



LIBRARY, MINISTRY OF STATE  
FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY

# Réalisations patentes et latentes Volume 2

Q  
180  
.C2  
A514  
v. 2  
c. 2

# **Réalisations patentes et latentes**

**Volume 2**

© Droits de la Couronne réservés

En vente chez Information Canada à Ottawa, K1A 0S9  
et dans les librairies d'Information Canada:

HALIFAX

1683, rue Barrington

MONTRÉAL

640 ouest, rue Ste-Catherine

OTTAWA

171, rue Slater

TORONTO

221, rue Yonge

WINNIPEG

393, avenue Portage

VANCOUVER

800, rue Granville

ou chez votre libraire.

Prix: \$3.00      N° de catalogue ST31-2 / 1974-2F

Prix sujet à changement sans avis préalable

Information Canada

Ottawa, 1974

# Réalisations patentes et latentes

## Volume 2

**Ce recueil groupe une série d'articles décrivant, à l'intention des non-initiés, certaines réalisations scientifiques et technologiques canadiennes.**

LIBRARY, MINISTRY OF STATE  
FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY



CANADA

Ministère d'État

Ministry of State

Sciences et  
Technologie

Science and  
Technology

20642

# SOMMAIRE

	PAGE
<b>Introduction</b> .....	11
<b>Les auteurs</b> .....	13
<b>Les responsables de la rédaction</b> .....	15
<b>Véhicules à chenilles</b> Des véhicules qui glissent sur la neige, les marécages et les fondrières et transportent du matériel sur des terrains impraticables dans toutes les parties du monde .....	17
<b>La maladie de Parkinson et la Levodopa</b> Une drogue appelée Levodopa permet de soulager les personnes atteintes de la maladie de Parkinson .....	22
<b>Sir William Logan</b> La brillante et pittoresque carrière du fondateur des études géologiques au Canada .....	25
<b>La tectonique des plaques</b> Une étude géologique, menée actuellement au Canada, montre comment la partie de l'écorce terrestre située entre 30 et 60 milles de la surface de la terre est animée par une mosaïque d'énormes plaques en mouvement .....	30
<b>Imax</b> Nouvelle pellicule cinématographique et nouvelle technique de projection qui montrent l'action sur un écran haut comme six étages et large de 80 pieds .....	40
<b>Le fongicide de l'orme-liège</b> Poudre gris clair qui, injectée dans les racines des ormes, tue le fungus, germe de maladie de l'orme-liège .....	44
<b>Une soufflerie</b> Des essais en soufflerie sur des maquettes, faits au Boundary Layer Wind Tunnel Laboratory, permettent de vérifier les effets du vent sur les gratte-ciel avant que ne commencent les travaux de construction .....	49

### **Les eaux usées et la tourbe**

Les eaux usées de provenance industrielle et contenant du mercure peuvent maintenant être filtrées à l'aide d'une couche de tourbe traitée, laquelle retient plus de 99% du mercure ..... 53

### **Les sables bitumineux de l'Athabasca**

En 1923, un scientifique d'Edmonton a mis au point une technique d'extraction de pétrole des sables bitumineux de l'Athabasca..... 58

### **L'ozonisation**

Une nouvelle méthode de traitement des eaux usées, consistant à pulvériser des gouttelettes d'eau dans un milieu enrichi en ozone, permettra de purifier l'eau destinée à la consommation domestique et industrielle ..... 62

### **Un groupe d'enregistrement qui nous met à l'écoute du monde sous-marin**

Ce dispositif d'enregistrement capte les bruits provenant des eaux de l'Arctique et du Pacifique-Nord afin de détecter les sous-marins naviguant dans le voisinage du Canada..... 65

### **Le microscope électronique**

Quand les scientifiques de l'Université de Toronto ont construit le premier microscope électronique, vers la fin des années 30, ils nous ont ouvert les portes d'un monde peuplé d'objets grands de quelques milliardièmes de pouce..... 69

### **La collecte sous-vide**

L'industrie des produits à base de sucre d'érable va se trouver stimulée par un système de tubes en plastique tout récent, qui consiste à aspirer la sève des arbres et à la transporter vers des cuves et des évaporateurs ..... 76

### **Téléfluoroscopie**

Les médecins peuvent diriger les examens faisant intervenir des rayons-X à partir de salles de téléguidage, observer les clichés radiographiques du patient sur des écrans de télévision et enregistrer ces clichés sur des bandes magnétoscopiques ..... 79

### **Échos météo**

Un groupe de physiciens et de météorologistes canadiens a utilisé les taches lumineuses de tailles variables qui apparaissent sur les écrans-radars, comme base de la plus grande partie des recherches et des prévisions météorologiques du Canada ..... 82

<b>La tordeuse des bourgeons de l'épinette</b>	
Un insecticide bactériologique qui tue la tordeuse des bourgeons de l'épinette, insecte qui, dans la seule année 1972, avait défeuillé 30 millions d'acres d'épinettes et de sapins baumiers dans l'est du Canada.....	91
<b>Archéologie — Québec</b>	
Le gouvernement et les universités de la province de Québec encouragent une nouvelle étude scientifique des anciennes cultures du Québec. On pense maintenant que la plus ancienne est vieille de 11,500 ans. ....	95
<b>Inventaire de nos glaciers</b>	
Dans le cadre d'un projet mondial, les scientifiques canadiens inventorient actuellement les 70,000 à 100,000 glaciers de notre pays.....	100
<b>Piège à insectes</b>	
Il s'agit d'un cylindre en forme de fusée, qui capte les insectes dans les silos à grain, permettant ainsi aux agriculteurs de désinfecter le blé plus rapidement qu'auparavant.....	108
<b>Aliments déshydratés</b>	
Le fromage, le poulet, le poisson et la viande en poudre que l'on peut actuellement se procurer sont beaucoup plus facilement exportables que les aliments frais, congelés, salés ou fumés.....	112
<b>Nouvelle table d'opérations</b>	
La conception de cette table permet d'obtenir des clichés radiographiques plus lumineux et donne au chirurgien la possibilité de placer le patient dans 10 positions différentes et de déplacer sa tête, son tronc ou ses jambes séparément.....	115
<b>La démoustication</b>	
A Québec, on a mis au point un système chimique et biologique de lutte contre les moustiques, qui utilise un produit chimique biodégradable, permettant à des fungus microscopiques de tuer les larves de moustiques. Ce système pourra réduire considérablement le nombre des moustiques dans les endroits marécageux.....	117
<b>«L'homme qui a fait brûler la glace» ou le père de la glaciologie moderne</b>	
Un physicien de l'Université McGill qui a déjà fait brûler de la glace, en a étudié les propriétés afin d'accroître l'efficacité des systèmes d'approvisionnement en eau des villes et d'étendre la période pendant laquelle les bateaux peuvent naviguer au Canada, et ce, dans de meilleures conditions de sécurité.....	121

<b>Le vaccin contre la peste bovine</b>	
Un vaccin mis au point à Québec protège le bétail des pays en voie de développement contre la peste bovine, maladie fatale aux ruminants.....	126
<b>Le bégaïement</b>	
Un psychologue du Nouveau-Brunswick apprend à un groupe de bègues à parler en s'aidant d'un métronome, les guérissant ainsi, en grande partie, de leur bégaïement.....	130
<b>La réimplantation du caribou</b>	
De nouvelles méthodes de capture des caribous ainsi que des moyens plus efficaces pour les transporter ont permis d'accroître le nombre de ces animaux dans le parc des Laurentides au Québec où, autrefois, on en comptait plusieurs milliers.....	133
<b>Les satellites ionosphériques</b>	
En étudiant les moyens d'éviter les perturbations des communications-radio dans le Nord, des physiciens canadiens réussissent à obtenir les photographies d'aurores boréales les plus nettes qu'on ait jamais prises d'un satellite. Leur équipement se trouvait à bord du satellite canadien ISIS-II.....	138
<b>Ernest Lepage</b>	
Le Père Lepage, qui a conduit 20 expéditions dans le nord du Québec depuis 1940, a rassemblé, décrit et classé de nombreuses plantes du Nord.....	146
<b>Interférométrie à grande base</b>	
Les astronomes peuvent maintenant déterminer la taille de certains quasars en comparant les signaux captés par deux radiotélescopes distants de plusieurs milliers de milles.....	150
<b>Déchets et incinération</b>	
Grâce à deux méthodes de recyclage des déchets, l'incinération et la pyrolyse, on peut traiter et réutiliser des quantités toujours plus importantes de résidus.....	154
<b>Les gammabeams et les gammacells</b>	
Ces irradiateurs que l'on peut se procurer dans le commerce ont permis, entre autres choses, de fabriquer des revêtements de sol particulièrement résistants, ont conduit à de nouvelles méthodes de stérilisation des aliments, et ont également été utilisés dans la recherche contre le cancer.....	159

## Introduction

Voici le deuxième livre rédigé dans le cadre du Programme des réalisations scientifiques et technologiques, du Ministère d'État aux Sciences et à la Technologie. Les articles qu'il contient ont pour but de mieux faire connaître au public canadien les réalisations actuelles et passées des scientifiques et ingénieurs canadiens.

Ces articles atteignent leur objectif d'ensemble de trois manières différentes. D'une part, chacun a un caractère général. Par exemple, on trouvera des grandes lignes de la théorie de la tectonique des plaques, laquelle rapproche différents aspects de la géologie encore quelque peu cloisonnés il y a une dizaine d'années, quand elle fut avancée pour la première fois. Les auteurs se sont efforcés d'assurer à chaque sujet traité une rigueur scientifique, sans donner pour autant aux articles une forme trop technique à la portée des seuls spécialistes.

D'autre part, les auteurs et rédacteurs ont fait usage des termes et expressions les plus simples dans leurs descriptions des théories, des instruments et des expériences. Par exemple, des ouvrages spécialisés décrivent la formation et les mouvements des glaciers en des termes plus généraux, ou bien même des images, qu'ils jugeaient convenir à la description des glaciers, des microscopes électroniques, des appareils d'enregistrement, etc., sans toutefois recourir à une foule d'expressions techniques.

En troisième lieu, le livre a un caractère légèrement publicitaire puisqu'il vise à attirer l'attention sur les réalisations canadiennes; aussi, les auteurs ont-ils souligné tout particulièrement les aspects canadiens d'un nouveau procédé, d'une pièce plus élaborée, d'une nouvelle utilisation d'un procédé connu, d'une invention toute récente, ou d'un ensemble de données plus complet que n'importe quel autre du même ordre dans le monde.

Les articles ont été choisis dans une liste de plus de 500 réalisations établies par des scientifiques, des ingénieurs, des associations professionnelles, des industries, des ministères et des organismes du gouvernement. Les auteurs ont choisi les sujets qui les intéressaient. C'est pourquoi les articles ne sont pas classés par ordre d'importance et les sujets traités ici ne représentent pas nécessairement les réalisations les plus significatives.

Les auteurs sont des étudiants, ou de jeunes

diplômés, d'écoles de journalisme dans tout le Canada, engagés pour l'été 1973 par les Services d'information du Ministère. Ils ont écrit leurs articles sous la direction de Marvin Schiff, responsable de la rédaction pour la partie anglaise, et de Jean Proulx,

responsable pour la partie française. Après l'approbation de ces derniers, les articles furent soumis à l'examen du directeur des Services d'information puis revus par un groupe de scientifiques, d'ingénieurs et d'écrivains.

## Les auteurs

Claude Bonenfant, étudiant en maîtrise de littérature canadienne-française à l'Université du Québec à Trois-Rivières, a écrit des pièces, des poèmes et des romans en plus des articles scientifiques qui figurent ici.

