoxalement le prix de chimie. Mais est-ce là vraiment un paradoxe? «Assurément non: la chimie est une branche de la physique, poursuivant comme elle la réponse à la question: qu'est-ce que la matière?» Dès lors que le pont est fait entre la substance inanimée et la matière organique, la chimie perd sa raison d'être en tant que science; c'est justement ce qui lui arrive en ce moment: la synthèse, disons du cholestérol, représentait un défi passionnant. Celle-ci réalisée, toute autre synthèse organique de même complexité présente certes un intérêt technologique, mais n'a plus grand chose à apporter à la culture, à la philosophie de la nature et de la vie. La parole est alors aux biochimistes, du côté organique, et aux physiciens, du côté de la nature intime de l'atome et de la molécule.

Faut-il voir là l'une des causes de la désaffection qu'on semble déceler actuellement chez les jeunes à l'égard de la chimie proprement dite? «Oui, je le crois. Le défi en ce qui concerne l'essence ultime de l'atome, de la molécule et des radicaux libres, est aux mains des physiciens, même si la plupart d'entre eux s'intéressent plus spécialement aux particules élémentaires. Mon originalité consistait à m'interroger en physicien sur les radicaux libres, chasse gardée des chimistes.»

En quoi vous avez rencontré un succès complet. Le Dr Herzberg sourit. Sa gentillesse et sa simplicité m'encouragent à poser une question légèrement irrévérencieuse: le «savant» n'est-il pas démodé en 1973? On parle beaucoup du travail en équipe comme seule formule d'investigation scientifique valable désormais.

«Non! Une découverte, c'est une IDÉE. Et une idée est toujours conçue par un homme. Pas par une équipe. Une équipe peut accomplir des travaux prévisibles en exploitant une idée, non créer une idée. Une équipe ne se conçoit que groupée autour d'un leader, un homme à idées.»

L'exploitation des idées est précisément le rôle que le Rapport Lamontagne assignerait à la recherche universitaire, celle qui est dévolue aux candidats au doctorat et à la maîtrise. On semble donc s'acheminer vers une conception «dévaluée» de la recherche universitaire qui consisterait à exploiter dans un but pédagogique les résultats fondamentaux obtenus dans les instituts spécialisés. De ces résultats se dégageraient en retour de nouvelles «pistes» pour les «vrais» chercheurs. Une telle philosophie est d'ailleurs appuyée par le Rapport Bonneau-Corry qui concluait récemment: la recherche de pointe n'est pas essentielle à l'enseignement universitaire qui devrait plutôt se faire à partir d'une «réflexion sur les travaux des autres».

«Oui. Je connais très bien les auteurs de ce rapport. L'un et l'autre sont des hommes éminents. Mais... non des scientifiques. Comment peuvent-ils se prononcer sur la recherche? Je ne suis absolument pas d'accord.»

#### Les résultats des sciences humaines ne sont guère encourageants

○ Et les sciences humaines que le Rapport Lamontagne entend privilégier au détriment des sciences de la nature?

«Oui, admet le Dr Herzberg, les sciences humaines sont en retard sur les sciences de la nature. Il convient de faire un effort dans cette direction. Mais... (sourire) les résultats ne sont guère encourageants! À mon avis, la seule règle consiste à appuyer les bons travaux, dans quelque domaine que ce soit.»

Et le manque de communications entre chercheurs?

«Oui, ce manque de communication se fait cruellement sentir d'une discipline à l'autre. Entre les sciences sociales et naturelles, par exemple. Mais certainement pas entre chercheurs d'une même discipline. Je veux dire que la répétition de travaux identiques, que craint tant M. Lamontagne, est presque impossible. La science est internationale, elle n'a pas de patrie. Les chercheurs sont parfaitement au courant de ce que font leurs collègues, même à l'autre bout du monde. Si le Dr X veut travailler sur le même sujet que moi, je vais lui écrire et nous allons nous partager le domaine. Les scientifiques font tout pour éviter la duplication (qui est exceptionnelle) du même résultat par deux laboratoires différents. Je ne comprends pas pourquoi la Commission sénatoriale voit là un problème; il n'y en a pas.»

Et puisque nous en sommes aux communications: la langue?

La plupart des scientifiques québécois publient en anglais: «Il faut reconnaître que l'anglais est devenu la langue de la science. C'est dommage pour les chercheurs francophones, mais c'est ainsi.» (Le Dr Herzberg s'exprime d'ailleurs très bien en français.)



La science n'a rien à voir avec le «skidoo» ○ C'est ainsi. Tout comme la technologie envahissante qui altère notre environnement et notre équilibre mental: bien des gens, pas toujours farfelus, crient au désastre. Certains vont jusqu'à proclamer la nécessité absolue de stopper toute recherche et toute industrialisation. Question de vie ou de mort. Professeur Herzberg, êtes-vous pessimiste?

«Pas comme ça. On ne doit ni ne peut arrêter la science. Il faut arrêter — peut-être — la technologie. Ça n'est pas la science. On ne prétendra pas, j'espère, que la science est responsable du skidoo. La science n'a rien à voir avec le skidoo. Ce n'est pas la faute de la science si l'on ne s'est pas demandé AVANT quelles seraient les conséquences du skidoo dans nos forêts. Il en va de même pour tous les maux dont nous souffrons aujourd'hui.» Quant à la science elle-même, la vraie, elle est partie intégrante de notre culture: «qu'il est doux de voir la vie s'embellir par l'invention des arts». Telle est la devise, figurant sur la médaille Nobel, que me fait lire M. Herzberg.

Notre culture? Mais la science moderne, par son ésoétisme, son hypercomplexité, n'est-elle pas à tout jamais inaccessible au profane? «Ainsi de la musique: les compositions avant-gardistes sont réservées à un petit nombre de spécialistes et les profanes assimileront plus tard. Ainsi de la science actuelle: les «laiques» assimileront plus tard.» ■

(Propos recueillis par Fabien Gruhier)

#### POUR EN SAVOIR PLUS LONG

MINELLE, J., *Les fondements de la vie*, Maloine éditeur, Paris, 1970.

HEISENBERG, Werner, *Physique et Philosophie*, Albin Michel, «Sciences d'aujourd'hui», 1971.

LOCKEMAN, G., *Histoire de la Chimie*, Dunod, 1962.

DUCROCQ, Albert, *Le roman de la matière*, Julliard, 1967.

les plantes

# premières victimes de la pollution

par Solange L. Czerniecki

*Blessées les premières par les retombées de gaz toxiques, les plantes constituent un excellent détecteur de la pollution de l'air. Le ministre québécois responsable de la qualité de l'Environnement, M. Victor Goldbloom, rendait publics les résultats d'une étude réalisée par M. Marc Pellissier en collaboration avec le groupe d'étude sur l'influence de la pollution atmosphérique sur la végétation dans les régions industrielles de Shawinigan, Grand-Mère, Trois-Rivières et Cap-de-la-Madeleine.*

Ce n'est pas la première fois que les plantes sont utilisées comme indicateur de la pollution urbaine. Déjà, un peu partout dans le monde, des chercheurs ont pu démontrer, grâce aux lichens, que certaines zones des villes subissaient plus de pollution que d'autres et que certains polluants affectaient davantage ces plantes.

Ainsi en 1970, à Montréal, Fabius Leblanc et Jacques de Sloover, botanistes, entreprenant de cartographier les aires de pollution atmosphérique, ayant pour base la sensibilité des lichens et des mousses à la présence de gaz toxiques dans l'air. Ayant choisi les stations à analyser, ils notaient, selon une échelle particulière, la fréquence des espèces rencontrées, leur abondance, leur vitalité, leur fertilité, leur degré de recouvrement et leur taille. Tenant aussi compte des vents dominants, ils purent véritablement cartographier la pollution atmosphérique de la ville de Montréal.

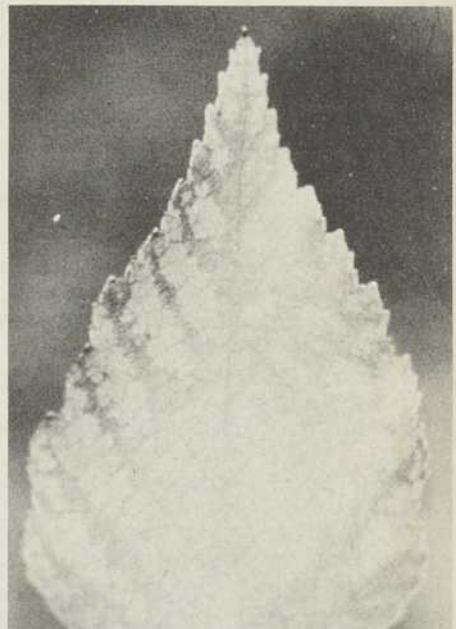
En Mauricie, l'étude portait plus particulièrement sur les effets — jaunissement, chlorose, nécrose —, dus uniquement à la pollution, sur des plantes communes de la région. Il faut bien préciser que les effets dont il est question sont conséquence directe des polluants présents dans l'air et non de quelque autre maladie. Il est en effet souvent difficile de voir du premier coup d'oeil si tel symptôme relève d'une maladie ou d'un polluant toxique à la plante.

Les cas où le symptôme était dû à une maladie furent soigneusement notés et n'entrent pas dans les résultats de cette étude. Bien entendu, le cours de certaines maladies des plantes a pu être accéléré par les polluants présents, mais il n'en a pas été tenu compte dans cette première étude. Les résultats présentés sont donc en relation directe avec la pollution atmosphérique de Trois-Rivières, du Cap-de-la-Madeleine, de Shawinigan et de Grand-Mère, selon le cas.

Le groupe commença par visiter les différentes industries de la région et se fit expliquer les procédés de fabrication utilisés. Cette étape de préparation et de reconnaissance eut lieu au cours de l'hiver 1971-72. Les principaux polluants remarqués et étudiés furent les suivants: le  $\text{SO}_2$ , le fluor, le chlore et les particules.

**Le soufre qui fait souffrir** ☉ L'anhydride sulfureux (ou  $\text{SO}_2$ ) provient en majeure partie de la combustion du mazout, du coke et du charbon. La plupart des usines utilisent le mazout, mais ce sont les fabriques de carbure de silicium qui en émettent le plus, ainsi que les usines de papier où le procédé Kraft — traitement chimique de la pâte de papier — et le procédé au sulfite — autre traitement chimique — sont utilisés. Le procédé dit de la pâte mécanique dégage beaucoup moins de  $\text{SO}_2$ . Or, cet anhydride sulfureux s'avère très toxique. Des villes comme Montréal en souffrent à tel point que des règlements concernant la combustion du mazout y ont été adoptés. Vu le grand nombre d'immeubles à chauffer, il a fallu décider d'éliminer le  $\text{SO}_2$  au maximum, pour éviter une toxicité dangereuse. Ainsi, le mazout utilisé ne peut contenir plus de 2 pour cent de soufre.

Tel n'est pas le cas en Mauricie où aucune limite n'existe. Les industries utilisent, bien sûr, le mazout le moins cher possible: celui de l'Amérique du Sud. Ce mazout peut contenir jusqu'à 4 pour cent de soufre.



Feuille de peuplier attequée par le  $\text{SO}_2$ .

Enfin, aucun dispositif anti-pollution n'a encore été installé par ces usines. Le simple fait d'augmenter la taille des cheminées laisserait au gaz le temps de se diluer dans l'air et de retomber en des concentrations trop faibles pour affecter la végétation.

En effet, ce gaz est très réactif et se décompose facilement; il se dissout dans l'eau ou encore, réagit avec les particules de l'air donnant des sulfites et des sulfates d'une toxicité bien moindre que celle du gaz lui-même. Enfin, ce polluant n'a pas tendance à s'accumuler dans l'atmosphère. C'est pourquoi son influence visible sur la végétation n'est perçue que dans un rayon relativement court autour de l'usine polluante (300 à 500 mètres). Les symptômes les plus aigus qu'il fut possible de constater en Mauricie entouraient les usines de carbure de silicium à Shawinigan et à Grand-Mère.

**Les plantes sensibles** ○ Cette étude a permis d'établir une liste des plantes sensibles à ce polluant et celles qui lui sont résistantes (voir tableau 1).

Les pins se rangent dans la catégorie des plantes les plus sensibles. Ils perdent leurs aiguilles de façon prématurée et présentent des nécroses (tissus morts). Quant aux feuilles de bouleau, elles sont brûlées entre les nervures et tombent même l'été. Les fougères (voir photo) sont également de très bons indicateurs de la présence du  $SO_2$ .

Enfin, après expérience en laboratoire, on a calculé que l'atmosphère au sol devait comporter environ 25 à 100 pphm (parties par centaines de millions) pour aboutir à de tels dégâts sur la végétation et ce, d'une manière constante. Ce chiffre ne représente qu'une infime portion de ce que déversent les cheminées. Tel qu'expliqué plus haut, la première mesure à prendre serait d'avoir de hautes cheminées pour laisser au gaz le temps de se disperser suffisamment et d'éliminer les effets toxiques actuels.

**Chlore, fluor et particules** ○ Pour sa part, le chlore pénètre les tissus des feuilles et endommage la plante. La mort s'installe d'abord à la marge de la feuille puis gagne le centre. Ces feuilles tombent durant l'été. Le pin et l'érable à Giguère étaient très affectés dans la région avoisinant l'usine de chlore de Shawinigan. Des dispositifs de récupération ont été installés récemment, mais il reste encore deux cheminées dégageant toujours du chlore en des quantités non négligeables.