Margaret Brasch a apporté au programme sa formation médicale et ses connaissances de la rédaction. Elle a obtenu un baccalauréat ès sciences de l'Université Sir Gorge Williams, à Montréal, et une maîtrise en endocrinologie de l'Université Carleton où elle a d'ailleurs également étudié le journalisme.

Linda Chemelli, de Sunde (Alberta), a terminé un cours de deux ans de gestion journalistique au Southern Alberta Institute of Technology, à Calgary. Elle s'intéresse essentiellement à la technique publicitaire et à la mise en page.

Serge Côté a obtenu un baccalauréat pré-médical et un baccalauréat ès sciences de l'Université d'Ottawa. Il est actuellement en troisième année de droit à la même université. Il a aussi travaillé comme rédacteur sous contrat pour le Ministère d'État aux Sciences et à la Technologie.

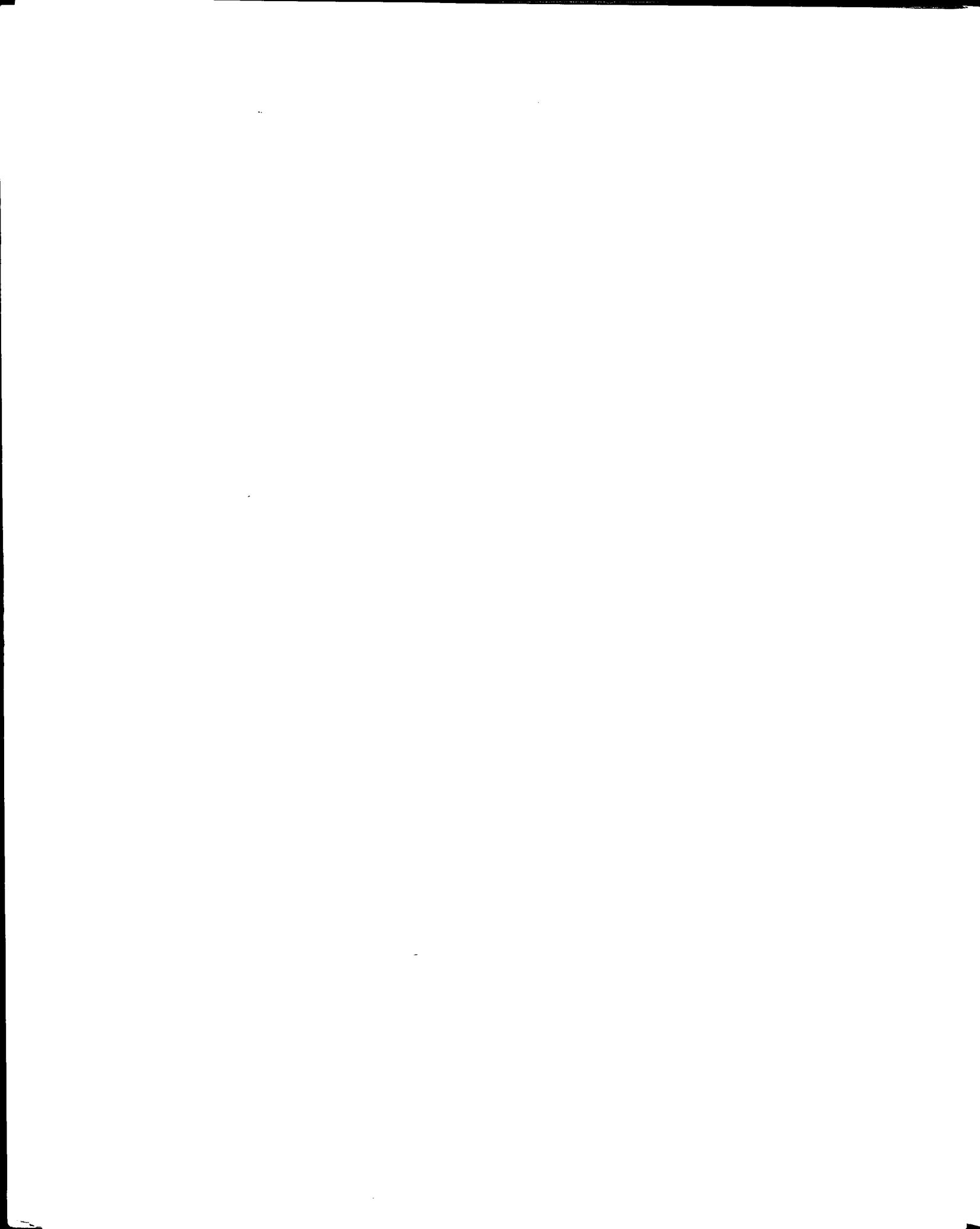
Randy Denley a obtenu un baccalauréat en journalisme de l'Université Western Ontario, à London. Il est maintenant employé comme rédacteur à plein temps à cette université.

Diane Hill, étudiante en quatrième année de journalisme à l'Université Carleton, souhaite pouvoir utiliser dans le reportage spécialisé son expérience de rédactrice.

Martin McCormack a suivi un cours de journalisme d'un an à l'Université Carleton après avoir terminé une maîtrise de géologie à l'Université de Calgary. Il est maintenant employé comme rédacteur de publications auprès de Ministère d'État aux Sciences et à la Technologie et souhaite pouvoir se spécialiser à l'avenir dans le journalisme des sciences de la terre.

Anne Sadler a obtenu un diplôme avec spécialisation après un cours de journalisme de deux ans au Sheridan College of Applied Arts and Technology, à Oakville (Ontario). Elle souhaite travailler à la télévision comme interviewer.

Marlene Simmons, de Chatham (Ontario), est revenue au programme des réalisations scientifiques et technologiques en 1973 après avoir acquis une petite expérience journalistique pratique. Cette année, elle poursuit ses études de journalisme à l'Université Carleton, à Ottawa.



## Les responsables de la rédaction

Jean Proulx est chef du département de philosophie au CEGEP d'Ahuntsic, à Montréal. C'est là qu'il a collaboré à la rédaction d'une série de livres philosophiques recouvrant une grande variété de sujets, et notamment les sciences, publiés par un groupe de professeurs du CEGEP. M. Proulx a également écrit pour la revue «Maintenant».

Marvin Schiff, professeur adjoint de journalisme à l'Université Carleton, à Ottawa, collabore actuellement en tant que journaliste indépendant au Toronto Globe and Mail et à la Société Radio-Canada. M. Schiff enseigne les techniques du reportage et participe à la création d'un séminaire de rédaction scientifique à Carleton. En tant qu'ancien membre de la rédaction du Globe and Mail, M. Schiff est maintenant spécialisé dans les reportages ayant trait à la médecine et au bien-être social.

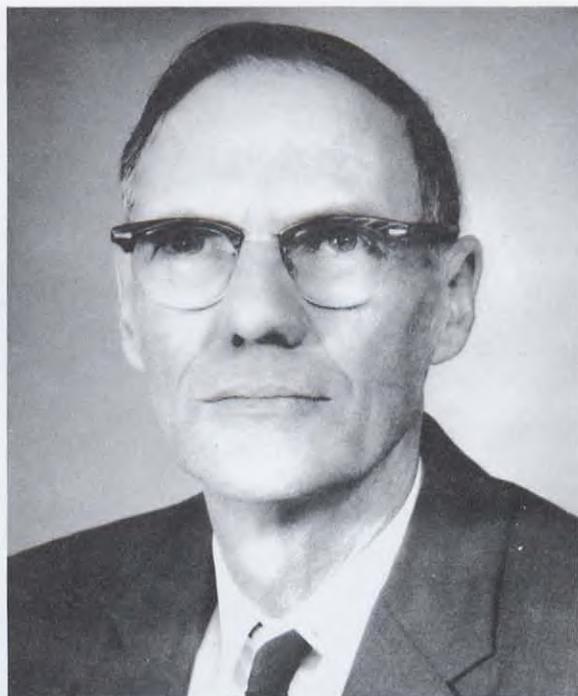
Le groupe de scientifiques, d'ingénieurs et d'écrivains ayant revu les articles destinés à ce livre, comprenait:

M. D.G. Andrews, professeur d'ingénierie nucléaire à l'Université de Toronto; M. D.M. Baird, directeur du Musée national des sciences et de la technologie à Ottawa ainsi que les membres du personnel du musée; M. Louis Berlinguet, vice-recteur de l'Université du Québec; Dr. Fraser N. Gurd, secrétaire adjoint du Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada, à Ottawa; M. Martin Johns, chef du département de physique à l'Université McMaster; M. James Morrison, chef de l'Institut de recherche sur les matériaux à l'Université McMaster; M. Louis Siminovitch, professeur et chef du département de biologie cellulaire médicale à l'Université de Toronto; et M. David Spurgeon, directeur adjoint du Service des publications scientifiques au Centre de recherche sur le développement international, à Ottawa.

M. John E. Bird, du Conseil national de recherches, n'a ménagé ni son temps ni ses connaissances qu'il a mis gracieusement au service du comité en 1972 et 1973, et jusqu'à sa mort survenue pendant l'automne 1973.

## Véhicules à chenilles

DIANE HILL



*Bruce Nodwell*

Un homme marche péniblement dans la neige profonde, enfonçant jusqu'aux genoux à chaque pas. Derrière lui un véhicule de transport de 13 tonnes, sur chenilles, marque à peine la croûte de neige.

Ce véhicule apparemment plus léger que l'homme a parcouru de vastes étendues de neige, de marécage et de muskeg, pour ouvrir des territoires auparavant inaccessibles, et a créé un marché mondial pour une entreprise entièrement canadienne.

Connu sous le nom de véhicule à Chenilles Nodwell, l'appareil a été inventé en 1957 par un concepteur d'équipement de Calgary, Bruce Nodwell, dans le but de transporter l'équipement de forage et les équipes de travailleurs dans le Nord canadien. Voilà quelques 15 ans de cela et maintenant les véhicules à chenilles Nodwell sont utilisés partout au monde à toutes sortes de fins, depuis les manœuvres militaires jusqu'à la mise en valeur des marais.

C'est la poussée de l'industrie pétrolière en vue d'accéder aux réserves pétrolières de l'Arctique qui

a permis à M. Nodwell de lancer ses projets.

Les réserves pétrolières potentielles du Nord canadien s'élèvent à environ 60 milliards de barils, mais elles sont pour la plupart difficiles d'accès à cause des terrains quasi-infranchissables, surtout le pergélisol qui a une surface spongieuse entremêlée de particules de glace, et le muskeg qui est un autre mélange de sol et d'eau. Le muskeg présente un problème spécial car sa texture varie selon le temps.