Pour fabriquer de l'aluminium, il faut effectuer une électrolyse à très haute température. Cette opération dégage du fluor. Environ la moitié des produits dégagés sont des particules (fluorures), l'autre moitié se composant de gaz HF, extrêmement toxique. Ainsi, des dégâts —nécroses et chloroses— ont pu être constatés autour des usines d'aluminium de la Mauricie. Dans un rayon de 0,5 à 1 km, la végétation était des plus rares et l'étude s'est avérée fort difficile. Il est permis de croire que c'est la haute toxicité même du gaz HF qui a contribué à la disparition des plantes dans ces secteurs.

Notons que de fortes concentrations de fluor sont extrêmement dangereuses tant pour la plante que pour l'animal qui l'absorbe, ou même pour l'homme qui se nourrit de l'animal ou de ses produits (lait). Même après constatation des symptômes caractéristiques de HF, seule une étude de tissus permettra de déterminer si le gaz HF en est responsable. On sait en effet que certains polluants ont tendance à cumuler leurs

effets. De plus, le fluor peut contribuer à réduire la croissance d'une plante et à diminuer sa vitalité.

L'une des usines d'aluminium vient d'adopter un dispositif anti-pollution. Toutes les cheminées n'en possèdent pas encore mais un tiers des gaz se trouvent traités et ne retombent plus directement sur la végétation environnante.

Reste le problème des particules. Leur accumulation est parfois si forte qu'elle peut créer jaunissement et taches nécrotiques. Toutes les usines en produisent à des taux divers; quelques-unes viennent d'installer des recycleurs de poussières, ce qui permet de bloquer et rassembler les poussières avant leur sortie de la cheminée pour ensuite les éliminer.

**Espérer** ○ En résumé, cette étude à l'aide de plantes met en lumière le fait que certaines industries sont directement responsables de la pollution atmosphérique. Basée sur les plantes et non sur l'usage de machines et instruments de mesure, une telle étude coûte beaucoup moins cher. De plus, les plantes sont là jour et nuit, depuis plusieurs années souvent, et leur état actuel est la conséquence même de la qualité de l'environnement. Enfin, les plantes étant généralement beaucoup plus adaptables que l'homme, les effets notés n'en ont que plus d'importance. En effet, l'homme souffre sans doute des taux excessifs de gaz, toxiques à différents degrés et présents dans l'atmosphère. Mais les lésions et les effets

**Tableau 1 — Sensibilité respective des plantes à l'anhydride sulfureux dans un terrain boisé du Cap-de-la-Madeleine situé entre la compagnie Norton (carbure de silicium) et la compagnie Reynolds Aluminium (fonderie).**

**TRÈS SENSIBLES\***

Pin gris (*Pinus divaricata*)  
Pin blanc (*Pinus strobus*)  
Pin rouge (*Pinus resinosa*)  
Bouleau gris (à feuilles de peuplier) (*Betula populifolia*)  
Bouleau à feuilles de papier (*Betula papyrifera*)  
Noisetier à long bec (*Corylus cornuta*)  
Sumac vinaigrier (*Rhus typhina*)  
Amelanchier stolonifère (*Amelanchier stolonifera*)  
Bleuet (*Vaccinium angustifolium*)  
Grande fougère (*Pteridium aquilinum*)  
Framboisier (*Rubus idaeus*)

**RÉSISTANTES\***

Épinette blanche (*Picea glauca*)  
Peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*)  
Peuplier à grandes dents (*Populus grandidentata*)  
Érable argenté (*Acer saccharinum*)  
Herbe à la puce (*Rhus radicans*)  
Chénopode blanc (*Chenopodium album*)  
Mélilot blanc (*Melilotus alba*)  
Vesce jargeau (*Vicia cracca*)  
Armoise vulgaire (*Artemisia vulgaris*)

(\* ) Étaient désignées comme très sensibles, les plantes partiellement défeuillées et présentant une nécrose étendue sur une partie de la feuille et comme résistantes, celles qui n'étaient que peu ou pas atteintes de façon visible par le polluant.

(Tiré de *La Pollution atmosphérique et ses effets sur la végétation*, p. 25. Avec la permission de l'auteur.)



Feuilles de rosier attaquées par le fluor (HF).

sont cachés et fort difficiles à mettre à jour (toux, fatigue, stress, cancer peut-être).

Pour l'instant, les dispositifs mis en place pour tenter de diminuer les quantités de ces polluants s'avèrent tout à fait insuffisants. Mais comme le disait le ministre Goldbloom lui-même: «Il faut savoir patienter, travailler à trouver des solutions acceptables et surtout, espérer.»

Espérer qu'il ne sera pas trop tard le jour où l'on décidera de mettre tout en oeuvre pour sauver notre planète. ■



par Michel Boudoux

# et $\pi$ après?

« Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages  
Immortel Archimède, artiste, ingénieur  
Qui de ton jugement peut briser la valeur?  
Pour moi ton problème eut de sérieux avantages. »

Sans doute en lisant ce détestable quatrain vous demanderez-vous si la muse de l'éloquence a frappé QUÉBEC SCIENCE et si ces excrécables vers constituent le fruit d'une nuit de veille d'un chroniqueur déjà très fatigué.

**Un nombre à mille décimales** ○ Non. Tout simplement, je voudrais vous entretenir d'un nombre. Eh oui! Toute une chronique consacrée à un simple nombre. Mais pas n'importe lequel: depuis la plus haute antiquité, il hante les rêves des mathématiciens, frémente la quadrature du cercle et n'a pas encore été (et ne le sera sans doute jamais) calculé exactement. Il s'agit, vous l'avez deviné, du nombre  $\pi$ ! Autrement dit: 3,1416 etc... Plus précisément, c'est de cet etc. que j'aimerais vous entretenir. En effet, se servant de l'initiale du mot grec *περιμετρος* (périmètre), les Anciens posèrent que:

$$\pi = \frac{\text{longueur de la circonférence}}{\text{diamètre}}$$

ou encore:  $L = 2\pi R$ , pour s'apercevoir en premier lieu que  $\pi$  était une constante fondamentale de la Nature et que, deuxièmement, il ne pouvait être calculé exactement (nous y reviendrons plus loin).

**L'affreux poème chiffré** ○ D'où l'affreux poème ci-dessous: si en dessous de chaque mot, vous placez le nombre de lettres du mot, vous obtenez:

Que j'aime à faire apprendre un nombre  
3 1 4 1 5 9 2 6  
utile aux sages  
5 3 5

Immortel Archimède, artiste, ingénieur  
8 9 7 9

Qui de ton jugement peut briser la valeur  
3 2 3 8 4 6 2 6

Pour moi ton problème eut de sérieux  
4 3 3 8 3 2 7  
avantages  
9

qui sont bien les premières décimales du nombre  $\pi$ .

Peut-être seriez-vous tenté de continuer ce petit jeu. Mais une difficulté majeure surgit: une des décimales suivantes est un zéro. Que faire? Si vous n'êtes pas convaincu, consultez la *figure 1*: vous y trouverez les mille premières décimales... Bien entendu, celles-ci ont été calculées par un ordinateur (en 1943).

**Où l'ordinateur s'arrête** ○ Pourquoi toutes ces décimales, me direz-vous? Honnêtement, je n'en sais rien, n'ayant pas reçu de « lumière » spéciale de la Nature! Mais il se passe ceci: si l'on augmente le rayon d'un cercle, sa longueur augmente proportionnellement et ce rapport de proportionnalité est précisément le nombre  $\pi$ . Une dilatation qui doublerait le rayon, doublerait exactement la longueur.

Mais ce rapport n'est pas un nombre fini. La suite des décimales peut s'allonger infiniment. Et ce n'est pas là une expérience que je vous propose: sans ordinateur, pour calculer la mille et unième décimale de la figure 1, il vous faudrait un certain temps!

**De  $\pi$  en aiguille** ○ C'est d'ailleurs fantastique comme, au cours des ans, ce nombre a fasciné les savants. Ainsi Buffon, le fameux naturaliste français, a trouvé une bien curieuse méthode pour calculer le nombre.

Voici ce dont il s'agit: lançant un très grand nombre de fois une aiguille de 1 pouce de long (25,4 mm) sur un parquet très régulier dont les lattes étaient espacées de deux pouces (50,8 mm), Buffon fit le rapport du nombre total de jets d'aiguilles, N, au nombre n de fois où celle-ci coupait une rainure.

Plus N augmente, plus le rapport  $\frac{N}{n}$  tend

vers une valeur approchée de  $\pi$ . En effet, l'aiguille est assimilable à un arc de cercle de diamètre D pa ( $a/2$  étant la longueur d'une aiguille). Cet arc de cercle coupe les bords en  $2p$  points. Chaque arbre ayant des chances de couper les bandes proportionnelles à sa longueur, l'aiguille a donc  $\frac{a/2}{\pi D} \times 2p = \frac{a}{2\pi pa} \times 2p = \frac{1}{\pi}$

intersections en moyenne avec les bords. Donc  $\frac{n}{N} \cong \frac{1}{\pi}$

Se rendant compte assez rapidement qu'ils ne pourront jamais calculer le nombre avec toutes ses décimales — et pour cause — les hommes ont cherché au cours des siècles des moyens commodes d'approcher ce nombre. Cela a donné lieu à un grand nombre d'algorithmes dont vous trouverez les principaux à la figure 3.

**Pyramides d'Égypte** ○ La *figure 2* donne une série d'algorithmes sophistiqués vous permettant de calculer la valeur de  $\pi$  avec de plus en plus de précision: vous pourrez comparer vos résultats avec ceux de la *figure 1*.

Certaines de ces relations ne sont que des procédés de calcul, d'autres par contre ont eu leur importance historique: ainsi la première formule est la valeur que l'on trouve chez la plupart des peuples dont les connaissances en mathématiques sont réduites. Elle se trouve, par exemple, dans la Bible. Quant à la quatrième formule, elle servait aux Égyptiens pour calculer l'aire A d'un cercle en fonction de son diamètre D: ils posaient que  $A = (D - \frac{D}{9})^2$

Soit dit en passant, on peut remarquablement la représenter sur le plan géométrique en se basant sur le fameux triangle de côtés 3 - 4 - 5.

$$\pi = \frac{4}{\sqrt{k}} = 2\sqrt{2\sqrt{5} - 2}$$

(où k est le nombre d'or), les archéologues pensent qu'elle a été utilisée dans la construction de la grande pyramide

3.14159	26535	89793	23846	26433	83279	50288	41971	69399	37510
58209	74944	59230	78164	06286	20899	86280	34825	34211	70679
82148	08651	32823	06647	09384	46095	50582	23172	53594	08128
48111	74502	84102	70193	85211	05559	64462	29489	54930	38196
44288	10975	66593	34461	28475	64823	37867	83165	27120	19091
45648	56692	34603	48610	45432	66482	13393	60726	02491	41273
72458	70066	06315	58817	48815	20920	96282	92540	91715	36436
78925	90360	01133	05305	48820	46652	13841	46951	94151	16094
33057	27036	57595	91953	09218	61173	81932	61179	31051	18548
07446	23799	62749	56735	18857	52724	89122	79381	83011	94912
98336	73362	44065	66430	86021	39494	63952	24737	19070	21798
60943	70277	05392	17176	29317	67523	84674	81846	76694	05132
00056	81271	45263	56082	77857	71342	75778	96091	73637	17872
14684	40901	22495	34301	46549	58537	10507	92279	68925	89235
42019	95611	21290	21960	86403	44181	59813	62977	47713	09960
51870	72113	49999	99837	29780	49951	05973	17328	16096	31859
50244	59455	34690	83026	42522	30825	33446	85035	26193	11881
71010	00313	78387	52886	58753	32083	81420	61717	76691	47303
59825	34904	28755	46873	11595	62863	88235	37875	93751	95778
18577	80532	17122	68066	13001	92787	66111	95909	21642	01989

Figure 1 - Les mille premières décimales du nombre  $\pi$ .

VALEUR	Inscrivez vos résultats dans cette colonne	ERREUR	ÉQUATION
A 3		1 / 20	$\pi - 3 = 0$
B 3,2		1 / 50	$5\pi - 16 = 0$
C $\sqrt{10}$		1 / 150	$\pi^2 - 10 = 0$
D $(4/3)^4$		1 / 200	$81\pi - 256 = 0$
E $\sqrt{3} + \sqrt{2} = \frac{1}{\sqrt{3} - \sqrt{2}}$		1 / 600	$\pi^4 - 10\pi^2 + 1 = 0$
F $4/\sqrt{k}$		1 / 1000	$\pi^4 + 16\pi^2 - 256 = 0$
G 3,14		1 / 2000	$50\pi - 157 = 0$
H $22/7$		1 / 2500	$7\pi - 22 = 0$
I $\frac{20\sqrt{2}}{9}$		1 / 3000	$81\pi^2 - 800 = 0$
J $3^0 08' 30'' / 1^0$		1 / 50 000	$120\pi - 377 = 0$
K $\frac{\sqrt{40 - 6\sqrt{3}}}{3}$		1 / 50 000	$9\pi^4 - 240\pi^2 + 1492 = 0$
L 3,1416		1 / 400 000	$1250\pi - 3927 = 0$
M $1/0,3183098$		1 / 4 000 000	$1591 549\pi - 5 000 000 = 0$
N $\frac{13}{50}\sqrt{146}$		1 / 4 500 000	$1250\pi^2 - 12 337 = 0$
O $\frac{5}{4} + \frac{\sqrt{229}}{8}$		1 / 5 000 000	$64\pi^2 - 160\pi - 129 = 0$
P $355/113$		1 / 10 000 000	$113\pi - 355 = 0$
Q $\frac{167}{80} + \frac{\sqrt{10}}{3}$		1 / 30 000 000	$57600\pi^2 - 240 480\pi + 187 001 = 0$

Figure 2 - Quelques algorithmes de calcul de  $\pi$ .

de Kheops. Il est en effet certain que les Égyptiens ont voulu que les faces de la pyramide soient formées des deux moitiés d'un rectangle d'or.