Avant l'apparition du véhicule à chenilles, l'exploration pétrolière dans les régions septentrionales était limitée à l'hiver lorsque le muskeg est gelé et qu'il peut supporter les véhicules lourds et l'équi-

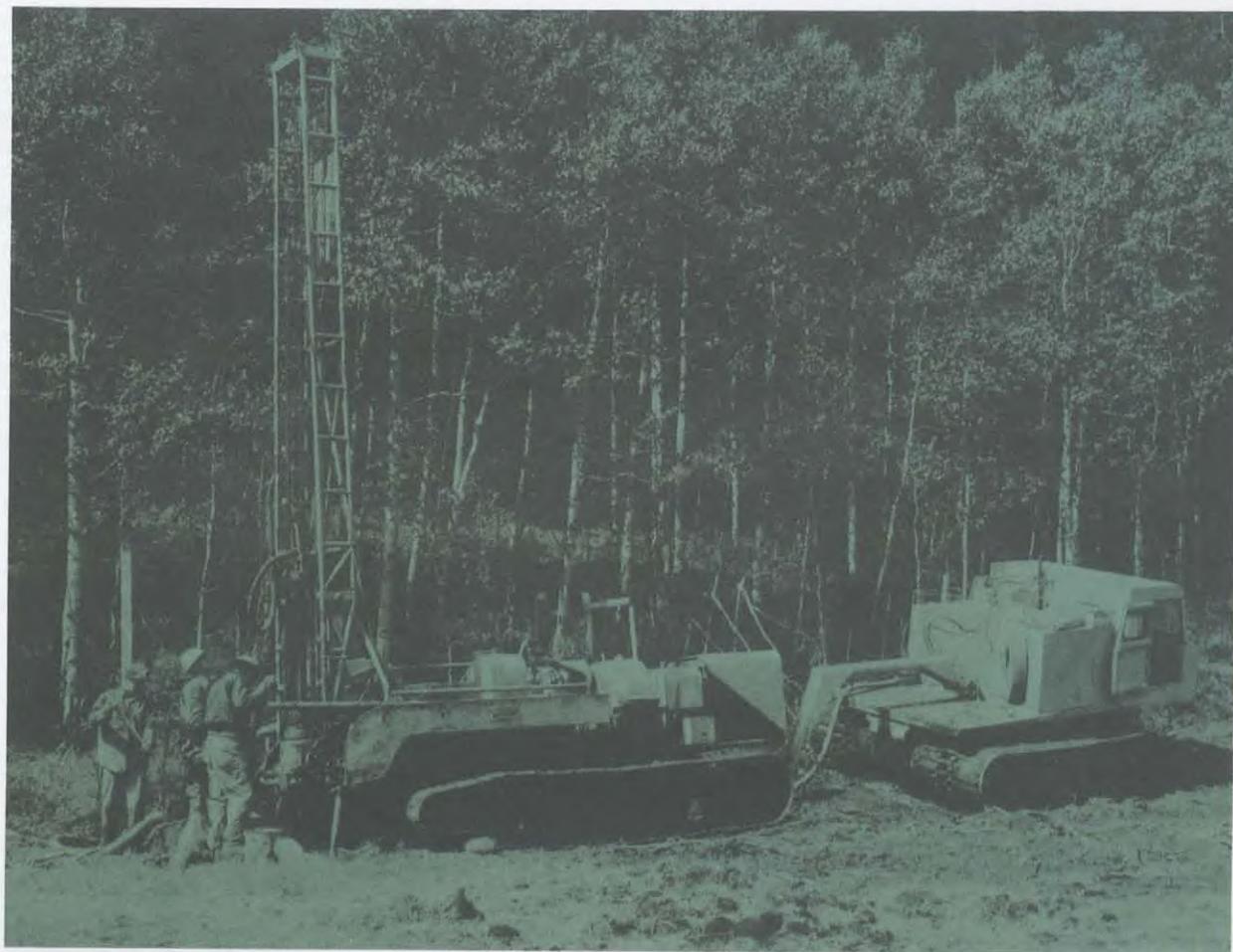
pement de forage.

A l'été, il devient une masse marécageuse épaisse qui ne peut porter un équipement lourd, des véhicules conventionnels, ou parfois même une chaussée. Pour cette raison, les sociétés pétrolières étaient forcées de transporter les travailleurs et l'équipement dans ces régions à l'automne et de les ramener avant le dégel du printemps, même si le travail de forage n'était pas terminé.

En 1952, Imperial Oil Ltd. cherchant un moyen de prolonger la saison d'exploration dans le Nord a demandé à la Bruce Nodwell Ltd. de concevoir un véhicule qui puisse transporter hommes et équipe-



*Le Nodwell 110, chargé d'équipement de forage, se déplace facilement sur la route détrempée et boueuse construite dans une région de muskeg.*



*Ce véhicule à chenilles Nodwell transporte un équipement de forage portatif.*

ment sur les terrains du Nord en toutes saisons.

Pendant plusieurs années avant la demande de l'Imperial Oil, M. Nodwell lui-même avait étudié les véhicules de transport tous terrains en vue de permettre l'accès aux régions marécageuses à tout temps de l'année. Il avait fait des essais avec divers types de roue avant d'en arriver à la conclusion que seul un véhicule à chenilles pourrait offrir la solution.

Lorsque l'Imperial Oil et la Bruce Nodwell Ltd. ont commencé à travailler ensemble, le plus grand véhicule à chenilles existant était un modèle, du genre char d'assaut, fabriqué au Québec par la Société Bombardier, connue maintenant pour ses motoneiges, qui pouvait transporter 4,000 livres.

Les sociétés pétrolières avaient toutefois besoin d'un véhicule qui puisse transporter au moins 12 000 livres. Après cinq années de tâtonnements, la Société Bruce Nodwell mit au point un modèle qui pouvait porter une charge de 20 000 livres.

Bien que son poids total en charge s'élève à environ 25 tonnes, le véhicule peut rouler à la surface de pratiquement tous les terrains à une vitesse maximale de 12 milles à l'heure; il exerce sur le sol une pression d'environ deux livres par pouce carré.

Le principal problème rencontré lors de la conception du véhicule a été de découvrir une façon de munir l'appareil de chenilles ayant une surface assez grande pour réduire la pression sur le sol et ce,

sans lui faire perdre sa stabilité sur les terrains accidentés.

Deux solutions ont été élaborées, les deux ayant trait à la conception des chenilles. Nodwell a utilisé des chenilles de quatre pieds de largeur, en caoutchouc et en acier, montées autour d'un certain nombre de roues munies de pneus en caoutchouc. Cela donne une surface de roulement amortissant les secousses et assez large pour répartir le poids du véhicule sur une grande surface. L'appareil a environ 40 pieds de longueur et 10 pieds de largeur, et pèse à peu près 15 tonnes à vide et 25 tonnes en charge.

Cependant, un véhicule de cette taille reposant si

légèrement sur le sol risquerait de se renverser sur un terrain inégal si les chenilles étaient rigides. Pour résoudre le problème de stabilité, on a joint chacune des roues à l'intérieur des immenses chenilles à un essieu, et chaque essieu est à son tour rattaché séparément à l'arbre de commande, «l'épine dorsale» du véhicule. Puisque chaque roue est suspendue et peut tourner indépendamment des autres, les chenilles peuvent «marcher», une roue après l'autre, sur un terrain inégal, minimisant le risque de renversement.

Après avoir adapté cette conception fondamentale des chenilles à un véhicule à plateforme plate, on a créé toute une gamme de véhicules. Des



*Un convoi de gros véhicules à chenilles se déplaçant le long d'un sentier d'hiver avec leur chargement.*

maisons pourvues de couchettes, des remorques pour cuisinier et des véhicules pour le personnel ont été montés sur les chenilles Nodwell. Un camp complet sur chenilles peut être transporté à un emplacement de forage dans le muskeg, en hiver ou en été, et il peut y demeurer à longueur d'année sans s'embourber.

Avant que le premier véhicule à chenilles Nodwell ne soit lancé sur le marché, L'Imperial Oil Ltd.

et la Shell Oil se sont engagés conjointement dans le projet. La Shell Oil a conduit les premiers essais fructueux du véhicule à chenilles en 1958 dans les sables asphaltiques gommeux d'Athabasca (Alberta), et avant que les plans d'autres véhicules à chenilles soient terminés, les commandes commençaient déjà à arriver.

Les véhicules peuvent se déplacer sur la glace, la neige, le pergélisol, le muskeg ou le sable, et dans

quatre pieds et demie d'eau au maximum. On en a livré à des pays en Amérique du Sud, à l'Afrique du Sud, à l'Iran, à l'Indonésie, et à plusieurs régions septentrionales telles que la Sibérie, l'Alaska et le Nord canadien.

De 1969 à 1973, trois contrats de vente de véhicules à chenilles, se chiffrant à environ 12 millions de dollars, ont été conclus avec l'Union soviétique. La République populaire de Chine étudiait elle aussi la possibilité d'utiliser les véhicules à chenilles Nodwell dans son industrie pétrolière.

Un utilisateur important des véhicules à chenilles Nodwell dans le Nord canadien est la Panarctic Petroleum Ltd., une société qui s'occupe de l'exploration pétrolière dans les îles de l'Arctique. Un représentant de la Panarctic à Calgary a déclaré (quoiqu'il n'ait pas pu fournir de chiffres à l'appui) que le véhicule à chenilles, en permettant de prolonger la période d'exploration et grâce à sa capacité de transporter des charges plus considérables d'équipement de forage sur des terrains plus

accidentés, permet à sa société d'économiser de l'argent depuis les débuts de 1960.

Les véhicules à chenilles fabriqués par l'entreprise de M. Nodwell se vendent à des prix qui varient entre environ \$ 13,000 pour un véhicule de transport de personnel ayant une capacité de d'une tonne et demie, et environ \$ 130,000 pour le plus gros qui peut transporter un peu plus de 40 tonnes de marchandises.

Ils sont fabriqués à Calgary, à l'endroit même où Bruce Nodwell a inventé le premier véhicule pour le compte de l'Imperial Oil. M. Nodwell est maintenant un des vice-présidents de la Foremost International Industries Ltd., qui se spécialise dans les véhicules de transport tous terrains. Des chaînes de montage de la société sortent cinq types différents de véhicules à chenilles basés sur les plans du premier appareil de Nodwell, et des véhicules de trois tailles différentes munis de pneus ballons en caoutchouc.

En reconnaissance de son travail, M. Nodwell a reçu du Gouverneur général la médaille du Service de l'Ordre du Canada en 1970.

## La maladie de Parkinson et la Levodopa

MARGARET BRASCH

Vous vous croyez en bonne santé, mais un beau matin, en prenant le café, vous vous apercevez d'un léger tremblement des mains. Le tremblement dure environ cinq minutes et devient plus prononcé lorsque vos mains sont au repos. «Ce n'est rien, dites-vous, un peu de fatigue, c'est tout!»

Deux semaines plus tard, et à plusieurs reprises, le même phénomène se reproduit. Cette fois la durée du tremblement est de dix minutes. Un peu inquiet, vous optez pour la visite annuelle chez votre médecin.

Il exige votre historique médical et vous fait passer toutes sortes de tests neurologiques. La semaine suivante, il vous reçoit à son bureau et vous révèle que les résultats ont démontré l'absence d'une substance qui se nomme la dopamine. Cette absence, ainsi que le tremblement, constituent deux des symptômes indicatifs de la maladie de Parkinson!

Qu'est-ce au juste que la maladie de Parkinson? C'est une maladie, vous explique le neurologue, qu'on appelle aussi la «paralysie agitante» ou, en termes populaires, «la paralysie tremblante». Elle doit son nom à un chirurgien britannique qui la décrit pour la première fois en 1817.

Le neurologue ajoute que c'est un désordre progressif et chronique, qui affecte une région du cerveau, le système extrapyramidal, contrôlant certains mouvements musculaires.

Quoique les symptômes de la maladie présentent un certain degré de variation, on fonde le diagnostic sur les principaux indices suivants: démarche très ralentie, physionomie sans expression, musculature rigide accompagnée de faiblesse et de tremblement au repos. On doit faire passer une batterie de tests avant de pouvoir établir, d'une façon définitive, que le patient souffre en effet de la maladie de Parkinson. Comme nous l'explique le Dr. Barbeau, neurologue à l'Institut de recherches cliniques de Montréal, «seul le neurologue peut en faire le diagnostic exact.»

On estime à plus de 200,000 le nombre de Canadiens atteints de cette maladie. Le Dr. Barbeau, qui s'y intéresse depuis plus de dix ans, notait que, chez les plus de 40 ans, une personne sur 200 souffrait de la maladie de Parkinson. Les analyses statistiques ont démontré qu'elle était plus fréquente chez les gens de 45 à 65 ans. La probabilité

est un peu plus élevée pour l'homme que pour la femme: 51 pour cent pour l'homme en comparaison de 49 pour cent pour la femme. Plusieurs neurologues ont noté ce fait, tout en soutenant qu'ils n'en ont pas trouvé de cause exacte.