Ce fameux nombre d'or qui a fait couler tant d'encre depuis l'Antiquité (on le retrouve même en musique!) est en réalité le rapport existant entre la longueur et la largeur  $x$  d'un rectangle lorsque celui-ci possède la propriété suivante: si  $y$  est plus grand que  $x$ ,  $x$  est à  $y$  comme  $y$  est à  $x + y$ , i.e.  $\frac{x}{y} = \frac{y}{x+y}$

Pour une longueur  $x$  unitaire, la longueur  $y$  sera la racine de l'équation:  $y^2 - y - 1 = 0$

soit  $y = 1,61803$ .

Un rectangle dont les côtés sont dans ce rapport est dit un rectangle d'or.

En ce qui concerne la dixième relation, il est curieux de noter qu'elle serait très utile dans un système de numérotation à base 60, analogue à celui des Mésopotamiens, en effet:

$$\pi = \frac{3^0 08' 30''}{1^0} = 3 + \frac{1}{8} + \frac{1}{60}$$

Il paraît que c'est à Ptolémée, le célèbre astronome, que revient le mérite d'avoir trouvé ce résultat. Bref, ce n'est pas d'aujourd'hui que la recherche de  $\pi$  passionne les hommes.

**En botanique et en sociologie** ○ D'une façon plus générale, on pourrait se demander pourquoi ce nombre a tellement d'importance. En géométrie ou, plus généralement, en mathématique, cela va de soi. Mais ne voit-on pas régulièrement l'usage de  $\pi$  dans des disciplines aussi éloignées que la botanique ou la sociologie? En réalité, la raison en est simple: partout où apparaît une fonction trigonométrique par exemple, on peut être assuré de trouver  $\pi$  tôt ou tard.

Comme dans le cas de l'expérience de Buffon, le nombre  $\pi$  intervient aussi très souvent en calcul des probabilités: ainsi la probabilité pour que deux nombres pris au hasard,  $a$  et  $b$ , n'aient pas de diviseur commun vaut  $\frac{6}{\pi^2}$  soit à peu près 62% des cas possibles.

J'ose croire que cette probabilité demeure la même en ce qui concerne les lettres reçues à cette chronique. N'hésitez pas à m'écrire. Je répondrai à toute question de votre part individuellement ou dans le cadre de l'Expérience du mois. Car un chroniqueur digne de ce nom ne doit pas demeurer en cercle restreint, mais au contraire, augmenter le rayon de son cercle proportionnellement à son périmètre...■

Une seule adresse: QUÉBEC SCIENCE  
C.P. 250  
Sillery, Québec 6

# AS-TU DEUX MINUTES?

Lis-donc  
QUÉBEC-PRESSE  
dimanche...



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

4 mois (\$5)

12 mois (\$15)

Nom: .....

Adresse: .....

Tél.: .....

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

# ÉCHEC ET MATHS

par Claude Boucher

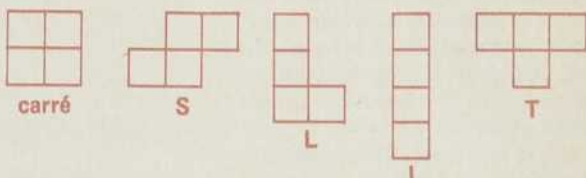
## PROBLÈME NUMÉRO 17

Comme l'indique la solution du problème no 15 que l'on trouve ci-dessous, il existe douze sortes de pentominos différents. Comme chaque pentomino est formé de cinq carrés, l'ensemble de ces pentominos recouvre une aire de 60 unités carrées. On demande de recouvrir à l'aide de ces douze pentominos deux rectangles dont chacun est de 5 par 6 unités.

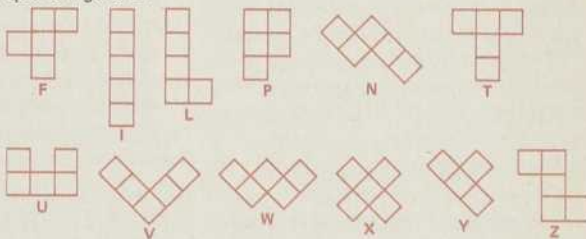
## Solution du problème numéro 15

### DOMINO ET CIE

Il y a cinq sortes de tétramminos: les tétramminos carrés, les tétramminos en forme de S, en forme de L, en forme de I et en forme de T. Un moyen mnémotechnique pour se rappeler ces formes consiste à penser à l'expression anglaise: *square slit*. La figure 1 nous donne ces formes.



Quant aux pentominos, il y en a douze sortes comme l'indique la figure 2.



On se rappellera les cinq premiers en pensant au mot *Philippines* et les sept derniers en remarquant qu'ils correspondent aux sept dernières lettres de l'alphabet.

## GAGNANTS DU CONCOURS «ÉCHEC ET MATHS», Problème no 14 (Les naufragés)

Pierre Allaire, Beauport / Alain Dumas, Cap-de-la-Madeleine / Éline Dupont, Lauzon / Louise Hébert, Montréal / Lucie Neyron, Hull / Sylvio Normand, St-Cyrille de l'Islet / Marc Provost, Duvernay / Rita Rochefort, Montréal / Daniel Roux, Shawinigan / Paul Vincent, Sherbrooke.

## Problème no 15 (Domino et Cie)

François Martel, Ottawa / Linda Rail, Maria (Bonaventure) / André La Rochelle, Québec 10 / Micheline Pelletier, St-Paul-de-la-Croix / Roland Jolin, Windsor / André Ouellet, Thetford-Mines.

*Il ne fait plus aucun doute que la Lune est ronde et que l'Homme ne peut y vivre naturellement. La science l'avait déjà prouvé depuis longtemps mais, maintenant, une douzaine d'Américains l'ont vérifié avec leurs cinq sens et tout leur bon sens, en allant là-bas, à quelque 350 000 kilomètres (210 000 milles) de la Floride, Terre, pour marcher, gambader, trébucher, jouer au golf, faire de l'auto et de la photo, et même, travailler tout en bavardant sur cet astre que s'étaient réservés rêveurs et romantiques.*

*L'aventure Lune, phase un, est terminée. Apollo 17 a fait son plouf quelque part entre deux vagues du Pacifique et, une fois de plus, une nuée de scientifiques s'est abattue sur les trois héros, les échantillons lunaires et les crayons pour élaborer de savants rapports destinés à qui-de-droit.*

*Apollo, le dix-septième du nom, fils et petit-fils des précédents, marque la fin d'une haute dynastie qui a bien mérité de la science, de la technologie, de l'économie et de la politique.*

Il était bien dans la nature américaine de vouloir conquérir la Lune. Ce genre de défi est à la dimension d'un pays où les progrès technologiques constants doivent pouvoir s'épanouir dans les plus grands projets.

Ce sont pourtant les Soviétiques qui, en 1957, ont donné le départ de ce qui allait devenir la course, puis la conquête, et enfin la connaissance de la Lune. Cette année-là, Spoutnik, le premier satellite artificiel de notre Terre, ouvrait la voie aux engins spatiaux.

Après que les Russes se furent également permis le premier homme dans l'espace avec Youri Gagarine, les Américains décidaient de tout mettre dans la balance pour être les premiers à planter leur drapeau sur le sol lunaire. En déclarant, le 25 mai 1961, qu'avant la fin de la décennie, l'homme aurait mis le pied sur la Lune, John F. Kennedy entendait bien que cet homme soit un de ses concitoyens. Le pari était gagné le 20 juillet 1969, grâce à Armstrong.

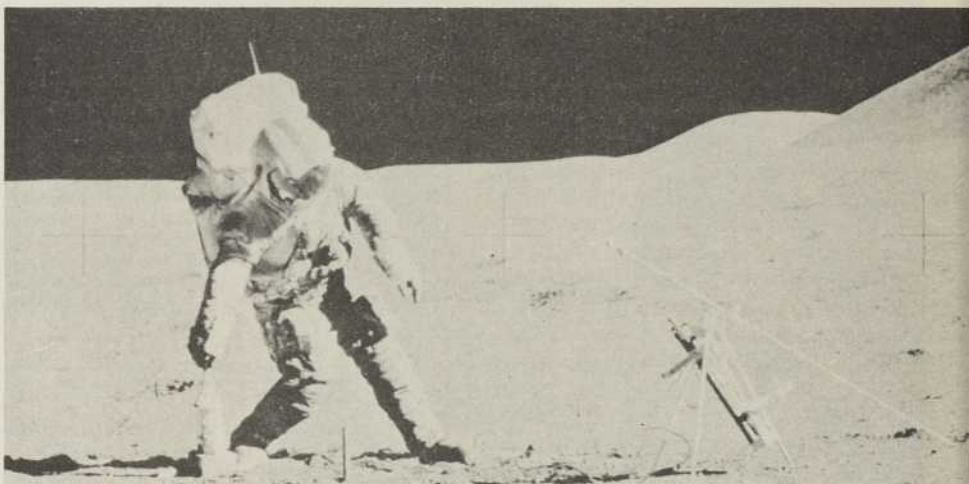
Pourtant, pendant longtemps, on pensa que les Russes seraient gagnants. Les Américains hésitèrent sur le schéma de voyage avant de se décider pour le rendez-vous en orbite lunaire et de mettre en oeuvre tout le matériel du programme Apollo. Il y eut beaucoup à perfectionner, les premiers essais n'étant pas concluants. Des milliers de modifications furent apportées et, le train spatial prenant du poids, il fallut donner des muscles aux fusées Saturne.

La mort de Grisson, White et Chaffee dans l'incendie de la cabine d'Apollo 3 au sol, le 27 janvier 1967, allait amener l'agence spatiale américaine à entreprendre un perfectionnement exceptionnel

# apollo

## le 17<sup>ième</sup> et dernier du nom

par Michel Gauquelin



du matériel et des systèmes. C'est certainement à ce moment que les États-Unis ont gagné leur voyage à la Lune.

De leur côté, les Soviétiques préféraient l'automatisme avec la série de sondes Luna dont la seizième du nom se posait en douceur en septembre 1970 et repartait avec sa cargaison d'échantillons lunaires. Mais ce succès russe arrivait avec un an et demi de retard.

**Sur la lune** ○ Il ne fait pas de doute que ce choix de mettre tous les efforts dans Apollo, fut avant tout politique. Capitalisme et socialisme s'affrontaient alors dans la guerre froide qui, fin 1962, atteignit son apogée dans l'affaire des fusées soviétiques à Cuba dont Kennedy exigea le retrait par un blocus de l'île.

L'enjeu, c'est-à-dire le prestige, était de taille et pour rien au monde les Américains ne voulaient le perdre. On retrouve là un phénomène qui s'est également vérifié au Vietnam. D'une part, faire avancer la science ou défendre une cause qu'on croit juste, et, d'autre part, se prouver qu'on est les plus forts, les plus puissants au monde en accomplissant une mission dont on se croit investi.

D'ailleurs, en bonne logique, un an après la victoire, les budgets de la NASA et ceux d'Apollo en particulier, étaient taillés à la hache et les trois derniers vols, supprimés. À ce niveau, Apollo est significatif: la technologie a énormément progressé, mais la science elle-même, c'est-à-dire la connaissance de la Lune qui devait se réaliser avec les six ou sept derniers vols, s'avère perdante. Pourtant, les investissements majeurs étaient terminés, les vols en eux-même ayant atteint une bonne perfection.

Politiquement, Apollo veut dire beaucoup. Toutes les nations de la Terre ont vu flotter bien haut le drapeau américain et, implicitement, le type de société qu'il représente s'en est trouvé consacré. En politique intérieure, la conquête de la Lune a également eu des effets positifs. Car elle a réussi à mobiliser des énergies: des universitaires, des travailleurs, des capitaux, des entreprises, la presse et son public ont participé, ou en ont eu le sentiment, à ce qui est devenu une épopée vécue. Politiquement, c'est évidemment plus fort qu'une Baie James.

L'impact économique n'est pas négligeable, non plus. Le programme Apollo a fait vivre de près ou de loin un demi-million de personnes. Les quelque 30 milliards de dollars qu'aura coûté l'opération ont aidé bien du monde.

Des compagnies comme North American Rockwell, McDonnell Douglas, Grunman Aircraft, Boeing, General Electric ou Bendix ont obtenu des contrats pour des millions, voire des milliards. De nombreux autres contractants, ou sous-contractants de moindre importance, ont été également touchés un peu partout aux États-Unis: Motorola, Philco, Westinghouse, RCA, TRW. Parfois, il ne s'agissait que du moteur électrique de la foreuse lunaire (Black and Decker) ou de la mallette à échantillons (Union Carbide).

Avec les coupures budgétaires, les retombées économiques ont subi un rude coup. Des mises à pied se sont produites. Les programmes Skylab (2 ans seulement) navette spatiale, Mariner et Pionier suffiront-ils pour maintenir cette activité? C'est loin d'être sûr.

**De la belle technologie** ○ Le plus beau bilan d'Apollo, on le trouve au chapitre de la technologie. Technique de vol, de rendez-vous spatial, systèmes électroniques, ordinateurs, communications, instrumentation scientifique telle que l'ALSEP (séismographe, magnétomètre, etc.), utilisation du laser, tous ces domaines ont connu des perfectionnements sans précédent. Tous les appareils construits ont dû l'être de la façon la plus parfaite pour en obtenir une efficacité et une fiabilité maximales.

Le cas des fusées Saturne est remarquable. Avec Saturne 5, la NASA possède un propulseur de toute première classe, supérieur et beaucoup plus sûr que ceux des Russes.

Le premier étage de Saturne 5, d'une poussée de 7,5 millions de livres (3,4 millions de kilos), est capable de placer en orbite terrestre environ 140 tonnes (128 tonnes métriques) alors que la Proton soviétique, avec un premier étage de 3 millions de livres (1,35 millions de kilos) de poussée devra se contenter d'une cinquantaine de tonnes (45 tonnes métriques) pour obtenir une efficacité comparable à celle de son homologue américain.