Deux traitements peuvent être prescrits pour combattre cette maladie tant bien que mal, car elle ne peut être entièrement guérie: l'intervention chirurgicale et la thérapie chimique.

La chirurgie, le traitement traditionnel pour combattre les symptômes de la maladie de Parkinson, s'effectue de la façon suivante: on pénètre le cerveau, on localise la région suspecte (souvent aussi petite qu'une tête d'épingle) et on détruit, soit par des lésions, soit par le froid, le petit groupe de cellules dégénérées. Le chirurgien espère ainsi prévenir l'extension de la maladie aux cellules saines avoisinantes.

De nos jours, cependant, on envisage le traitement de la maladie de Parkinson selon une optique complètement différente. En effet, la majorité des cliniciens choisissent maintenant la thérapie chimique avec la L-3-4-dihydroxyphenylalanine, c'est-à-dire la Levodopa.

Le Dr. Barbeau soutient qu'on ne traite plus que cinq pour cent des cas par l'intervention chirurgicale. Les raisons pour abandonner la thérapie traditionnelle, compilées pendant plusieurs années d'expériences, nous semblent maintenant très évidentes: la difficulté de rejoindre exactement les régions affectées, la possibilité de détruire des cellules normales dans le processus et un séjour souvent très prolongé à l'hôpital.

De plus, après l'intervention chirurgicale, 66 pour cent des patients manifestent un certain degré de réhabilitation, tandis qu'avec la thérapie chimique, on peut enrayer plusieurs symptômes de la maladie de Parkinson dans 90 pour cent des cas. Enfin, quoique la chirurgie se soit avérée très efficace dans le soulagement du tremblement, elle n'a pas encore réussi à combattre la rigidité musculaire.

La Levodopa est un précurseur de la dopamine qui, on s'en souvient, est absente chez le malade atteint de paralysie agitante. On prescrit cet acide aminé, la Levodopa, car la dopamine, à cause de sa

configuration moléculaire, ne peut aisément pénétrer certaines barrières du cerveau et contrôler ainsi la paralysie et le tremblement.

Quoiqu'on connaisse les effets salutaires de la Levodopa dans le soulagement des symptômes de la maladie de Parkinson depuis plus de douze ans, ce n'est qu'en 1968 qu'elle fut introduite pour la première fois dans la thérapeutique par un groupe de chercheurs canadiens.

L'emploi de la Levodopa dans la thérapeutique de la maladie de Parkinson fut le point culminant d'une série de recherches multidisciplinaires, s'échelonnant sur plusieurs années. Il faut dire qu'en ce domaine, la réputation canadienne n'est plus à faire.

En effet, le Dr. André Barbeau à Montréal et le Dr. Oleh Hornykiewicz, Autrichien d'origine, maintenant chef du département de psychopharmacologie au Clarke Institute of Psychiatry à Toronto, se sont taillé une place de choix, dans l'histoire de la science, lorsqu'en 1960, ils décelèrent indépendamment l'un de l'autre, une déficience de dopamine dans le cerveau et l'urine de patients souffrant de cette maladie. Un an plus tard, le groupe montréalais établissait que le traitement à la Levodopa, sous forme orale, réduisait de beaucoup le tremblement et la rigidité musculaire associés à la maladie de Parkinson. Le groupe autrichien, pour sa part, démontrait qu'une injection intraveineuse de Levodopa pouvait avoir des effets salutaires sur l'akinésie (absence de mouvements musculaires) des parkinsoniens.

Il ne faudrait cependant pas croire que la thérapie chimique soit le remède miracle pour tous les parkinsoniens! Au point de vue pratique, toutefois, son emploi est très simple: il s'agit seulement d'avaler un nombre prescrit de pilules chaque jour et d'être examiné régulièrement par un neurologue. Et cela au coût minime de 33 sous par jour.

Un traitement aussi simple risque de comporter certains inconvénients: par exemple, l'emploi de la Levodopa serait contre-indiqué chez les patients souffrant de désordres au niveau du système cardiovasculaire, des poumons, des reins ou du foie. Ces restrictions peuvent limiter à près de 50 pour cent le nombre de candidats éligibles au traitement chimique.

En outre, on devient de plus en plus conscient

des nombreux effets secondaires engendrés par la thérapie à la Levodopa: la nausée, le vomissement, la dyskénésie (mouvements musculaires involontaires). A l'occasion, on retrouve aussi les hallucinations, la dépression nerveuse et une baisse subite de la pression sanguine. Ces effets secondaires se manifestent à divers degrés, chez tous les patients entre 14 et 18 mois de thérapie à la Levodopa. Dans 11 pour cent des cas, leur gravité est suffisante pour nécessiter l'arrêt complet du traitement.

Au premier signe d'un effet secondaire, le neurologue doit envisager deux possibilités pour son patient: soit celle de réduire la dose de la drogue et restaurer ainsi les symptômes de la maladie; soit celle de combiner la Levodopa à un produit que l'on nomme simplement le R04-4602.

Le Dr. Barbeau, qui a traité plus de 462 parkinsoniens durant les cinq dernières années, décrit le R04-4602 comme un «potentialisateur périphérique» qui empêche la dégradation de la Levodopa dans les veines du corps. Son effet principal serait donc de permettre à la Levodopa de cheminer vers le cerveau du malade sans être détruite durant le processus.

Le groupe de l'Institut de recherches cliniques de Montréal fut le premier à utiliser cette heureuse combinaison. La majorité des chercheurs sont maintenant d'accord pour qualifier de «succès» l'emploi du R04-4602 avec la Levodopa en ce qui a trait au soulagement des effets secondaires. On en arrive maintenant à réduire la nausée et le vomissement, bien qu'on ne puisse pas encore contrôler la

dyskénésie.

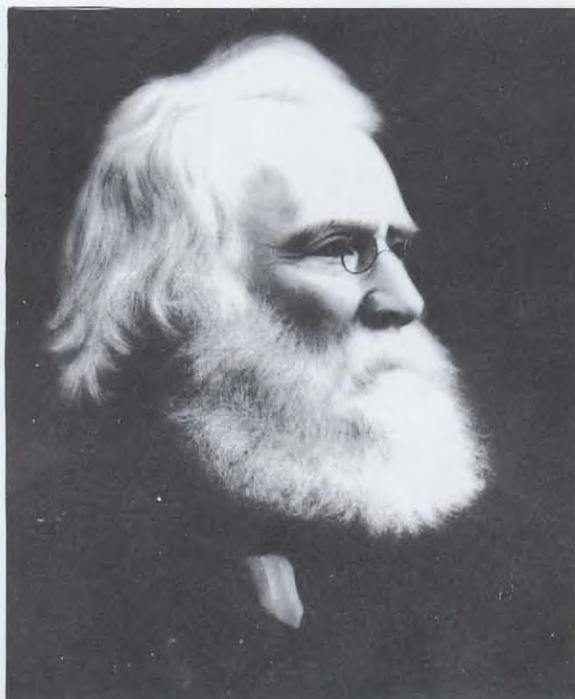
Tout en soulignant que la dose journalière de la Levodopa varie selon les besoins de chaque patient, le Dr. Barbeau notait que la moyenne se situe habituellement entre trois et cinq grammes par jour. La combinaison des deux drogues, prescription de choix du Dr. Barbeau, peut se donner en portions de 0.5 à 0.8 gramme par jour.

Après de nombreuses années d'efforts collectifs, et sans doute une dépense de plusieurs milliers de dollars, les chercheurs n'ont pas encore trouvé la véritable cause de cette maladie accablante. On sait cependant qu'elle n'est pas héréditaire, qu'elle serait peut-être due à l'absence d'une enzyme ou, selon la toute dernière hypothèse du Dr. Barbeau, que les agents responsables seraient certains «métaux lourds».

En terminant, laissons la parole au neurologue montréalais: «Nous devons sans cesse réaffirmer que, malgré tous les problèmes qu'elle soulève, il n'existe pas présentement de meilleure thérapie pour la maladie de Parkinson que celle de la Levodopa, seule ou jumelée à un potentialisateur périphérique. Même si nos essais durent depuis plus de douze ans, nous devons cependant apprendre à utiliser cette drogue de la meilleure façon. La plupart de mes patients, toutefois, sont reconnaissants, ne serait-ce que pour le répit de cinq ans que leur a offert le traitement à la Levodopa. Et je demeure assuré qu'eux-mêmes, les patients, espèrent sans cesse qu'on puisse trouver le secret pour prolonger les bienfaits de la drogue tout en réduisant les effets secondaires qu'impose son usage prolongé.»

## Sir William Logan

MARTIN MCCORMACK

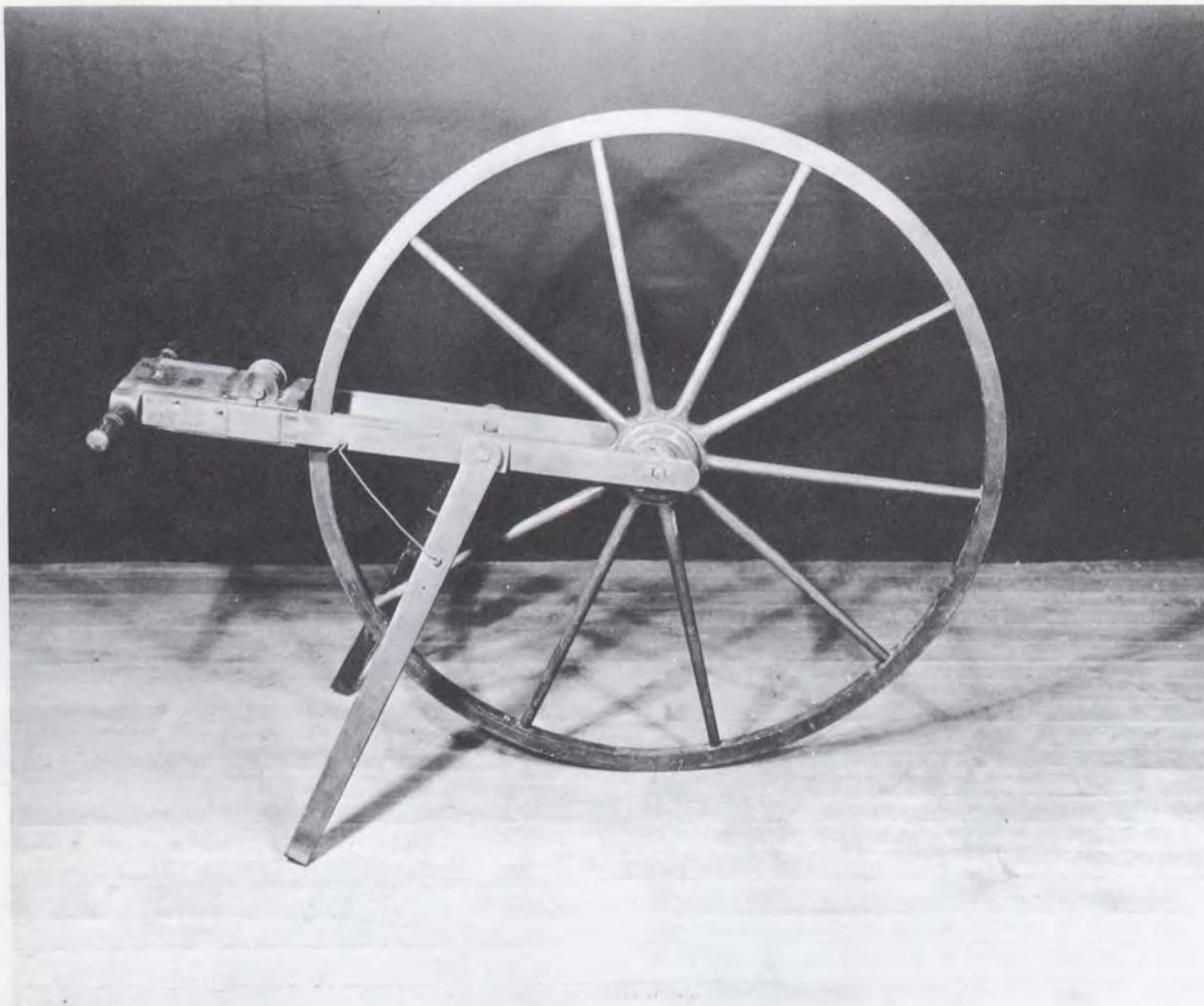


*Sir William Logan, fondateur de la Commission géologique du Canada. Sir William a oeuvré dans ce domaine pendant de longues années.*

Un homme entre deux âges, de courte stature, la barbe rousse en broussaille et le pantalon en lambeaux se promenait sur la côte de Gaspésie, traînant derrière lui un objet qui ressemblait à un rouet et jetant des notes sur un calepin alors qu'il rôdait autour d'immenses pierres grises.