Le secret de cette qualité réside dans l'emploi de l'hydrogène liquide dans les deux derniers étages de Saturne, technologie développée vers 1966-68.

Malheureusement, nombre des améliorations et des mises au point réalisées grâce au programme Apollo ne trouveront pas d'applications immédiates et directement transposables à d'autres programmes comme Mars et Vénus. Car une bonne partie de cette technologie était trop précisément appliquée au cas lunaire.

À l'opposé, le programme Luna, sans doute parce qu'il n'a mené aucun homme sur la Lune, risque d'apporter une grande contribution à l'astronautique soviétique. En effet, les progrès qu'elle a réalisés avec ses sondes automatiques permettront certainement à l'URSS d'en obtenir d'autres qui, dans de brefs délais, pourront renouveler un exploit comme celui de Mars 3 qui, le 2 décembre 1971, se posait sur la planète rouge. Plus simples en concepts et en technologie, les Russes ont un champ immédiat plus large devant eux.

Il est d'ailleurs très révélateur de constater que la période post-Apollo est, avec la station orbitale terrestre et la navette spatiale, bien plus technologique que strictement scientifique, même si un médécin et deux physiciens sont prévus sur les Skylab 2, 3 et 4 qui iront, des 1973, rejoindre la station orbitale pour y laisser leurs équipages durant 28 et 56 jours.

**Grande gagnante: la géologie** ○ Les savants seront peut-être déçus que les trois derniers vols Apollo, les plus productifs pour eux, aient été supprimés. Mais ils se consoleront certainement en constatant que la connaissance que nous avons de la Lune a tout de même bien progressé. Tout au moins, avons-nous pu déjà réfuter, preuves en main, certaines hypothèses sur l'origine de cet astre, son évolution, son âge.

Il est à peu près sûr que la Lune n'est pas née de la Terre. On manque encore d'informations pour savoir exactement ce qui s'est passé, il y a 4,5 milliards d'années, c'est-à-dire si la Lune est originaire d'au-delà notre système solaire et a été captée par la Terre.

Les géologues du monde entier ont pu analyser les centaines de kilos d'échantillons rapportés par les missions Apollo. Aucun élément nouveau n'a été découvert. Malgré tout, l'abondance de certains éléments a été surprenante, car très différente de ce que nous avons sur la Terre.

Peu d'éléments légers sur la Lune, où il n'y a que peu de carbone et encore moins d'hydrogène, donc peu d'eau: pour obtenir une demi-douzaine de misérables gouttes, il faudrait traiter chimiquement au moins une tonne de roche.

Par contre, le fait que la Lune ait vécu une période très chaude est expliqué par la présence de fortes proportions de métaux lourds tels que l'yttrium et le zirconium. Y aurait-il eu alors des mers très

chaudes, peut-être des laves à des températures de 1 500 degrés centigrades et plus? L'hypothèse n'est pas impossible.

On est également certain que la Lune s'est vue bombarder régulièrement par des météorites. Le sol du site d'Apollo 11, par exemple, est composé pour deux pour cent de débris de météorites. Apollo 12, puis Apollo 14, apportèrent aussi leur lot de fragments particuliers, de sorte qu'il est bien possible de penser que la Mer Imbrium fut formée par l'impact d'une formidable explosion causée par le choc d'un projectile qui éclata et se dispersa, retombant en particulier sur Fra Mauro, le site du vol 14. Des savants affirment que les échantillons rapportés par ce vol donnent une idée précise du sous-sol de la Lune jusqu'à une quinzaine de kilomètres de profondeur.

Parallèlement à ces questions strictement géologiques, diverses expériences ont pu être menées pour éclaircir des points imprécis: champ magnétique lunaire qui paraît être très étroitement lié à celui du Soleil, distance Terre-Lune recalculée grâce à un réflecteur laser qui permet de vérifier des modèles mathématiques de la mécanique céleste, atmosphère lunaire (composée en grande partie de gaz rares: néon, krypton, argon).

Caméra spectroscopique, composition du vent solaire, action des météorites sur les fenêtres du module de commande, résistance de micro-organismes face aux rayons solaires et à l'absence d'atmosphère, des dizaines d'autres expériences ont été réalisées qui ont permis de poser des jalons dans la connaissance de l'histoire de la Lune et, peut-être de la Terre, par ricochet, mais fort indirectement.

Car ce serait peut-être aller vite en chemin que de lier étroitement les deux évolutions. La Terre est plus grosse que la Lune, les deux corps se sont déplacés différemment et à des vitesses distinctes, et ont donc certainement capturé des éléments différents avec des résultats différents. Tout est vraiment dissemblable, tout comme pour Mars, les météorites et les astéroïdes.

Si le programme Apollo veut être éminemment positif pour l'humanité, il faudra attendre 15 ou 20 ans, c'est-à-dire les prochaines visites à notre satellite naturel. Car, dans l'immédiat, on ne peut pas dire que cette aventure aura tellement amélioré la condition de l'Homme et de sa vie en harmonie avec son environnement.

Son résultat s'avère avant tout moral et symbolique. Si l'homme veut tout savoir des autres planètes de notre système solaire, s'il veut aller décrocher les étoiles, il doit être patient et laborieux. À moins qu'il ne préfère chausser ses pantoufles et attendre que les fameux Martiens apparaissent sur son écran de télévision. ■

## L'AVENTURE SPATIALE, DE LA PRÉHISTOIRE AU FUTUR

- 4 octobre 1957** L'URSS met en orbite, Spoutnik, le premier satellite artificiel. Youri Gagarine est le premier homme dans l'espace.
- 25 mai 1961** John F. Kennedy, président des États-Unis, déclare qu'avant la fin de la décennie, l'Homme aura «débarqué» sur la Lune.
- 1961-1963** *Programme Mercury*. Six vols sont effectués pour savoir comment un homme peut survivre dans l'espace.
- 1961-1966** *Programme Gemini*. Douze vols, dont dix habités, deux hommes par vol, pour mises au point de la navigation spatiale, des conditions biologiques, de la technique de rendez-vous, prises de photos et expériences diverses.
- 1961-1965** *Programmes Ranger*. Quatre sondes retransmettant des photos, Lunar Orbiter (cinq sondes photographient toute la surface lunaire) et Surveyor, sept engins se posent sur la Lune pour effectuer des mesures et photographier des sites d'atterrissages.
- 5 mai 1966** *Apollo 2*. Le troisième étage de la fusée Saturne I explose. Virgil Grissom, Edward White et Roger Chaffee périssent dans l'incendie de la cabine au sol. Programme retardé de 6 mois.
- 27 janvier 1967** *Apollo 4*. Premier essai de la fusée Saturne 5.
- 9 novembre 1967** *Apollo 5*. Essai du module lunaire (LM). Fusée Saturne I.
- 22 janvier 1968** *Apollo 6*. Essais de Saturne 5 et du module lunaire.
- 4 avril 1968** *Apollo 7*. Schirra, Eisele et Cunningham effectuent le premier vol habité des modules de commande et de service autour de la Terre. Durée: 10 jours, 20 heures. Fusée: Saturne 1B.
- 11-22 octobre 1968** *Apollo 8*. Borman, Lowell et Anders réalisent le premier vol circum-lunaire et approchent à 10 km de la Lune. Durée: 6 jours, trois heures. Fusée: Saturne 5.
- 21-27 décembre 1968** *Apollo 9*. McDivitt, Scott et Schweickart font un essai général des trois modules sur orbite terrestre. Durée: 10 jours, 1 heure. Fusée: Saturne 5.
- 3-13 mars 1969** *Apollo 10*. Stafford, Young et Cernan effectuent une répétition de l'atterrissage lunaire et approchent à 9 km. Durée: 8 jours. Fusée: Saturne 5.
- 18-26 mai 1969** *Apollo 11*. Armstrong, Collin et Aldrin atteignent la Lune. Séjour de 22 heures, ramassages d'échantillons du sol. Durée: 8 jours, 3 heures. Fusée: Saturne 5.
- 16-24 juillet 1969** Armstrong est le premier homme à poser le pied sur la Lune.
- 20 juillet 1969, 20 h 56** *Apollo 12*. Conrad, Gordon et Bean. Séjour de 32 heures sur la Lune. Installation d'une base scientifique. Échantillons. Durée: 10 jours, 5 heures. Fusée: Saturne 5.
- 14-24 novembre 1969** *Apollo 13*. Lowell, Haise et Swigert. Échec dû à l'explosion d'un réservoir d'oxygène. durée: 5 jours, 23 heures. Fusée: Saturne 5.
- 11-17 avril 1970** La sonde automatique LUNA 16 se pose en douceur sur la Lune et en repart avec des échantillons du sol.
- septembre 1970** Le budget de la NASA est coupé de 30%. On espacera les vols de 6 à 7 mois et l'on annule Apollo 18, 19 et 20.
- 1970** Annonce du programme Skylab, station habitée en orbite terrestre.
- 31 janvier-9 février 1971** *Apollo 14*. Shepard, Roosa et Mitchell. Troisième atterrissage lunaire et séjour de 34 heures. Utilisation d'une voiturette pour le transport d'équipement. Échantillons. Durée: 9 jours. Fusée: Saturne 5.
- 26 juillet-7 août 1971** *Apollo 15*. Scott, Worden et Irwin. Séjour de 67 heures. Première utilisation d'un véhicule motorisé. Mise en orbite d'un satellite de 38 kilos. Échantillons. Durée: 12 jours, sept heures. Fusée: Saturne 5.
- 2 décembre 1971** La sonde soviétique MARS 3 se pose sur la planète Mars.
- 16-27 avril 1972** *Apollo 16*. Young, Mattingly et Duke. Séjour de 64 heures. Véhicule lunaire et lancement d'un second satellite. Échantillons. Durée: 12 jours. Fusée: Saturne 5.
- 6-18 décembre 1972** *Apollo 17*. Cernan, Evans et Schmitt. Séjour de 68 heures. Sixième et dernière mission du programme Apollo. Premier savant sur la Lune. Durée: 12 jours. Fusée: Saturne 5.
- 1972-1973** *Programme Skylab*. Station habitée en orbite terrestre à expériences scientifiques, technologiques et biomédicales.
- 30 avril 1973** *Skylab 1*. Envoi d'une station spatiale en orbite terrestre.
- 1 mai 1973** *Skylab 2*. Envoi d'un train spatial Apollo avec trois hommes à bord: 2 astronautes, Conrad et Weitz, et un médecin, Dr J. Kerwin. Passage des trois hommes dans la station et séjour de 28 jours.
- 1 août 1973** *Skylab 3*. Envoi de deux astronautes, Bean et Lousma, et d'un physicien, O. Garriott, qui séjourneront 56 jours dans la station.
- 1 novembre 1973** *Skylab 4*. Envoi de deux astronautes, Carr et Pogue, et d'un physicien, E. Gibson qui resteront 56 jours dans la station.
- 1975** *Mission spatiale USA-URSS*. Arrimage d'un vaisseau Apollo et d'un Soyouz, échanges entre les deux équipages, expériences scientifiques conjointes.
- 1978** *Navette spatiale*. Véhicule réutilisable, pour diverses missions en orbite terrestre, consistant en une fusée qui propulsera à une soixantaine de kilomètres un deuxième élément analogue à un avion avec des ailes du type Delta, capable de planer et d'atterrir de nouveau sur la Terre.



vm<sub>x</sub>

**LA VIE MÉDICALE  
AU CANADA FRANÇAIS**

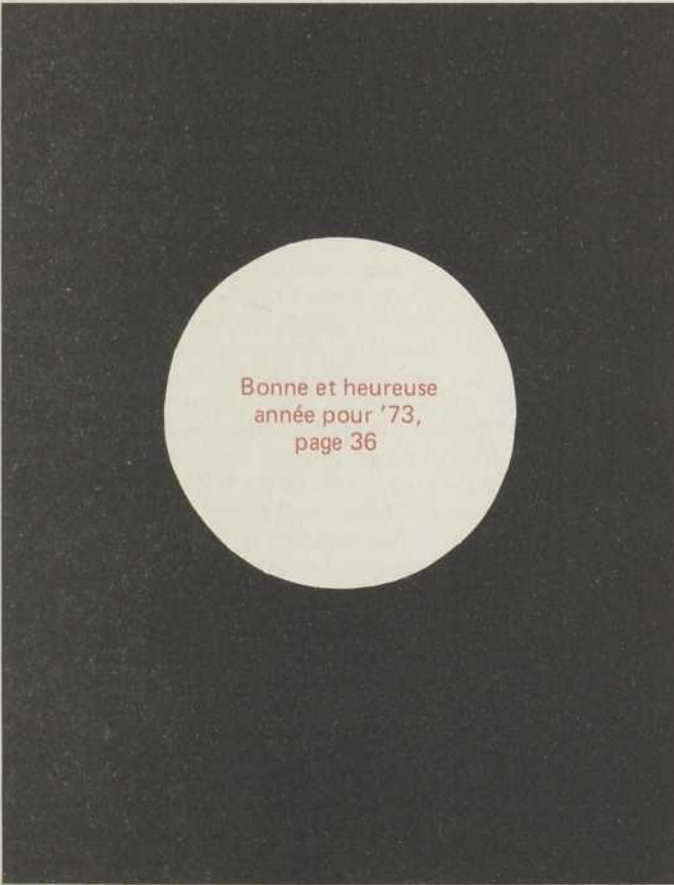
*(Revue de l'actualité médicale et biologique)*

La Vie médicale au Canada français paraît tous les mois. Elle publie des articles éditoriaux, des travaux originaux et des revues générales sur recommandation de son comité de rédaction.