Trois ramasseurs de coques qui le surveillaient, en cette journée d'été de 1848, pensaient que l'homme avait sûrement perdu la raison et ils le lui dirent. Cependant, pour les géologues canadiens, plus de 130 années après, le travail effectué par Sir William Edmond Logan, l'homme au calepin et à l'odomètre primitif, constitue en quelque sorte la base de la géologie canadienne moderne. Et pour le secteur minier au Canada, ce fut le point de départ d'une industrie d'une valeur de plusieurs milliards de dollars.

L'Association géologique du Canada, le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources ainsi que la Commission géologique du Canada ont proposé



*Sir William tirait lui-même cet odomètre archaïque afin de mesurer le chemin parcouru dans les champs.*

en 1973 qu'un timbre-poste soit émis en mémoire de Sir William, en 1975, un siècle après sa mort.

Ce n'était pas la première fois que l'on rendait hommage à l'homme qui, en 1842, a fondé la Commission géologique du Canada, la plus ancienne association scientifique encore en existence au Canada.

Le Canada possède deux monts Logan, l'un en Gaspésie au Québec et l'autre, un pic de 19,850 pieds de hauteur, dans le sud-ouest du Territoire du

Yukon, le mont le plus élevé au pays.

Les géologues (des scientifiques qui étudient la formation de la croûte terrestre) se rencontrent aux réunions du club Logan (85 années d'existence en 1973) qui ont lieu toutes les quelques semaines à l'édifice de la Commission géologique à Ottawa. L'Association géologique du Canada décerne chaque année la médaille Logan à un géologue pour un travail exceptionnel dans sa science.

Ces hommages divers que l'on rend à Sir William

Logan découlent de ses nombreuses réalisations, dont un bon nombre sont considérées aujourd'hui comme la base de la géologie nord-américaine. Durant plus de 30 ans de travail acharné, il a étudié une gamme extrêmement variée de phénomènes relatifs au charbon, aux rivières, à la glace, aux roches, aux fossiles, aux métaux et aux montagnes.

Son acharnement au travail frôlait à certains moments le fanatisme. Une fois, il a passé toute une nuit de tempête, sans nourriture ou sac de couchage, sous une grosse roche en saillie près de la rive nord du Lac Supérieur.

«Un peu après le levé du jour, on le vit sortir du bois, le marteau à la main, frappant de temps à autre sur une roche à mesure qu'il s'avavançait et apparemment indifférent, même si son pantalon était tout déchiré et ses bottes sans semelles,» a écrit Alexander Murray, son premier adjoint à la Commission géologique.

Avant de devenir le premier directeur de la Commission, Logan a fait trois découvertes suffisamment importantes pour établir sa renommée de géologiste compétent:

—Vers la fin des années 1830, il remarqua des souches d'arbre debout au fond de la plupart des gisements de charbon, et en conclut que la roche noire et molle était formée de plantes mortes qui avaient poussées à l'endroit où on trouvait le charbon aujourd'hui, plutôt que de provenir de vieilles feuilles, racines et tiges apportées à cet endroit par les eaux. Cette interprétation mit fin à une controverse concernant l'origine du charbon;

—en 1841, Logan découvrit des empreintes de pas de l'un des plus anciens reptiles connus, dans des roches dont l'âge est actuellement évalué à 260 millions d'années, ce qui prouvait que les reptiles existaient bien avant que ce que l'on croyait alors;

—au cours de l'hiver 1840-41, il fit une description tellement détaillée de l'amoncellement et de la débâcle périodiques des glaces sur le Saint-Laurent à Montréal que la ville de 50.000 habitants construisit des murs aux endroits critiques le long du fleuve,

afin de prévenir les inondations qu'elle avait subies antérieurement.

Mais le travail le plus important de Logan, du point de vue historique, était encore à venir.

En 1841, le premier parlement de l'Union des Canadas (Bas-Canada et Haut-Canada) décidait de consacrer une somme de 1 500 livres sterling, équivalent aujourd'hui à plus de \$15 000, pour établir pendant deux ans une commission géologique chargée de déterminer la nature de l'étendue des ressources minérales du Canada.

Le Gouverneur général du Canada, Sir Charles Bagot, acquiesça aux recommandations de plusieurs géologistes importants de Grande-Bretagne et choisit William Logan comme directeur. Né à Montréal en 1798, Logan avait passé la période de 1814 à 1840 en Écosse, au pays de Galles et en Angleterre. Il avait fait là une carte tellement exacte des couches de charbon dans une région minière du pays de Galles que ses aptitudes avaient été reconnues par une personne d'une très grande renommée, Sir Henry De la Beche, directeur de la British Ordnance Survey.

Logan versa même £800 de ses propres économies, ce qui équivaut aujourd'hui à plus de \$8.000, pour permettre à la Commission géologique du Canada de poursuivre son travail après que la somme initiale de £1.500 eut été dépensée en 1844.

Au mois de mars suivant, le parlement décida, à la suite des efforts de Sir William, de financer la Commission sur une base continue; il dirigera l'organisme pendant encore 25 ans de son bureau de Montréal.

Il a tracé des cartes des roches, des montagnes, des vallées, des rivières et des lacs des Maritimes, de la Péninsule de Gaspésie, de la vallée de l'Outaouais, de la région du lac Témiscamingue en Ontario et des rives nord du lac Huron et du Lac Supérieur. S'en tenant à l'objectif principal de la Commission géologique, il portait une attention toute spéciale aux régions qui contenaient ou pouvaient contenir des gisements rentables de minerais, tout spécialement des dépôts de cuivre, d'argent et de charbon.

La Commission géologique du Canada qui n'avait que deux employés (Logan et son adjoint, M. Murray) en 1842 a vu ce nombre atteindre 650 en

1973. Le budget annuel est passé de \$30,000 en 1869 à environ \$19 millions en 1973-74. En 1973, la Commission géologique avait cartographié plus de 90 pour cent de la superficie du Canada et avait publié environ 3 900 rapports et plus de 12,000 cartes.

De 1842 à 1869, le budget total de la Commission s'est élevé à \$414,000 en valeur courante de l'époque et, grâce surtout au travail de la Commission au cours de ces 27 années, l'Ontario et le Québec ont produit en 1869 seulement du minerai et des pierres de taille pour une valeur de \$1.3 million; c'est donc un profit considérable pour un investissement si faible.

Le travail de Logan a continué à rapporter longtemps après sa mort. La région productrice de cuivre qu'il a découverte près de Sherbrooke (Québec) a rapporté environ \$165 millions entre 1855 et 1966. Silver Islet près de Thunder Bay (Ontario) a produit de l'argent pour une valeur de \$3,260,000 entre 1860 et 1920. Les descriptions qu'avait faites Sir William des roches porteuses d'uranium près d'Elliott Lake (Ontario) ont mené à

l'extraction de cet uranium 80 années plus tard lorsque le minerai en question est devenu important pour la production d'énergie et d'armes nucléaires.

Logan a aussi découvert des pierres contenant de l'amiante dans l'Estrie au Québec mais la production à cet endroit ne commença que 10 ans environ après sa mort. La région est devenue par la suite la plus grande productrice d'amiante au monde, et elle a occupé ce rang jusqu'au début des années 1960 lorsque l'Union soviétique a pris la première place.

Le travail sur le terrain nécessaire pour localiser les dépôts de minerai convenait bien à Logan, mais même le meilleur des géologues peut connaître de mauvais jours. Lisons ensemble ces quelques lignes qu'a écrites Sir William vers le 18 août 1843:

«Il est minuit, et je suis exténué... J'ai reçu un coup sur la tête: une grosse pierre de 50 livres m'est tombée dessus d'une hauteur heureusement pas trop grande. J'ai aussi fait une chute, ayant marché sur une pierre glissante, et je me suis cogné le coude; j'ai mis le pied entre deux pierres et je me suis pincé le coup-de-pied; je suis donc tout



L'abri de Sir William, tel qu'il l'a dessiné lui-même. Cet abri lui servait de quartier pendant une bonne partie de l'année.

meurtri et mes membres sont aussi raides que des manches à balai. Je vais me coucher.»

En dépit de ces jours difficiles, Sir William a réalisé de grands projets alors qu'il était directeur de la Commission, en plus de découvrir des dépôts de minerais:

—il a rassemblé de riches collections de minerais et les a présentées aux expositions de Londres et de Paris afin de faire connaître

davantage le Canada et ses richesses en ressources naturelles;

—il a décrit en détail de nombreuses empreintes fossiles, les rainures, les courbes, les enfoncements ou les bosses que les animaux ont laissés derrière eux après avoir percé des tunnels à travers la boue ou le sable ou après avoir marché sur ces surfaces;

—il a découvert une zone de chevauchement importante qui s'étend de la ville de Québec au lac Champlain. (le chevauchement est le fait pour un terrain d'avoir été détaché de son substratum normal et transporté sur un substratum étranger.) Jamais auparavant un géologue nord-américain n'avait identifié un chevauchement s'étendant sur plusieurs centaines de milles;

—près du lac Témiscamingue, à 250 milles au nord de Toronto, il a découvert un gisement de schiste et de granite qui s'étendaient, avec des interruptions ici et là, jusque tout près d'Ottawa, qui s'appelait alors Bytown, et il a conclu que le schiste était plus ancien puisqu'il était recouvert par le granite. Avant cette découverte de Logan, les géolo-

gues appelaient tout simplement ces deux types de roche «primaires» faisant allusion à l'époque de la formation de la terre; un ouvrage de géologie du Canada, publié en 1863, et il a préparé une carte géologique du Canada qui a été imprimée en 1869; ces deux documents sont les premiers à traiter de façon si complète de la géologie canadienne.

Sir William a reçu de nombreuses récompenses pour son travail; il a reçu entre autre le titre de Chevalier de la reine Victoria en 1856, la Croix de la légion d'honneur de l'Empereur de France en 1855, et la médaille Wollaston, la plus haute décoration de la Société royale d'Angleterre. On lui a décerné 19 autres récompenses et il en a établi deux lui-même à l'Université McGill de Montréal: la chaire de géologie Logan, une chaire d'enseignement supérieur, et la médaille Logan.