Le prix de l'abonnement est de 15 dollars par année au Canada et de 20 dollars à l'étranger.

Rédaction et administration: Case postale 9730, Ste-Foy, Québec 10, Québec. Tél.: 656-2944.

Publicité: M. Alain Flautre, 74, Plage St-Laurent, Cap-Rouge. Tél.: 658-0002.



Bonne et heureuse  
année pour '73,  
page 36



**UNE BONNE  
RÉSOLUTION  
POUR '73**

Une vieille coutume veut qu'à chaque année, au premier de l'An, on prenne de bonnes résolutions pour l'année à venir.

Malheureusement, on ne respecte pas toujours cet engagement jusqu'à la fin de l'année.

Une bonne résolution que vous pourriez prendre cette année serait de lire chaque numéro de Q.S.

Et une bonne façon de tenir votre promesse serait de vous abonner dès maintenant.

Si vous êtes déjà abonné, avez-vous pensé suggérer à quelqu'un d'autre une bonne résolution et offrir une bonne façon de la tenir?



**QUÉBEC SCIENCE**  
*respecte la tradition.*  
C.P. 250, Sillery  
Québec 6



# des boeufs musqués pour les esquimaux

par Solange L. Czerniecki



Les Esquimaux pourront-ils se mettre à l'élevage et au tricot?

Au village abandonné de Vieux-Chimo, au Nouveau-Québec, un troupeau de boeufs musqués importé des régions arctiques en 1967, peuple les pâturages le long de la rivière Koksoak. Sous la surveillance de la Direction générale du Nouveau-Québec du Ministère québécois des richesses naturelles, l'expérience suit son cours, composant avec les difficultés d'adaptation d'un animal sauvage à la vie domestique. En effet, même si les problèmes sont nombreux (approvisionnement en eau, en foin, maladies du bétail, manque de pâturages), la ferme a réussi à amener les boeufs à se reproduire.

À présent, une grande question se pose: va-t-on relâcher les animaux et les laisser s'implanter dans un décor nouveau, très différent de l'Arctique ou continuer un élevage qui peut s'avérer très lucratif?

L'initiative première de ce projet revient à un biologiste, M. Roger Lejeune, maintenant à la direction du Centre d'études nordiques de l'Université Laval. M. Lejeune pensa procurer aux Esquimaux un animal autre que le caribou.

Au départ, la nourriture des boeufs musqués ne semblait pas poser de problème. Advenant un accroissement suffisant du nombre de boeufs musqués, les Esquimaux, pensait M. Lejeune, pourraient en tirer un supplément de viande et de fourrage. Même, à l'image de l'Alaska, pourrait-on créer une industrie de laine et de tricot. En effet, à l'Université de Fairbanks, le professeur John Teal a réussi à faire l'élevage du boeuf musqué: le troupeau se reproduit à merveille et une industrie prospère va bientôt voir le jour. Il s'agit de la laine que perd chaque année le boeuf: le qui-viut.

Ayant décidé d'entreprendre une étude semblable, la Direction générale du Nouveau-Québec commença donc les négociations nécessaires avec le gouvernement fédéral. C'est lui en effet qui a le contrôle sur les troupeaux de boeufs musqués et les protège de toute chasse.

**Umingmak, le barbu** ○ Une population d'environ 4 000 boeufs musqués vit en toute liberté sur les îles Ellesmere; d'autres troupeaux peuplent les autres îles de Banks et l'Île Victoria. On en trouve aussi à la lisière du continent, dans les territoires du Nord-Ouest, en Alaska et au Groenland. Cependant, ces populations, même si elles sont fort bien adaptées à la végétation rase, au grand froid et grand vent de ce climat, ne peuvent augmenter en nombre: elles sont juste en équilibre avec leur milieu.

Le boeuf musqué est un animal sans défense: il n'a pas de cornes. Pour protéger ses petits de son ennemi naturel, le loup, il les entoure d'un cercle protecteur d'adultes et fait face au loup. Il vit en hardes de 15 bêtes environ. Il ne migre pas, mais possède cependant des quartiers d'hiver et d'été.

Son origine même étonne: il s'agirait peut-être d'un animal intermédiaire entre le mouton et le boeuf (*Ovibos muscatus*); il est bas sur pattes et porte de la laine mais, tout en étant ruminant et herbivore, il constitue une espèce tout à fait à part. D'autres indices portent à penser que le boeuf musqué aurait un point d'origine commun avec le mouton: les jeunes veaux bêlent à la façon des agneaux.

À cause de ses longs poils qui le recouvrent et le protègent si merveilleusement du froid arctique, les Esquimaux l'appel-

lent Umingmak (le barbu). Il s'agit d'un animal préhistorique qui a vécu sans contact avec les autres espèces depuis l'époque glaciaire: une véritable barricade de glace l'en empêchait. Cependant, il a déjà existé en Amérique du Nord: des sites fossilifères ont été retrouvés, plus au sud, aux États-Unis. Mais, il semble qu'il n'ait jamais vécu au Québec; il s'agit donc d'un pays nouveau pour lui.

**Pas de foin mais des parasites** ○ «Le but du projet d'implantation au Québec est de voir si le boeuf peut vivre et se reproduire à de si basses latitudes, de dire M. Jules Bourque; cette étape est terminée: l'animal s'est reproduit deux années de suite à Chimo.»

Après une longue attente, le mâle n'atteignant la maturité sexuelle qu'à l'âge de quatre ans, l'accouplement eut lieu et, en juin 1971, naquirent sept veaux qui tous survécurent. En 1972, dix autres jeunes voyaient le jour des mêmes parents: ceux que l'on avait ramenés d'Eureka. Cette reproduction, l'une à la suite de l'autre est cependant forcée: on voulait grossir le noyau de base de la ferme plus rapidement. En fait, dans la nature, la mère aurait allaité son jeune deux ans durant et n'aurait donc pas eu de petit l'année suivante. À Vieux-Chimo, les petits furent sevrés au bout de trois mois et nourris au lait non maternel. L'interruption de la tétée permit un accouplement de plus mais ce sevrage imprévu venait grossir un problème déjà alarmant: le manque de pâturages adéquats.

En effet, puisque l'on voulait séparer la mère de son veau, il fallait les mettre à paître en des lieux différents. Or,



*Sans doute intermédiaire entre le mouton et le boeuf, le boeuf musqué aurait vécu sans contact avec les autres espèces depuis l'époque glaciaire.*

les enclos de Chimo sont déjà trop petits pour un seul groupe d'animaux. Car, et ceci est valable pour toute ferme d'élevage, il faut avoir suffisamment de terrain pour assurer une rotation de plusieurs années aux pâturages. Le terrain se repose et l'herbe peut repousser. C'est ainsi d'ailleurs que l'on évite la contamination par les parasites. À l'état naturel, les territoires sont assez grands pour autoriser cette rotation et l'animal le fait de lui-même.

Donc, faute de place, le parasitage si dangereux et si redouté s'est produit, emportant les dix veaux de 1972. Bien sûr, ce n'est peut-être pas là l'unique cause; il faudrait aussi parler du climat trop chaud et trop humide cet été-là, du lait utilisé pour les nourrissons, des maladies qui frappent toujours avec beaucoup plus de violence lorsque le bétail est maintenu en trop grande promiscuité. Enfin, il y a encore le peu de résistance de cet animal circumpolaire qui n'a jamais été en contact avec tant de parasites.

**Il fait trop chaud à Chimo** ○ La température moyenne en juillet à Chimo ne dépasse pas 52° F (11,1 degrés Celsius) mais, l'été dernier il y eut quatre jours consécutifs à 80° F (26,6 degrés Celsius).

Il y a deux fois plus de jours «chauds» à Chimo qu'aux Îles Ellesmere; là-bas, le boeuf ne vivant qu'au froid n'a pas besoin de glandes sudoripares; au Sud, il souffre donc beaucoup plus de la chaleur que les autres mammifères: les battements cardiaques, par exemple, normalement de 25 par minute, peuvent quintupler lors de grandes chaleurs.

Plus que la température, le site de

la ferme s'avère important. Le professeur John Teal, dont nous parlions plus haut, a réussi à élever des boeufs musqués dans des pâturages adéquats au Vermont, de 1954 à 1963. Mais à Chimo, le site même de la ferme n'arrange rien: il s'agit d'une banquette alluviale prise entre la rivière Koksoak et des pics montagneux qui en font donc un bas-fond encaissé, très humide et très chaud. Cette année, l'été pluvieux vint encore empirer les choses: les pâturages étaient noyés, favorisant encore davantage la prolifération des parasites. C'est pourtant la texture très filtrante du sol de la ferme qui explique pourquoi les ruisseaux souffrent de sécheresse alors qu'au pied de l'escarpement rocheux, l'eau stagne. Sans écoulement possible, elle déborde et inonde les pâturages. Une simple rigole d'écoulement pourrait régler ce problème.

À nouveau surgit le grave problème d'enclos: il faut agrandir la ferme. M. Jules Bourque espère bien recevoir la clôture nécessaire qui lui permettra de laisser gambader ses boeufs musqués sur la montagne, là où souffle le grand vent du Nord, éliminant ainsi les problèmes de chaleur ou d'humidité. De plus, cela donnera une chance aux terrains de se refaire. Dans trois ans, ou même moins, les parasites auront disparu.

De son côté, M. Jean-Pierre Ducruc estime qu'il est capital que tous ces choix de terrains, de rotation et d'agrandissement des pâturages relèvent des décisions de personnes ayant une bonne connaissance tant du boeuf musqué et de ses besoins que du Nord et de ses possibilités.

Il faudrait d'abord suivre les conseils des agronomes du Ministère de l'agriculture lors de leur visite à Chimo: régler

les problèmes de clôtures et de densité d'animaux, placer les barrières de manière à utiliser tous les terrains à herbacées, et aussi, apporter certaines améliorations nécessaires à la bonne marche de l'élevage.

**Liberté à Baie-aux-Feuilles** ○ La deuxième étape du projet, la libération du boeuf musqué devrait avoir lieu au printemps prochain. M. Jules Bourque compte en effet se séparer des sept jeunes nés sur la ferme en 1971. Ces cinq mâles et deux femelles seront alors âgés de deux ans. Ils devront affronter la nature et, si tout va bien, se reproduire en 1975.

Vu les problèmes d'espace à la ferme, cette mesure tombe à pic. Cependant, est-on certain que les boeufs musqués relâchés survivront? Les chutes de neige atteignent 80 pouces (2 m) à Fort-Chimo mais baissent plus l'on monte vers le Nord; ainsi au 80° parallèle, aux Îles Ellesmere, dans l'aire naturelle d'occupation du boeuf musqué, il en tombe moins de 10 pouces (0,25 m), couche relativement mince qui permet à l'animal de retrouver facilement son substrat végétal. Tel que présenté, l'épaisseur de neige à Chimo devrait empêcher le boeuf de se nourrir durant la période d'hiver — depuis le mois d'octobre jusqu'au mois de mai — c'est-à-dire qu'il mourrait, faute de nourriture.

Cependant, après une visite à la Baie-aux-Feuilles en juin 1971, M. Jules Bourque pense avoir trouvé un vrai paradis pour le boeuf musqué. Une étendue de graminées couvre une surface dix par cinq milles (16 km par 8 km). De plus, le territoire de la Baie-aux-Feuilles (Tasiujaq) comprend des montagnes et ressemble à l'habitat naturel. Enfin, de

par la force du vent du Nord soufflant sur le haut plateau de Tasiujaq, M. J. Bourque est sûr que le sol sera en partie dégagé de la neige et que celle-ci s'accumulera surtout dans les recoins de la montagne.

Mais, de l'avis de M. Jean-Pierre Ducruc, après étude préliminaire de relevés de végétation qu'il a effectués sur une étendue de 10 000 milles carrés (25 600 km<sup>2</sup>) autour de Chimo, la quantité de nourriture offerte aux jeunes boeufs à Tasiujaq reste bien peu importante. En effet, la majorité des sites favorables et recouverts d'herbacées sont situés en des milieux humides et tourbeux; cette surface de dix milles par cinq (16 km par 8 km), ancien bras marin comblé en dépression, ne sera vraisemblablement qu'une combe à neige durant l'hiver. De plus, le reste du territoire autour de Tasiujaq n'est qu'une toundra à lichens avec arbustes et buissons, ce qui convient davantage au caribou qu'au boeuf musqué. Toujours d'après les études préliminaires, il semblerait même que les sites les plus favorables à Chimo ou dans ses alentours, selon la classification des terres du Canada (échelle de 1 à 7), n'auraient que l'indice 5. Cette région serait donc très défavorable au boeuf musqué en liberté.

Les conditions requises par le boeuf musqué sont multiples; les facteurs suivants entrent en ligne de compte: topographie, substrat, nourriture et neige. Or, il s'avère que dans la région de Chimo, quand l'un des facteurs est favorable, les autres ne le sont plus: par exemple, les graminées poussant sur terrains tourbeux sont inaccessibles en hiver; la neige s'y accumule (substrat trop mouillé et topographie non satisfaisante). Les escarpements rocheux et les flancs de la montagne balayés en hiver par le vent ne comportent que peu de neige, mais, il n'y pousse que lichens et arbustes (topographie excellente, nourriture insuffisante).