Les géologues modernes continuent à faire l'éloge de Logan. M. Y.O. Fortier, un des successeurs de Logan à la direction de la Commission géologique de 1964 à 1973, a déclaré: «Logan était un vrai penseur scientifique, un être supérieur à trois points de vue. Premièrement, il a reconnu les problèmes fondamentaux en géologie; les gens discutent encore des diverses interprétations de ce que Logan a découvert sur le terrain. Deuxièmement, il était très conscient de la richesse minérale du Canada; il a compris la valeur de l'exploitation géologique au Canada pour le développement du pays. Troisièmement, il savait prévoir l'avenir avec perspicacité; selon lui, la Commission géologique était un instrument précieux pour la pensée scientifique et la force économique.»

## La tectonique des plaques

MARTIN MCCORMACK



*L'Himalaya, la plus haute chaîne de montagnes du monde, s'est formé lorsque la plaque transportant l'Inde est entrée en collision avec la plaque transportant l'Asie. Selon les géologues D.P. McKenzie et J.G. Sclater, la plaque de l'Inde s'est déplacée, il y a environ 75 millions d'années, à partir de l'endroit qu'elle occupait près de Madagascar, au*

*large de la côte sud-est de l'Afrique. La plaque de l'Inde s'est dirigée par la suite, plus ou moins régulièrement, vers le nord-ouest jusqu'à ce qu'elle entre en collision avec la plaque de l'Eurasie. L'une des conséquences de cette collision est la chaîne de l'Himalaya, qui se développe encore aujourd'hui.*



*M. J. Tuzo Wilson*

De gigantesques montées magmatiques s'élèvent, centimètre par centimètre, de la mésosphère vers la surface de la Terre. Les continents dérivent sur des milliers de milles. Les océans se déploient et se referment. Maintenant, comme aux premiers temps, la Terre est en mouvement.

Ainsi, il y a sept cent millions d'années naissait l'Atlantique, non pas l'Atlantique d'aujourd'hui, mais un proto-océan plus étroit qui s'est refermé 350,000,000 d'années plus tard. Et à l'époque des grands sauriens, il y a deux millions d'années, l'Amérique du Nord et l'Europe se sont séparées de nouveau pour former l'Atlantique actuel.

Aujourd'hui encore, ces mêmes forces titanesques qui ont provoqué l'ancienne fracture modifient imperceptiblement la face apparemment immuable de la Terre. C'est, du moins, l'hypothèse de base d'un domaine d'étude géologique contemporain appelé la tectonique des plaques, domaine où les scientifiques canadiens ont joué un rôle important depuis le début des années 60.

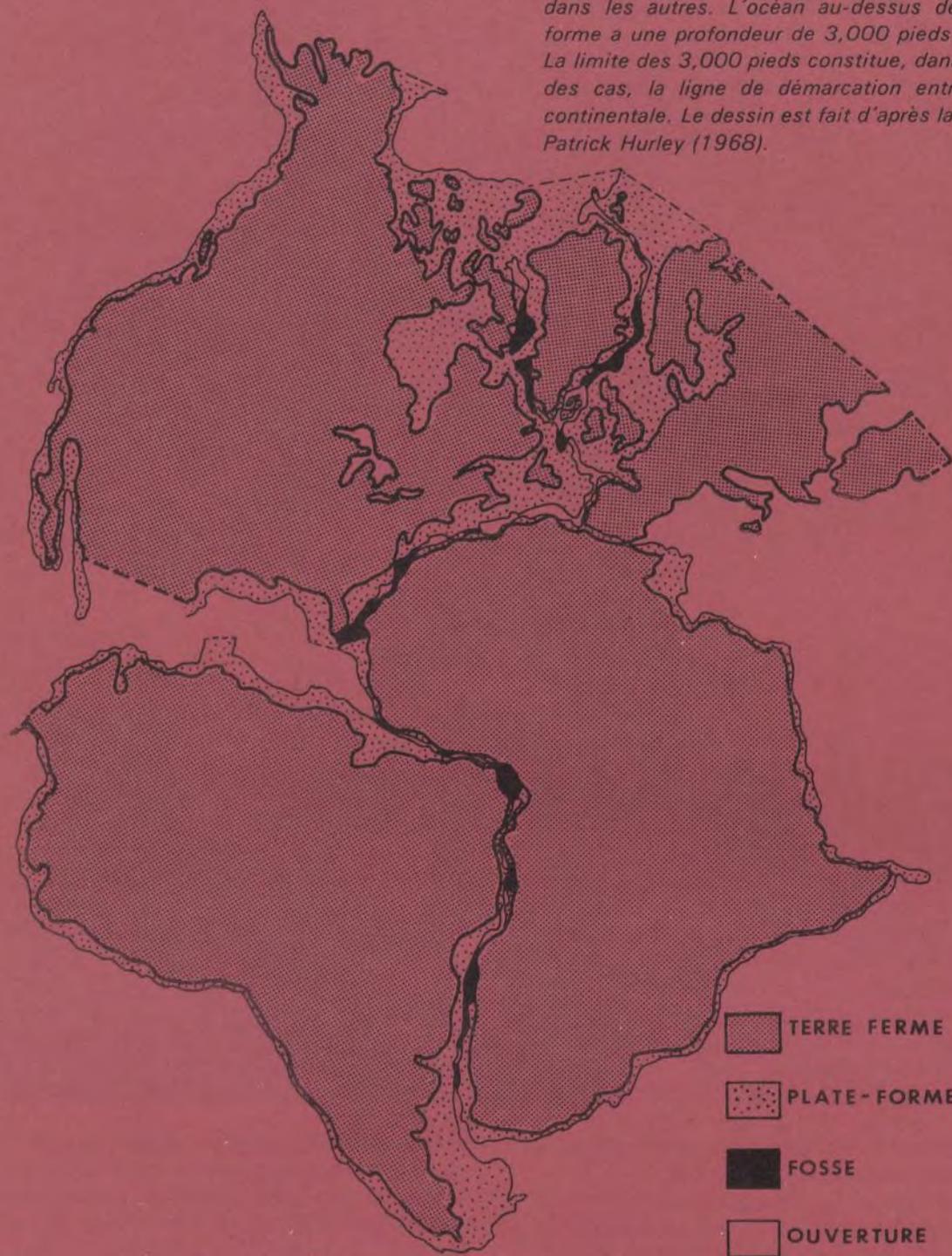
Selon la tectonique des plaques, la lithosphère est constituée de plaques rigides — six grandes et une douzaine de petites — qui se déplacent

horizontalement de plusieurs centimètres par année en supportant des masses aussi vastes que les continents.

Bien que Francis Bacon ait écrit en 1620 que l'Amérique du Sud et l'Afrique s'imbriquent si bien qu'il semble n'avoir formé, un jour, qu'un seul bloc, la plupart des scientifiques ont refusé, pendant des siècles, de croire que des masses aussi énormes que les continents puissent se déplacer. Mais près de trois siècles et demi plus tard, en 1963, M. J. Tuzo Wilson, géologue canadien et directeur actuel du Collège Erindale de Toronto, expose dans la revue anglaise *Nature* une théorie qui tend à démontrer comment des «plaques» de roc d'une épaisseur de 30 à 60 milles et mesurant plusieurs milliers de milles de long sur autant de large peuvent se fractionner, entrer en collision ou simplement se croiser. Cette théorie donne naissance à la tectonique des plaques.

Presque toutes les activités géologiques, comme les volcans, les séismes, la constitution d'un nouveau lit océanique, la formation de montagnes ou l'accumulation de gisements de minerai, se produisent aux extrémités des plaques. Cela signifie que

Avant que ne se soit ouvert l'océan Atlantique, il y a 200 millions d'années, il se peut que les continents aient fait partie d'un supercontinent beaucoup plus vaste, comme l'illustre le dessin des quatre continents modernes imbriquées les uns dans les autres. L'océan au-dessus de la plateforme a une profondeur de 3,000 pieds ou moins. La limite des 3,000 pieds constitue, dans la plupart des cas, la ligne de démarcation entre l'écorce continentale. Le dessin est fait d'après la théorie de Patrick Hurley (1968).



tous ces phénomènes et bien d'autres encore doivent se produire le long de ceintures droites ou légèrement incurvées. Des preuves géologiques accumulées depuis 130 années démontrent que c'est bien le cas.

La tectonique des plaques explique non seulement la formation et la disparition des océans, mais elle considère également que les continents vont à la dérive sur des plaques plus vastes et plus épaisses. Quand une plaque de roche de fond océanique entre en collision avec une plaque porteuse de continent, la roche moins dense de la plaque océanique s'élève et s'agglutine au continent. Les continents peuvent aussi se fracturer si une plaque se brise en deux.

Le Canada se révèle être un endroit particulièrement favorable à l'étude des déplacements des plaques. Les affleurements de Terre-Neuve, qui semblent contenir des vestiges de l'océan Atlantique des premiers temps, sont les plus complets du monde, selon E.R.W. Neale du département de géologie de l'Université Memorial à Saint-Jean (Terre-Neuve). De plus, les très vieilles roches disséminées partout dans le nord de l'Ontario, au Québec, au Manitoba, en Saskatchewan et dans l'Arctique central sont moins tourmentées, déformées ou friables que la plupart des roches d'un âge comparable dans d'autres pays.

Des océanographes, des géologues et des géophysiciens canadiens ainsi que des scientifiques de 48 autres pays prennent part au Projet international de géodynamique, entrepris en 1970 par le Conseil international des unions scientifiques afin de faire connaître partout dans le monde la tectonique des plaques.

Le premier travail canadien dans ce domaine traitait de la dérive des plaques à notre époque. En 1963, Andrew Larochelle et L.W. Morley, de la Commission géologique du Canada, affirment que les propriétés magnétiques des fonds marins peuvent attester de la lente expansion actuelle des fonds marins dans des directions opposées à partir des dorsales médio-océaniques, hautes de 1 à 2 milles et longues de plusieurs milliers de milles.

L'hypothèse de l'expansion océanique, bien établie en 1965, pousse les géologues de l'Université

Dalhousie, à Halifax, et de l'Institut Bedford d'océanographie, à Dartmouth (Nouvelle-Écosse), à étudier l'Atlantique Nord. Comme c'est le cas dans tous les autres bassins océaniques, une montée magmatique du manteau afflue vers le centre de la dorsale médio-océanique, se solidifie en quelques heures et repousse constamment les fonds marins les plus vieux, d'une épaisseur allant de 2 à 3 milles, de chaque côté de la dorsale vers la rive des continents.

La vieille croûte océanique, entraînée sans cesse, est réabsorbée au même rythme dans les fosses océaniques en marge des continents et s'enfonce profondément, sur des centaines de milles, dans l'asthénosphère jusqu'à ce qu'elle fonde.

Les travaux de l'Institut Bedford et de l'Université Dalhousie démontrent que la croûte océanique se compose de trois couches distinctes, ayant rarement plus d'un mille d'épaisseur chacune, et qui s'étendent de part et d'autre du bassin de l'océan Atlantique. Diverses portions de la dorsale médio-atlantique écartent maintenant les fonds marins au rythme de 2 à 5 centimètres par année, cadence moyenne d'expansion de tous les fonds marins.

La lente éruption de lave dans l'axe de la dorsale médio-océanique écarte la plaque des Amériques (sur laquelle chevauchent l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud) de deux autres plaques qui supportent respectivement l'Europe et l'Afrique.

Selon Charlotte Keen, géophysicien marin de l'Institut Bedford, l'Atlantique Nord commence à se former il y a 200 millions d'années et l'Atlantique Sud il y a 135 millions d'années. La mer du Labrador et la baie Baffin ne se sont formées qu'il y a 80 millions d'années, mais l'expansion de la mer du Labrador a cessé 40 millions d'année plus tard alors que la baie Baffin a continué à se déployer.