**Les mines avant les boeufs** ○ Pourquoi donc ne pas aller ailleurs? Les sites pouvant accepter le boeuf musqué à l'état sauvage ne sont pas très nombreux. Néanmoins, d'après une étude menée aux monts d'Youville, au nord du Nouveau-Québec, ceux-ci pourraient très bien accueillir les animaux. Le climat y est plus arctique, les conditions topographiques plus favorables et très semblables à l'habitat naturel de cet animal dans l'Arctique. On y note de plus une grande variation des terrains, des montagnes très escarpées et un enneigement moindre. Mais, peut-être ce site aussi doit-il être écarté. Car un danger grave guette les boeufs: les prospecteurs. Des explorations minières ont permis de découvrir un sous-

sol assez riche en minerais. Cependant l'été prochain, d'autres études de végétation devront avoir lieu; ce nouvel apport de données permettra de mieux peser le pour et le contre et de décider, en connaissance de cause, si les monts d'Youville offrent des garanties suffisantes pour la mise en liberté du boeuf musqué. Il faudra surtout déterminer si le territoire est assez vaste pour supporter à la fois l'exploitation minière et abriter les boeufs musqués.

Ce problème de la protection de l'animal est très critique; M. J. Bourque pensait utiliser une loi draconienne qui ferait des pâturages et de la région avoisinante, un sanctuaire où, à jamais, personne n'irait ni prospecter, ni construire. Mais, ces lois n'existent qu'au fédéral. Le Québec, quant à lui, se contente de réserves, ce qui signifie que si dans 10 ans ou 20 ans, une compagnie décidait de s'y installer, elle en aurait aisément la permission.

Le site idéal? Une île où les boeufs musqués seraient tranquilles. À nouveau, cela relève d'une autre autorité que celle du Québec. Comme le dit M. J. Bourque, «après tant d'efforts pour assurer le bien-être des boeufs, après avoir résolu tant de problèmes pour leur conservation à la ferme et leur reproduction, il serait triste de les laisser aller». En effet, certains résultats montrent que l'élevage est une réussite: dans la nature, le poids moyen d'un bébé boeuf est de 20 livres (9,2 kg); à la ferme, la moyenne s'est élevée à 26 livres et 11 onces (12 kg), le plus petit pesant 25 livres (11,3 kg).

Devant ces faits, une question cruciale se pose: va-t-on faire de l'élevage uniquement ou va-t-on libérer les boeufs? Ces deux objectifs s'excluent l'un l'autre: il faut choisir.

**La laine ou la liberté** ○ Le principal enjeu demeure la «laine» des boeufs musqués: *le quiviut*. Celui-ci se ramasse aisément puisqu'à chaque printemps, il tombe de lui-même. Le peu d'agressivité des femelles permet de cueillir la précieuse laine directement sur leur dos. Une fois les boeufs relâchés sur un vaste territoire, qui ira courir le quiviut à travers la toundra? L'utilisation, si lucrative, de la laine demande donc que l'on fasse de l'élevage. C'est donc la politique que l'on suit à Chimo: grossir la ferme pour fournir de la laine aux Esquimaux. La laine, qu'il faut ramasser, nettoyer, filer et ensuite tricoter, semble intéresser les Esquimaux qui commencent à faire quelques châles. Tous ces articles sont très en demande sur le marché et rapportent beaucoup. Un chandail de quiviut peut se vendre \$200; la laine d'un boeuf permet d'en faire cinq. Noter enfin, qu'un boeuf consommant 1/8 de ce qu'absorbe

une vache, il y a lieu de dire qu'il s'agit d'un élevage fructueux.

Malgré tout, les Esquimaux n'ayant aucune tradition d'élevage d'animaux non plus que de travaux de tricotage, le traitement de la laine va nécessiter beaucoup d'information et d'apprentissage. De plus, la docilité des femelles n'enlève rien à l'agressivité quasi constante des mâles et, n'ayant jamais connu cet animal, l'Esquimaux en a grand peur. Pour l'instant, faute de bras, la laine est envoyée à filer en Alaska et retournée à Vieux-Chimo pour être tricotée.

Enfin dans la perspective de la mise en liberté des boeufs, il y a la viande. Souvent des explorateurs perdus en Arctique s'en sont nourris. Les Esquimaux apprécieraient sûrement cet apport de gibier mais, avant que le troupeau ne soit viable et qu'il soit possible de le chasser, il faudra laisser couler au moins une décennie.

**Des avis divergents** ○ Il semble donc que les avis du vétérinaire en charge, M. Jules Bourque et de l'écologiste de la végétation, M. Jean-Pierre Ducruc ne puissent toujours se rejoindre. À l'optimisme de celui qui, chaque jour, se préoccupe du bien-être des boeufs musqués, se heurtent les pronostics réservés quant à la mise en liberté, de celui qui, à parcourir la toundra, n'a pu voir les montagnes et les herbacées nécessaires au boeuf.

En fait, puisque le ministère en charge du projet n'a pu encore décider quel est l'objectif de l'expérience: élevage et laine ou liberté et viande, peut-être serait-il plus sage de ne se départir que d'un couple de mâles? On verrait bien s'ils peuvent passer l'hiver et comment ils se comportent à Tasiujaq. Si tout va bien, les femelles pourraient être relâchées ensuite. On éviterait ainsi une perte de cheptel (ce sont les femelles qui assurent la reproduction). Le petit noyau en voie d'adaptation à la ferme de Vieux-Chimo ne subirait donc pas la perte de ses deux premières portées: la première lancée dans la nature à-dieu-va! —la deuxième, déjà emportée par une maladie.

Il reste donc à décider, données en main, si la liberté est valable, si les prédateurs à deux pattes peuvent être éliminés. Si seul l'élevage s'avère rentable, il faudra qu'il soit possible d'améliorer la ferme pour pouvoir y faire croître et embellir le troupeau. Cette expérience, entreprise avec le but de fournir occupation et moyens financiers aux Esquimaux grâce à la haute qualité de la laine, s'avère être, en principe, une solution fort élégante à l'un des problèmes les plus cruciaux du Nord: améliorer le sort des Esquimaux.

Bonne chance, Umingmak! ■

## LA MAISON DE RADIO-CANADA, MONTRÉAL

### 3. Les frises murales

Les murs qui font face aux entrées est et ouest de la Maison de Radio-Canada sont ornés de frises murales de 40 pieds de longueur sur cinq de largeur. Ces frises sont l'oeuvre du céramiste québécois Maurice Savoie.

Les deux hauts-reliefs ont pour thème fondamental les quatre éléments de la nature tels que perçus par la philosophie grecque : la terre, l'eau, l'air et le feu.

#### Description

La planche murale qui fait face à l'entrée est (du côté de l'avenue Papineau) comporte quatre motifs stylisés qui sont, de gauche à droite : le cosmos; de grands soleils qui nourrissent la terre; un oiseau de feu qui porte la chaleur du soleil à la terre; enfin la terre elle-même, illustrée par un nid d'abeilles, des plantes et le sous-sol. Ce thème est exploité sur 105 carreaux de terre cuite.

Quant à la frise qui fait face à l'entrée ouest (du côté de la rue Wolfe), elle est constituée de 94 carreaux.

Le thème de base est ici illustré à l'aide de cinq éléments : la lune stylisée; des oiseaux de lune; la mer, mais une mer qui subit la force d'attraction de la lune; une lutte de monstres dans cette mer agitée, lutte basée sur le thème abstrait du positif et du négatif, le yin et le yan de la théogonie orientale; enfin, des nuages et une île perdue inspirée de la mystérieuse Atlantide.

#### Les matériaux

Les carreaux de base et les motifs en relief des deux frises sont faits d'argile schistique originaire de la Gaspésie et cuite en atmosphère réductrice à 2,000°F. Des effets de tachisme sont obtenus en diverses sections des planches murales à l'aide de copeaux et de poussière de charbon de bois.

#### Le créateur

Maurice Savoie, un des rares céramistes à produire des oeuvres avec ce type d'argile, est originaire de Sherbrooke.

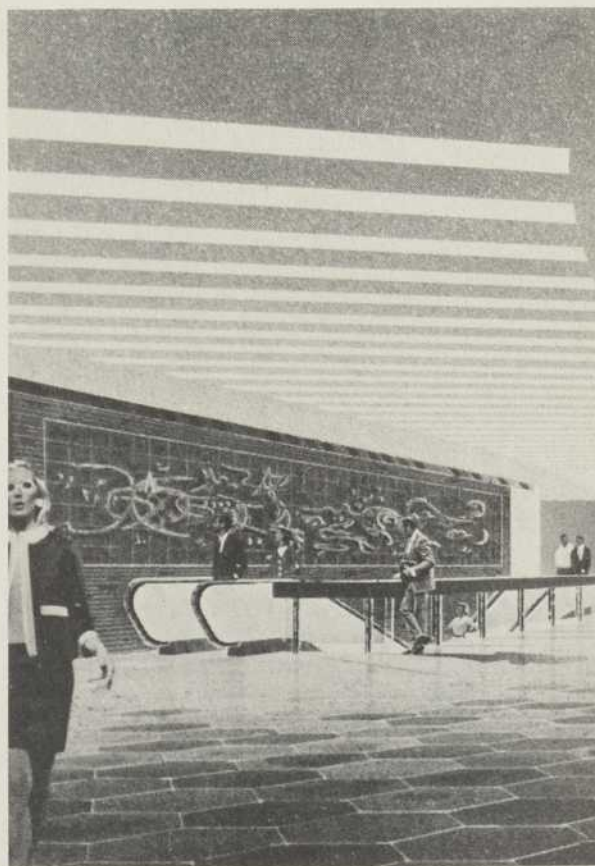
Âgé de 42 ans, il est diplômé de l'Institut des Arts appliqués de Montréal et il a poursuivi des études avancées en France et en Italie. Détenteur de plusieurs prix et mentions honorables, il a exposé en maintes occasions dans la métropole, notam-

ment au Musée des Beaux-Arts, à la Galerie Denyse Delrue et au Centre de design de la Société des artistes du Québec.

Plusieurs de ses oeuvres ont été acquises par le Musée national du Canada, le Musée des Beaux-Arts de Montréal et la Commission des expositions du gouvernement du Canada. Il a créé des murales pour des édifices tels que la faculté des arts de l'Université de Sherbrooke, la station de métro McGill à Montréal, l'Arts and Culture Centre et le Memorial University de Saint-Jean à Terre-Neuve, et le grand magasin Eaton aux Galeries d'Anjou.

#### Le mois prochain:

### 4. Le sol et les fondations





par Jean-Marc Fleury

CHEVEUX LONGS  
ET LABO DE CHIMIE

...s tient toujours et elle risque de faire des victimes dans les laboratoires de chimie.

Un membre du comité pour la prévention des accidents de l'American Chemical Society rapporte que le nombre des «incendies de cheveux» a augmenté de façon notable dans les laboratoires des États-Unis.

Selon le chimiste, ils pourraient même devenir l'accident le plus fréquent des laboratoires de chimie.

La responsabilité «criminelle» de ces «incendies» est attribuable, en partie, aux laques et autres produits très inflammables que le personnel des laboratoires vaporise sur ses cheveux.

La recommandation de l'ACS: que tous ceux qui ont les cheveux longs, les hommes comme les femmes, les entourent d'un bandeau à l'épreuve du feu.

## LA GUERRE N'A PLUS DE RAISON

Dans *Natural History*, M. Marvin Harris propose une hypothèse assez inattendue pour prouver que la guerre n'a plus aucune utilité.

En général, on croit que, chez les primitifs, la guerre avait pour rôle de réduire la population pour ne pas surcharger les ressources d'un territoire donné.

M. Harris voit la chose tout à fait autrement.

Selon lui, le principal mode de régulation des naissances dans les tribus primitives consistait à «négliger» les enfants jusqu'à l'infanticide. Pour être efficace, ce moyen devait affecter les filles plutôt que les garçons. Effectivement, une étude de 112 populations primitives a montré un rapport moyen de 146 mâles contre 100 femelles chez les jeunes.

Par contre, parmi les populations qui s'adonnaient à la guerre le rapport tombait de 110 contre 100, ce qui indique une plus grande mortalité des mâles.

Selon M. Harris une relation étroite relie l'activité guerrière au taux de mortalité infantile. Elle s'établit ainsi: le déséquilibre numérique des sexes est socialement insupportable. Tôt ou tard, comme chez les Yanomano du Venezuela, un groupe va enlever les femmes d'un autre... et provoquer une guerre! Une fois ces raids commencés, la mortalité infantile des femelles s'accroît, puisque la guerre encourage d'abord la population infantile mâle.

Conclusion: le rôle primordial de la guerre chez les primitifs n'est pas de tuer le surplus de mâles, mais de maintenir le haut niveau

de mortalité des enfants de sexe féminin!

M. Harris croit encore que le chauvinisme mâle trouve sa racine dans cette situation. Il ajoute aussi que l'agressivité masculine est une conséquence et non une cause de guerre.

De toute façon, il termine en concluant que, même si le rôle joué par la guerre dans la régulation de la population était plus indirect qu'on ne le pensait, elle n'a plus de raison d'être. Les proportions d'enfants des deux sexes sont en effet à peu près égales dans les sociétés contemporaines.

## SÉPARATION ISOTOPIQUE PAR ULTRACENTRIFUGEUSE

L'uranium naturel se compose principalement de l'isotope  $^{238}\text{U}$ , qui n'est pas fissile, et d'un peu de  $^{235}\text{U}$ , qui l'est. Chimiquement, les deux isotopes se comportent de la même façon, et ils sont presque physiquement identiques, sauf que le plus intéressant des deux est très légèrement moins lourd que l'autre.

La méthode de séparation employée consiste à faire appel à leurs vitesses de diffusion différentes dans d'immenses usines qui consomment d'énormes quantités

# LE DEVOIR

des  
événements

des  
hommes

des  
idées

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

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

Les tarifs sont les suivants:

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

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

à partir du..... 1973

Nom.....

Adresse.....

# PRESQU'AMÉRIQUE

le québec  
à l'heure  
de la planète  
12 numéros: \$5

Ci-joint, un chèque ou un mandat postal de \$5.00 pour un abonnement d'un an à PRESQU'AMÉRIQUE, C.P. 717, QUÉBEC 4.

NOM.....  
(En capitales)  
ADRESSE.....

N° de tél. .... occupation.....

d'énergie. Les financiers responsables de l'aménagement des Chutes Churchill ont d'ailleurs déjà parlé de construire une nouvelle centrale hydro-électrique importante, au Labrador, uniquement pour alimenter une usine de séparation isotopique par diffusion gazeuse.

Il y a là un marché extrêmement intéressant puisque la demande actuelle excluant l'URSS, l'Europe de l'Est et la Chine, exige le traitement de 6 000 tonnes d'uranium. On prévoit que la demande atteindra 18 000 tonnes en 1975 pour passer à 70 000 tonnes en 1985.

Dans une récente édition de *Contemporary Physics*, MM. B.V. Barlow et R.S. Read suggèrent qu'un autre mode de séparation, faisant appel à des ultracentrifugeuses, pourrait bien s'imposer bientôt. Le coût de construction d'une usine de séparation par centrifugeuses est élevé, mais il libère l'usine d'une bonne part de l'énergie exigée par la diffusion gazeuse.

Dans quelques mois, deux usines utilisant la nouvelle méthode de séparation doivent entrer en service à Copenhurst, Grande-Bretagne, et à Alinelo, en Hollande. Mais c'est une usine italienne qui a été la première, il y a quelques semaines, à produire de l'uranium enrichi par ultracentrifugation.

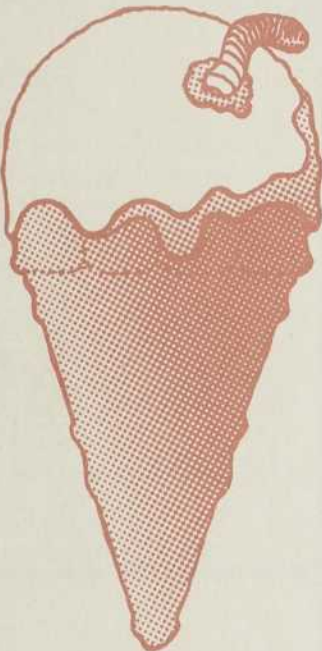
Les détails de la construction de ces usines sont secrets. Mais on estime que les rotors des ultracentrifugeuses effectuent de 1 300 à 2 000 révolutions par seconde. Les accélérations radiales générées se situent donc entre 300 000 et 400 000 fois l'accélération de la gravité terrestre! Il va sans dire que ces appareils sont soumis à des tensions énormes. C'est pourquoi il a fallu attendre une trentaine d'années avant que l'idée soit mise en pratique.

On estime que la séparation par ultracentrifugeuse pourrait devenir un moyen simple et peu coûteux d'enrichir l'uranium afin de fabriquer des bombes atomiques. Les armes atomiques deviendraient alors à la portée des plus petits pays.

Pourtant, l'article de *Contemporary Physics* laisse entendre que ce moment n'est pas encore arrivé puisqu'une usine rentable devrait contenir environ 100 000 ultracentrifugeuses. Pour être en mesure de répondre au taux européen d'augmentation de 1 500 tonnes de travail de séparation par

année, il faudrait construire, vers 1985, une usine capable de produire de 5 000 à 15 000 centrifugeuses par semaine!

Une telle usine serait aussi importante que les plus grandes des usines de construction d'automobiles.



### VERS DE GLACE

Tout le monde connaît les vers de terre. Mais il est assez rare qu'on entende parler des vers de glace. Pourtant ils existent.

Des alpinistes, géologues et glaciologues rapportent sept découvertes en Alaska, une dans les territoires du Yukon, deux sur l'île de Vancouver, 31 sur la côte de la Colombie-Britannique et 15 dans l'État de Washington.

Sauf un spécimen qui aurait été découvert au Groenland mais sur lequel on ne possède pas assez de renseignements, on les a tous trouvés en Amérique du Nord. Examinés par des spécialistes, ils se sont avérés être de l'espèce *Mesenchytraeus solifugus*.

On ne sait pas grand chose sur eux. Tout de même, on croit qu'ils ne peuvent survivre que dans la neige permanente. L'hiver, ils se réfugieraient sous une couche de neige fraîche où la température se stabilise aux alentours de 32°F (0°C).

M. J. Tynem en a déjà parlé dans le *Canadian Journal of Zoology*, volume 48, p. 1363.

### L'«EXPORTATION» DE LA TECHNOLOGIE AMÉRICAINE

Les Américains sont parfois enclins à croire que l'exportation massive de leur technologie est largement responsable de leurs difficultés commerciales, remarque M. H.R. Clauser, rédacteur en chef de *Research Management*, dans un récent numéro.

Cette impression est fautive, poursuit M. Clauser, se référant à une étude de la Commission des tarifs des États-Unis («Competitiveness of U.S. Industries», TC Publication 473).

Cette étude démontre en effet que les trois quarts de la technologie exportée par les compagnies américaines volaient vers leurs filiales à l'étranger.

De plus, dit le rapport, l'exportation de la technologie n'est pas aussi dramatique qu'on pourrait le croire à cause des prix «soufflés» chargés par les compagnies-mères. Ceci est en fait une façon pour elles de retirer plus de profits de leurs filiales étrangères avant que le pays-hôte puisse les taxer.

La conclusion du rapport: les Américains n'exportent pas autant de technologie qu'on pourrait le croire et celle qui est exportée demeure sous leur contrôle.

### L'AUTOCRITIQUE DES SAVANTS CHINOIS

À entendre raconter le sort réservé aux savants, en Chine, on se demande comment ceux-ci peuvent survivre.

M. Léo A. Orleans, spécialiste de ce pays, écrit dans un des derniers numéros de *Science* que nos inquiétudes sont vaines et qu'en fait c'est nous qui faisons l'erreur de prendre leurs mots au pied de la lettre.

Par exemple, lorsque Kuo No-jo, président de l'Académie des Sciences, a déclaré au cours de son autocritique: «... ce que j'ai écrit, en fait, devrait être brûlé au complet. Tout cela n'a strictement aucune valeur». Mais, explique-t-il, «l'autocritique est quelque chose d'important pour le Parti communiste en Chine. Par contre, je ne crois pas que cela doive amener un changement de mes activités. Je vais poursuivre mes efforts dans le même sens.» C'est pas plus malin. Et No-jo occupe toujours sa présidence.

Les attaques verbales les plus violentes contre la science se

voient toujours adoucies par le rappel de son utilité.

On envoie les scientifiques travailler avec les masses, mais toujours dans des secteurs où ils peuvent mettre leur compétence à profit: les biologistes et les agronomes dans les champs, et les ingénieurs dans les usines. La plupart du temps, ces «missions» ne durent que quelques jours ou quelques semaines. «Pour les Chinois, la recherche pratique est de la recherche sérieuse» et même un pays riche comme les États-Unis songe à relier plus étroitement la recherche scientifique aux besoins de la société.

Quant aux membres de l'Armée de libération du Peuple stationnés dans les établissements d'enseignement, leur rôle administratif est en plein déclin.

En fait, conclut M. Orleans, la technologie et la science chinoises se portent bien et les savants chinois se sont adaptés aux problèmes d'un immense pays en pleine révolution.

### L'ORDINATEUR AUX ÉCHECS: UN AMATEUR

Actuellement le meilleur programme d'échecs qui peut être utilisé par un ordinateur permet à ce dernier de battre la plupart des amateurs.

Selon l'échelle de la Fédération d'échecs des États-Unis, la performance de l'ordinateur lui mérite 1 500 points. La plupart des amateurs se contentent de 1 400 points et moins.

En fait, pour battre un Bobby Fisher (2 800 pts) il faudrait non seulement perfectionner les programmes actuels, mais franchir une étape majeure dans le développement de l'intelligence artificielle.

Le Pr Donald Michie, qui passe la question en revue dans un récent numéro de *New Scientist*, croit tout simplement qu'une fois que l'ordinateur pourra jouer aux échecs comme un grand maître, alors «nous pourrions programmer n'importe quoi».

M. I.J. Good, un mathématicien, voit le problème autrement. Lorsqu'un ordinateur pourra battre le champion du monde, dit-il, nous serons à moins de cinq ans de la «super intelligence», c'est-à-dire que la machine sera devenue intellectuellement supérieure à l'homme dans toutes les sphères de la pensée, ce qui n'est pas pour demain.

## LA COPULATION CHEZ LES MAMMIFÈRES

Chez les mammifères, la copulation signifie l'insertion du pénis dans le vagin de la femelle. Or, il existe plusieurs espèces de mammifères. M. Donald A. Dewsbury, dans *The Quarterly Review of Biology*, esquisse un schéma global permettant de classer les différents modes de copulation chez les mammifères de sexe masculin.

Si le seul rôle de la copulation était de transmettre la semence, les variations dans la fréquence et les modes de copulation n'auraient pas d'intérêt. Tel n'est pas le cas.

L'accouplement du mâle avec la femelle peut déclencher une activité générale des systèmes nerveux et glandulaires. Chez les rats, par exemple, la copulation modifie la sécrétion de quatre hormones. Chez les chats et les lapins, des modifications endocrines de l'activité neurologique et du comportement sont déclenchées par la copulation. Ainsi, souligne M. Dewsbury, les différences dans le mode d'insertion du pénis peuvent avoir une signification importante pour la réussite de la reproduction de l'espèce. La stimulation des glandes de la femelle par la copulation dans le cas des rats de laboratoires, par exemple, semble jouer un rôle déterminant dans la fécondation.

Le chercheur définit quatre caractéristiques à la base de son système de classification.

Premièrement, est-ce que le mâle et la femelle demeurent fermement liés l'un à l'autre par un mécanisme quelconque? Deuxièmement, y a-t-il poussée du pelvis pendant l'insertion? Troisièmement, doit-il y avoir plusieurs insertions pour que l'éjaculation se produise? Enfin, est-ce qu'une ou plusieurs éjaculations peuvent avoir lieu?

En combinant ces quatre caractéristiques, on obtient 16 comportements différents.

Parmi les animaux où un mécanisme relie fermement le mâle et la femelle se trouve le chien dont la *bulbis glandis* augmente de volume à l'intérieur du vagin. Chez la musaraigne, la «serrure» est attribuable à la forme particulière du pénis tandis que chez la souris sauterelle, les épines du pénis joueraient ce rôle.



La seconde caractéristique consiste à savoir si le mâle continue à exercer des poussées une fois le pénis introduit. Les rats de laboratoires cessent toute poussée une fois l'introduction réalisée. Par contre, les rats de maisons continuent à exercer des poussées.

La troisième caractéristique est la présence ou l'absence de plusieurs insertions. Chez les rats de laboratoires et les souris, le mâle monte la femelle et se retire plusieurs fois avant l'insertion au cours de laquelle l'éjaculation se produit. Par contre, les cochons d'Inde peuvent atteindre l'éjaculation à la première insertion.

Enfin le quatrième attribut réside dans la présence, ou l'absence de plusieurs éjaculations. Chez le vervet (singe), par exemple, la copulation se termine à la première éjaculation. Pour d'autres espèces, tel le rat de laboratoire, la copulation peut reprendre quelques minutes après l'éjaculation et un nombre considérable d'éjaculations peut être atteint. On a même observé chez la souris marsupiale une étreinte avec intromission qui a duré pendant onze heures.

M. Dewsbury admet que le fait de limiter l'étude au comportement du mâle semble vouloir diminuer le rôle de la femelle. Il explique son attitude en disant que le comportement du mâle semble avoir une action plus déterminante sur les mécanismes nerveux et glandulaires. La description du comportement de la femelle peut donc attendre encore, conclut-il.

le cinéma  
qui se fait  
au québec

# cinéma québec

revue mensuelle

dans chaque  
numéro:  
informations  
critiques  
analyses  
documents

abonnement (10 numéros)  
canada: \$6.50, étudiant \$5.00  
étranger: \$9.00, étudiant \$7.00

cinéma/québec  
c.p. 309, station outremont,  
montréal 154  
québec, canada  
(514) 272-1058

Lisez  
**HOMMAGE À VINCENT HARVEY**  
dans le numéro spécial de décembre de

# Maintenant

En vente dans les kiosques et les librairies

Je désire recevoir **MAINTENANT**

Abonnement ordinaire \$7.

Abonnement étudiant \$5.

Nom .....

Adresse .....

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

# 1985:

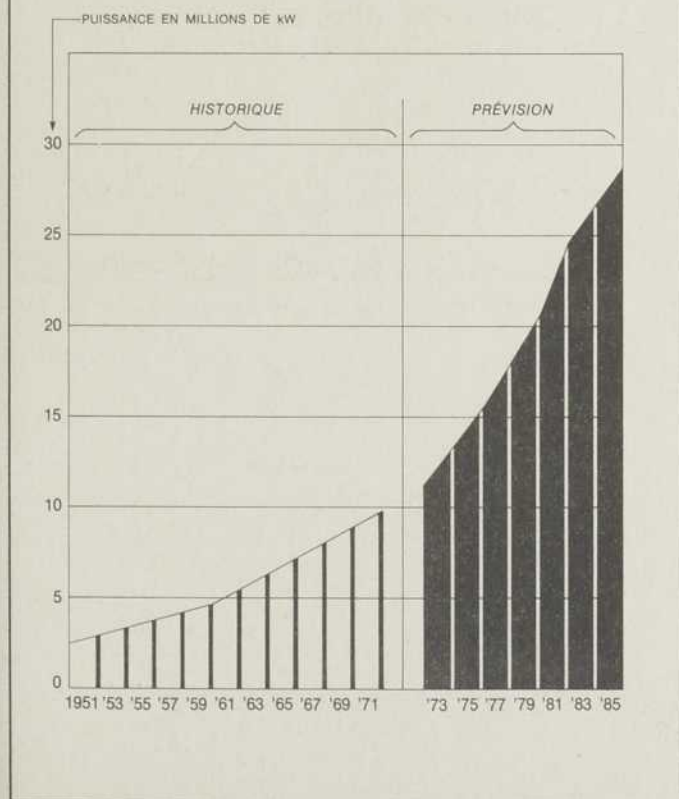
## 32 000 000 de kilowatts

D'ici 1977, l'Hydro-Québec rencontrera les besoins d'électricité de sa clientèle. Si toutefois aucun nouveau programme de production d'électricité n'était prévu après 1977, nous verrions apparaître un déficit de puissance qui augmenterait à raison de 1.2 à 2.5 millions de kilowatts par année, au cours de la période 1978-1985.