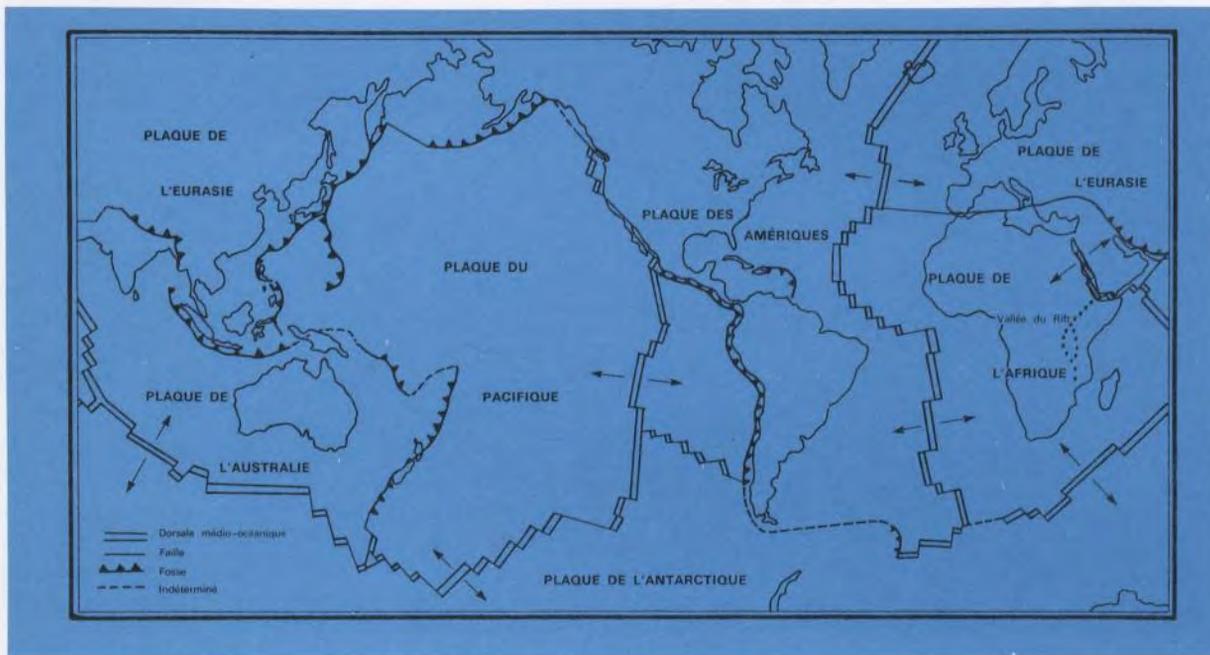
Quoique les scientifiques de l'Institut Bedford aient effectué la plupart de leurs études sur les fonds marins qui entourent le nord-est du Canada, ils doivent se joindre aux chercheurs de l'Université Dalhousie en 1974 afin de forer un trou d'une profondeur de deux milles dans la roche près du centre de la dorsale médio-atlantique pour tenter d'atteindre la couche inférieure de la lithosphère océanique. Fabrizio Aumento, du département de géologie de l'Université Dalhousie, a précisé à ce propos: «En collaboration avec les États-Unis et la

France, le Canada prélèvera d'un bout à l'autre une carotte de la croûte océanique, qui sera le premier échantillon de la sorte jamais obtenu.»

Les études entreprises par le Canada depuis 1965 ainsi que les travaux effectués par les États-Unis et l'Europe fournissent une image plus précise du déplacement actuel des plaques autour de l'Amérique du Nord. Selon les hypothèses formulées vers le milieu de 1973, la plaque de l'Afrique est immobile alors que celle des Amériques se déplace en direction ouest et chevauche la portion de la plaque du Pacifique qui s'étend de l'île Vancouver à l'ouest de l'Alaska. Cette partie nord de la plaque du Pacifique se déplace grosso modo

1,750 milles de profondeur, à la limite entre le noyau de magma et le manteau, ou couche solide moyenne de la Terre, la roche d'une zone particulière s'échauffe. La roche en fusion, dont la densité est moindre que la matière froide environnante, s'élève au rythme de quelques centimètres par année en une montée magmatique de forme plus ou moins cylindrique. Après des millions d'années la masse de lave se rapproche suffisamment des plaques rigides de surface pour provoquer un renflement puis une fracture.

On croit maintenant que les plaques se brisent de façon bien particulière. «C'est comme une tarte qu'on voudrait diviser en trois parts égales»,



Les six grandes plaques figurent sur le dessin ci-haut. Les flèches indiquent la direction du déplacement des fonds marins de chaque côté des dorsales en activité. Les têtes de flèche révèlent la

direction du mouvement des plaques vers le manteau. Il s'agit d'un dessin modifié de John Dewey (1972) et de Peter Rona (1973).

en direction du nord, mais dans la région des îles Aléoutiennes, la plaque s'enfonce dans une fosse, un peu comme disparaissent les marches inférieures d'un escalier mécanique.

Au début des années 60, M. Wilson élabore une théorie pour expliquer ces déplacements. Il affirme que, très loin à l'intérieur de la Terre, peut-être à

déclare A.M. Goodwin, du département de géologie de l'Université de Toronto. Le renflement d'une plaque causé par la montée magmatique provoque la triple fracture dont les failles partent d'un épicycle pour s'étendre sur des centaines de milles et diviser la plaque en triangles de 120 degrés.

En fait, la plaque ne se brise qu'à deux de ces

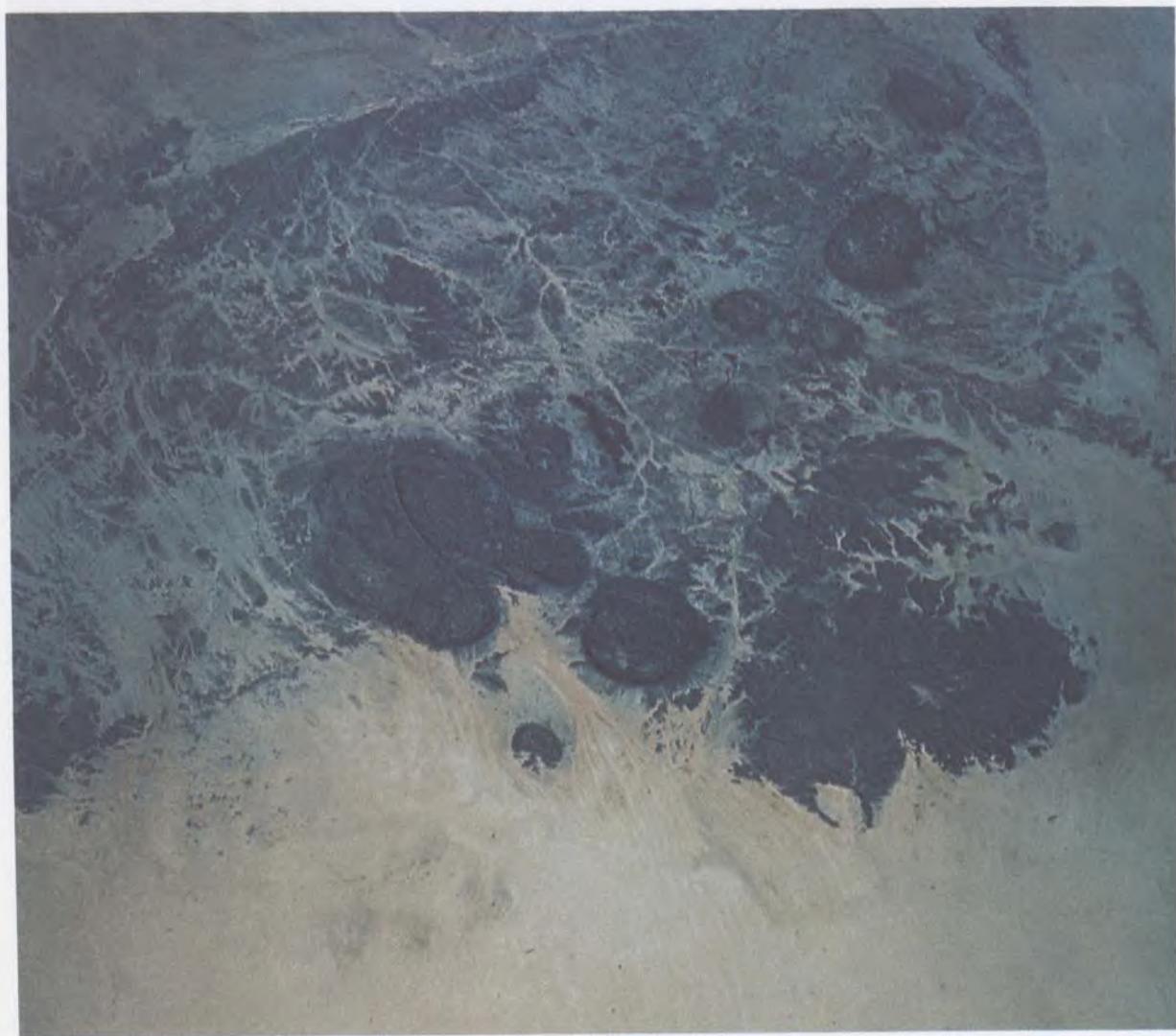


*Cette photographie montre la mer Rouge, à gauche, et le golfe d'Aden, à droite. Il y a environ 20 millions d'années, la plaque sur laquelle repose la péninsule arabe s'est séparée de la plaque de l'Afrique, constituant ainsi la plus récente des grandes fractures de plaque. Une nouvelle écorce océanique s'est formée le long d'une dorsale au centre de la mer Rouge.*

*Plusieurs étangs de saumure chaude, dissimulés dans les dépressions et les failles de la dorsale, contiennent une haute concentration de minéraux d'une certaine valeur comme le plomb, le zinc, le cuivre et le fer. De nombreux géologues sont d'avis qu'il y a un rapport direct entre la formation des gisements de minerai, d'une part, et les collisions et les fractures des plaques, d'autre part.*

*Ces sombres dômes volcaniques du Sahara, en Afrique, témoignent, croit-on, de la présence d'une montée magmatique souterraine. Selon plusieurs géologues, les montées magmatiques qui s'élèvent*

*sous une plaque stationnaire forment les hauts plateaux, surtout ceux dotés de dômes semblables à ceux que l'on aperçoit sur la photo.*



failles. Avec le temps, le magma afflue par ces failles à la surface, y dépose de nouveaux matériaux qui constituent des dorsales et repousse la croûte plus ancienne.

La mer Rouge, le golfe d'Aden, entre l'Éthiopie et l'Arabie, et la vallée du Rift, qui part de l'Éthiopie vers le sud et fait le tour de presque toute l'Afrique, constituent un exemple récent d'une telle fracture. La péninsule arabique constitue le tiers de la «tarte» qui s'est détaché. La mer Rouge et le golfe d'Aden se sont ouverts il y a environ 20 millions d'années et la vallée du Rift constitue la faille inerte.

M. Wilson explique que plusieurs de ces «triples» fractures se rejoignent pour former les lignes qui divisent les plaques. L'une des deux dorsales en activité d'une triple fracture donnée s'étend jusqu'à ce qu'elle rejoigne une dorsale en activité d'une autre triple fracture et ainsi de suite pour finalement constituer une dorsale en lacet qui s'étend sur des milliers de milles. Le réseau mondial de dorsales médio-océaniques s'est constitué de la sorte.

M. Wilson en arrive à conclure que si une triple fracture est provoquée par une montée magmatique qui rejoint la surface de la Terre, une série de triples fractures implique un série de montées magmatiques. On est donc amené à croire qu'une dorsale aussi longue que la médio-atlantique est le résultat de l'activité de nombreuses montées magmatiques.