### La demande ou puissance requise

En 1951, la demande d'électricité au Québec était de 2.2 millions de kilowatts. En 1971, elle est passée à 9.3 millions, ce qui correspond à un taux de croissance annuel de 7.9%. Historiquement donc, la demande d'électricité double tous les neuf ans environ.

### Évolution de la demande d'électricité de l'Hydro-Québec



Grâce à un modèle d'extrapolation de la demande, l'Hydro-Québec prévoit que celle-ci continuera de croître au même taux annuel de 7.9% jusqu'en 1985. À cette date, les besoins d'électricité seront de l'ordre de 28.5 millions de kilowatts.

Si on ajoute à cette prévision de la demande québécoise les ventes en bloc à l'extérieur du Québec<sup>(1)</sup> et la réserve<sup>(2)</sup>, on obtient la puissance qui sera requise en 1985: environ 32 millions de kilowatts.

### L'offre ou puissance disponible

À la fin de 1971, la puissance disponible de l'Hydro-Québec était de l'ordre de 12 millions de kilowatts dont 94% provenaient de ses propres centrales et 6% d'achats<sup>(3)</sup>.

Durant la période 1972-1976, l'Hydro-Québec ajoutera à sa puissance disponible environ 6 millions de kilowatts, grâce aux achats d'électricité de Churchill Falls et à la mise en service de la centrale Manic 3.

En 1976, la puissance disponible aura atteint environ 17 millions de kilowatts. Elle se maintiendrait à ce niveau si aucune nouvelle source de production n'était réalisée par la suite et le déficit de puissance atteindrait 15 millions de kilowatts en 1985. (On obtient ce déficit en soustrayant la puissance requise, 32 millions de kW, de la puissance disponible, 17 millions de kW.)

Le déficit de puissance (kilowatts) étant connu, l'Hydro-Québec doit aussi calculer le déficit en énergie (kilowattheures). Ce déficit apparaît en 1979. Cette année-là, il est de 5.2 milliards de kilowattheures et passe à 69.9 milliards en 1985.

### Le programme de construction

À partir de ces données, l'Hydro-Québec prévoit combler ces déficits de puissance et d'énergie par un programme de construction de nouvelles installations électriques qui nécessiteront des investissements de plus de 7 milliards de dollars jusqu'en 1985. Ainsi, les quatre centrales qui seront aménagées sur la Grande Rivière, à la baie James, auront une puissance installée de plus de 8 millions de kilowatts et une productivité annuelle de 58 milliards de kilowattheures. De plus, l'Hydro-Québec envisage le parachèvement de la centrale Outardes 2, dont les travaux sont suspendus depuis 1968 et la construction de centrales, soit hydrauliques, soit thermiques ou nucléaires, qui pourront satisfaire la demande de pointe.

(1) Ces engagements, qui résultent de possibilités supplémentaires de production, seront en moyenne de 1.4 millions de kilowatts durant la période 1973-1976; après cette date et jusqu'en 1985, les engagements totalisent environ 200 000 kilowatts.

(2) Puissance nécessaire pour répondre à des variations possibles dans la demande et pour assurer l'entretien et la fiabilité du réseau, par suite des pannes ou du remplacement de pièces d'équipement.

(3) De Churchill Falls, par exemple.



Hydro-Québec



## Périodex Périodex Périodex



### LA RADIO? ... ET LA TÉLÉVISION MAIS C'EST TRÈS SIMPLE E. Aisberg, Éditions Radio, Paris, 1972 260 pages

Cet ouvrage, au titre évocateur, fait partie d'une série d'essais de vulgarisation des bases de la technique de la radio et de la télévision. Afin d'en rendre la lecture plus facile ou plus attrayante, des dessins fort simples sont parsemés sur chaque page, parfois drôles, toujours explicites. Mais pour éviter une monotonie professorale de 260 pages, on a pensé de présenter les «leçons» sous forme de causerie, monologue explicatif du professeur Radiol et sous forme de discussions entre un ignorant qui apprend prodigieusement vite et son professeur.

Commençant par l'histoire de la radio et la composition de la matière, on élabore jusqu'aux notions de circuits à courant continu, de diode, de superhétérodyne, de modulation de fréquence.

Ce livre venant de France, où l'oeil et l'oreille ne sont que peu familiers avec des termes anglais, on a cru bon de traduire le push-pull, notion de champs magnétiques par pousse-tire, le fading, variations d'intensité dans la réception des ondes, par évanouissement, ce qui ne manquera pas de faire sourire tous les Québécois amateurs d'électronique.

Ainsi, page après page, l'on vous explique ce que sont la radio et la télévision; il ne faudrait pas croire que la simple lecture de la septième causerie suffira au néophyte pour saisir la huitième. Pour celui qui veut vraiment connaître tous les aspects de la Télégraphie sans fil ou de la physiologie de la couleur, il faudra s'absorber et «souvent relire un chapitre pour mieux assimiler tout son contenu», comme le dit E. Aisberg lui-même.

Solange L. Czerniecki

### PÉRIODEX

Index analytique de périodiques de langue française,  
Centrale des bibliothèques, Ministère de l'Éducation,  
Québec, 1972

Il n'est évidemment pas question pour un particulier d'envisager l'achat par abonnement de cet index mensuel qui analyse de façon systématique plus de 150 périodiques de langue française dont beaucoup sont québécois. Mais nous ne saurions trop recommander à nos lecteurs qui fréquentent les bibliothèques publiques (municipales ou scolaires) de le consulter lorsqu'ils effectuent une recherche sur un sujet d'actualité ou d'intérêt général. Qui plus est, *ils devraient insister* auprès des responsables des bibliothèques qui ne le possèdent pas encore, pour qu'ils s'y abonnent au plus tôt... ainsi qu'à la majeure partie des périodiques recensés.

Toutes proportions gardées, un tel abonnement (\$125/an) représente un coût minime pour une bibliothèque, quand on songe aux nombreuses collections encyclopédiques qui, trop souvent, dorment sur les rayons et sont de toute manière dépassées dès leur parution.

PÉRIODEX, lui, paraît dix fois l'an et publie même une refonte annuelle. De présentation agréable et claire, il s'avère de consultation très simple. Regroupées en deux sections, l'une alphabétique (par sujet) et l'autre méthodique (par discipline), les analyses permettent à la fois de trouver rapidement toutes les références sur un sujet ou un centre d'intérêt précis, tout en donnant un aperçu synthétique du contenu de chacune.

Cet index prend la relève de *L'Index analytique* publié depuis 1966 par le Centre de documentation de l'Université Laval et le Service des bibliothèques d'enseignement du ministère de l'Éducation du Québec. Depuis sa prise en charge entière par la Centrale des bibliothèques, il apparaît plus simple, plus clair et surtout, plus complet et accessible à tous.

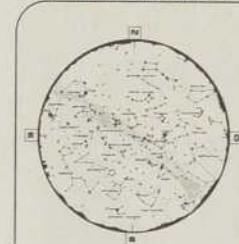
Peut-on demander mieux?

Oui. Que toutes les bibliothèques du Québec — et pourquoi pas de la francophonie? — s'y abonnent d'office.

En attendant, les «chanceux» parmi nos lecteurs-étudiants qui le trouveront dans leur bibliothèque scolaire peuvent y puiser d'inestimables sources tout en s'initiant à la recherche en bibliothèque.

Jean-Marc Gagnon

### LE QUÉBEC ASTRONOMIQUE



### LE QUÉBEC ASTRONOMIQUE Publié mensuellement par la Société d'astronomie de Montréal

*Le Québec Astronomique*, publication de la Société d'astronomie de Montréal, répond chaque mois à vos préoccupations astronomiques. Ce bulletin de 14 pages, écrit par des astronomes et amateurs d'astres, enseigne comment fabriquer lunette et télescope, utiliser et régler ces instruments; un calendrier du mois donne la position des différentes planètes. On y indique aussi quelles seront les observations à faire durant ce mois, s'il y aura des météores (étoiles filantes) ainsi que la position des astres les plus aisément visibles.

On trouve quelques chroniques sur les satellites artificiels ou sur l'exploration du système solaire ou encore des explications techniques quant à la manière de photographier une éclipse de soleil. Pour finir, une revue de livres sur le sujet.

La Société d'astronomie de Montréal cherche en ce moment à regrouper tous les intérêts astronomiques des jeunes. Si vous en êtes, envoyez votre abonnement-cotisation de \$5 à la Société d'astronomie de Montréal, 3860 est, rue Rachel, app. 1, Montréal 406 et vous recevrez, chez vous, le *Québec Astronomique*.

## COMITÉ DE SOUTIEN

### BELL CANADA

Monsieur René Fortier, vice-président  
Zone de Montréal

### LA BRASSERIE LABATT LTÉE

Monsieur Maurice Legault, président

### BANQUE DE MONTRÉAL

Monsieur C.W. Harris  
Vice-président et secrétaire

### INSTITUT DE RECHERCHE DE L'HYDRO-QUÉBEC (IREQ)

Monsieur Lionel Boulet, directeur

Aidez-nous à soutenir  
financièrement

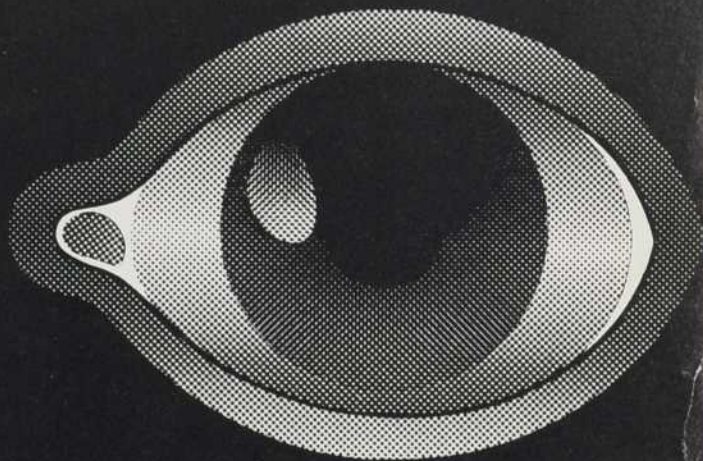
**québec  
science**

**le seul  
magazine  
québécois  
d'information  
scientifique**

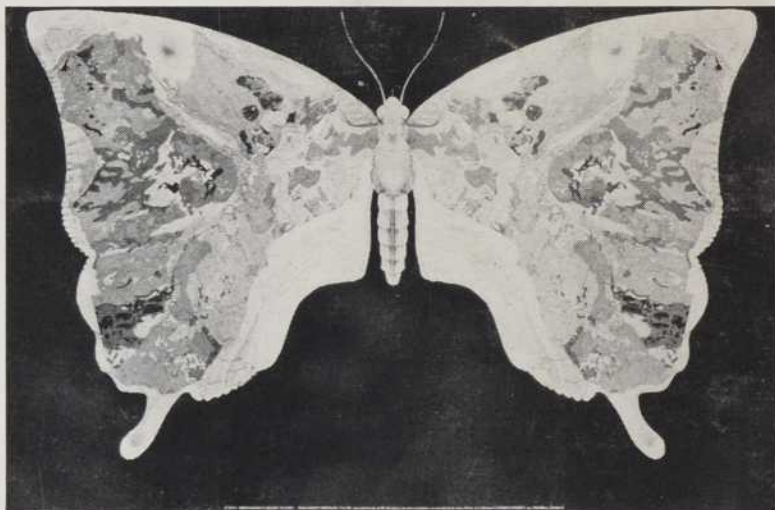
Adressez vos dons à:

**QUÉBEC SCIENCE**  
Case postale 250  
Sillery, Québec 6  
Tél. (418) 657-2435

# québec science c'est aussi nous\*



\*COUTHURAN, synecticiens.  
C.P. 250, Québec 4, Québec, (418) 524-2011



Reproduction à échelle réduite et en noir et blanc du poster en couleurs de format 24" x 36" conçu à partir de la carte géologique du Québec.

**SI VOUS N'AVEZ PAS ENCORE ADRESSÉ VOS VOEUX  
DU NOUVEL AN À VOS PARENTS ET AMIS ÉLOIGNÉS  
FAITES COMME NOUS!  
CONFIEZ-LES À NOTRE PAPILLON**

Pour offrir un poster papillon à l'occasion du Nouvel An, il suffit de nous adresser un chèque ou un mandat-poste au montant de \$2\* accompagné d'un bon de commande ou d'un simple bout de papier nous indiquant votre nom et votre adresse ainsi que le nom et l'adresse de la personne à qui vous désirez faire parvenir votre cadeau. Nous y joindrons une carte de souhaits de votre part. Offrir un abonnement à QUÉBEC SCIENCE, c'est aussi simple (p.25).

\* Ce prix comprend 15c de taxe de vente provinciale, ainsi que les frais de port et d'emballage.

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC  
BUREAU DÉPÔT LÉGAL  
1700 RUE ST-DENIS  
MONTREAL PQ  
4 1

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE  
REÇU LE  
16 JAN 1973  
DU QUÉBEC