Une fois que la fracture s'est produite, la gravité fait glisser les parties détachées le long de du renflement provoqué par la montée, affirme M. Wilson. Le glissement de la plaque fait croire que les grandes plaques elles-mêmes flottent sur un coussin de roches partiellement fondues qui, selon la théorie la plus répandue de nos jours, constitue une couche continue d'une épaisseur de 200 milles à l'intérieur de la Terre. La partie supérieure de cette couche plus ou moins molle s'étend jusqu'à une profondeur de 30 à 60 milles, et la partie inférieure s'enfonce jusqu'à une profondeur moyenne de 250 milles.

L'asthénosphère est en fusion partielle sur une étendue aussi vaste parce qu'elle absorbe sans arrêt la chaleur et une bonne partie des roches transportées par les montées magmatiques, estime Giorgio Ranalli, géophysicien à l'Université Carleton, d'Ottawa. Quand la montée magmatique atteint cette zone, le roc environnant a la même densité que les

roches contenues dans la montée magmatique et celle-ci provoque non seulement un renflement, mais perd aussi de sa matière dans cette couche partiellement en fusion.

Selon R.I. Walcott, de la Commission géologique du Canada, les plaques continentales ont une épaisseur d'environ 60 milles. Ce calcul est établi d'après le rythme de remontée de la partie canadienne de la plaque des Amériques du fait de la fonte de la dernière calotte glaciaire qui pesait jadis sur cette région. Il y a dix mille ans à peine, presque tout le Canada était écrasé par une calotte, d'une épaisseur allant souvent de 200 à plusieurs milliers de pieds, et la portion nord de la plaque des Amériques s'est affaissée dans l'asthénosphère légèrement visqueuse.

À l'aide d'instruments ultra-sensibles qui captent les moindres changements d'altitude et de champ gravitationnel sous une zone donnée, M. Walcott estime que certaines régions du Canada s'élèvent chaque année de plusieurs centimètres par rapport au niveau de la mer. Se basant sur le rythme de remontée, mesuré à plusieurs endroits, et le poids approximatif de la couche glaciaire dans une région donnée, M. Walcott établit que la plaque sur laquelle repose le Canada est épaisse d'environ 60 milles, et que les autres plaques continentales sont d'une épaisseur semblable.

Pendant ce temps, un groupe de cinq géophysiciens de l'Université de l'Alberta, à Edmonton, et de l'Université de la Colombie-Britannique, à Vancouver, affirment avoir décelé la présence d'une montée magmatique sous Hawaii et ils ont étudié et décrit leurs découvertes plus à fond qu'on ne l'avait fait dans plusieurs autres cas emblables. Leurs analyses se fondent sur des ondes sismiques provenant du sud du Pacifique et enregistrées sur le réseaux de stations d'enregistrement sismique dans le centre-sud de l'Alberta et dans le nord-est de la Colombie-Britannique après leur passage à travers la montée.

Les stations d'enregistrement mesurent la vitesse à laquelle les ondes sismiques partent de l'épicentre du séisme de la fosse des Tonga située à 550 milles à l'est des îles Fiji, suivent une courbe descendante jusqu'à la limite du manteau et du noyau pour remonter en courbe vers l'ouest du Canada. Si le roc sous Hawaii avait la même constitution que le roc avoisinant du manteau, les ondes sismiques

seraient captées à peu près au même moment par les stations d'enregistrement situées en Alberta et en Colombie-Britannique.

Toutefois, à certaines stations, les ondes sont captées plusieurs dixièmes de seconde plus tard. Ernest Kanasewich, chef du groupe qui a entrepris des travaux en 1970, attribue ce retard à la présence d'une couche de roc cylindrique dont la densité diffère de celle du roc avoisinant. Il s'agit vraisemblablement d'une montée magmatique, d'une largeur de 300 milles à la limite du noyau et du manteau, et d'une largeur de 600 milles juste en-dessous d'Hawaii.

Le cylindre central de la montée semble contenir une roche compacte, semblable au roc lunaire et composée de calcium, d'aluminium et de titane. Le cylindre externe serait formé d'un roc moins dense qui ralentit les ondes sismiques et provoque le retard.

Quoi qu'il en soit, bien que le groupe de Kanasewich ait décrit les montées magmatiques, on ignore toujours l'origine de ces phénomènes. Des variations dans la quantité des éléments radioactifs générateurs de chaleur à certains endroits le long de la limite noyau-manteau peuvent rendre certaines régions plus chaudes, affirme M. Kanasewich. Ces régions chaudes provoqueraient les montées magmatiques.

D'autre part, M. Ranalli soutient que dans le noyau en fusion de la Terre il y a de lents courants de convection, un peu semblables aux courants du grua qui bout. Ces courants de convection s'élèvent du noyau et réchauffent le roc à certains endroits à la limite noyau-manteau.

Quelle que soit la cause des montées magmatiques, M. Wilson affirmait en 1973 qu'il y a sans doute près d'une douzaine de montées magmatiques qui s'élèvent sous l'Afrique, parce que ce continent est parsemé de hauts plateaux tel le massif de Tibesti, qui s'élève à 8,000 pieds au-dessus du désert du Sahara. Il avance l'hypothèse que les hauts plateaux, surtout ceux qui sont surmontés de volcans, révèlent que la plaque est restée immobile au-dessus de la montée magmatique depuis quelque temps, alors que de longues séries de volcans, tels ceux des îles Hawaii, révèlent que la plaque s'est délacée au-dessus de la montée magmatique.

M. Wilson affirme que la plaque africaine, qui comprend le continent et une grande portion des fonds marins de l'Atlantique et de l'océan Indien qui l'entourent, ne s'est pas délacée au cours des derniers 25 à 30 millions d'années.

Alors que les géophysiciens canadiens essaient d'expliquer la cause de la dérive des plaques et que les océanographes étudient le déplacement actuel des plaques, des géologues découvrent, un peu partout au Canada, des preuves de déplacements de la plaque qui remontent à un passé lointain.

Des études menées sur la côte ouest révèlent que l'île Vancouver peut s'être déplacée sur des milliers de milles vers le nord au cours des derniers 40 à 60 millions d'années.

La preuve repose sur l'examen de minuscules cristaux magnétiques comme ceux des minéraux dits ferromagnétiques, qui s'orientent selon le champ magnétique de la Terre quand le roc en fusion se solidifie. On estime que le pôle magnétique est demeuré relativement stationnaire à travers les âges et partant, que les cristaux magnétiques de roches de tout âge, qui sont encore au même endroit où elles se sont formées par rapport aux pôles magnétiques nord et sud, devraient avoir la même orientation.

Toutefois, les géologues constatent de grandes variations dans l'orientation des cristaux magnétiques d'échantillons rocheux de différentes époques, provenant de couches successives, prélevés sur l'île de Vancouver. Ces variations semblent démontrer que la plaque sur laquelle une roche s'est formée, s'est déplacée par la suite à un nouvel endroit où une nouvelle couche rocheuse est venue se former.

Se basant sur de telles découvertes, J.O. Wheeler, de la Commission géologique du Canada, croit que l'île Vancouver peut déjà avoir été à la même latitude que le Pérou.

D'autres équipes de géologues canadiens ont fait les constatations suivantes:

—Il y a 2.5 milliards d'années à 600 millions d'années, se seraient produites cinq grandes séries de déplacement des plaques. Ted Irving et J.D. Park, de la Direction de la physique du globe du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, ont eu recours aux mêmes preuves magnétiques utilisées dans l'étude de l'île Vancouver pour établir

qu'il y a cinq grands changements dans l'orientation des cristaux magnétiques;

—Il y a un milliard d'années, le territoire compris entre North Bay et Niagara s'étendant au nord-ouest le long du fleuve Saint-Laurent jusqu'au Labrador peut avoir été situé au large de la côte du Nigeria, où se trouve aujourd'hui le golfe de Guinée, affirment MM. Irving et Park;

—Il y a des traces d'une triple fracture, vieille de deux milliards d'années dans la région du Grand Lac de l'Ours (Territoires du Nord-Ouest). Au début des années 70, P.F. Hoffman, de la Commission géologique du Canada, découvre, parmi d'autres indices, des roches du genre de celles que l'on trouve

dans la vallée du Rift le long du bras est du Grand Lac de l'Ours et dans la vallée actuelle qui s'étend sur 100 milles à l'est.

—Les dépôts de minéral sulfuré vieux de 2.5 milliards d'années qui se trouvent dans le nord de l'Ontario, du Québec, du Manitoba et de la Saskatchewan ressemblent beaucoup aux gisements de métaux qu'on découvre aujourd'hui aux endroits où les plaques se fendent ou entrent en collision, déclare M. Goodwin. Donc, les zones de minéral sulfuré, habituellement d'une largeur de 50 à 100 milles et d'une longueur de 100 à 250 milles, peuvent bien marquer la limite de plaques plus petites dont l'existence remonte très loin dans le temps géologique.

## **Imax**

**MARLENE SIMMONS**

À Toronto, huit cents personnes sont cernées par un violent incendie de forêt et voient tomber autour d'elles des arbres en feu qui s'écrasent en crépitant. À San Diego (Californie), plusieurs centaines d'autres effectuent un voyage à travers l'univers. À Orlando (Floride), des centaines encore mettent la tête dans la gueule d'un lion...

Toutes ont apprécié comme il se devait l'expérience vécue, qu'elle fut émotionnelle ou esthétique. De plus, à Toronto, toutes en sont sorties saines et sauvées; à San Diego, personne n'a eu à souffrir un seul instant des effets de l'apesanteur et, à Orlando, nul n'a été blessé par le lion.

Toutes ont éprouvé leurs différentes expériences dans une salle de cinéma, grâce à Imax, nouveau système cinématographique 70 mm mis au point par une société de Galt, en Ontario. Sur un écran haut comme six étages et large de 80 pieds, le système Imax (dont la prononciation anglaise évoque «la plus grande surface que l'oeil puisse embrasser») permet de «plonger» presque entièrement le spectateur dans le film. L'image emplit le champ visuel tout entier, y compris la périphérie.

Pour un seul film, on peut utiliser jusqu'à 90 haut-parleurs disposant, chacun, de quelque 24 bandes sonores; le public se trouve ainsi littéralement précipité dans l'action et à l'illusion qu'elle se déroule tout autour de lui.

À l'été 1973, six films Imax avaient été produits, dont une reprise de *Labyrinth*, film multivision réalisé à l'origine pour Expo 67. Ces films, dont chacun est composé d'une série de séquences autonomes, ont coûté de 100,000 à 1,200,000 dollars.

La société Multiscreen, qui a mis au point le système Imax, a fourni des films et des projecteurs Imax au Reuben H. Fleet Space Theatre & Science Center de San Diego, en Californie, au Cinesphere de l'Ontario Place de Toronto, au groupe Ringling Brothers Barnum & Bailey Circus World à Orlando, en Floride, et au pavillon du groupe industriel Fuji pour Expo 70 à Osaka, au Japon.

La caméra utilisée dans le système Imax est d'un encombrement extrêmement restreint; elle mesure 9 pouces de hauteur, 13 pouces de largeur et 17 pouces de longueur; non chargée, elle pèse environ 40 livres. Munie d'un objectif et d'une pellicule 1.9

X 2.7 pouces d'une durée de 3 minutes, elle pèse environ 70 livres.

À l'origine, le système Imax, comme les procédés tridimensionnels ou les procédés sur grand écran qui l'avaient précédé, a été considéré comme une sorte de toquade, une nouvelle mode. Dans les milieux du cinéma, les spécialistes semblaient convaincus que l'affaire en resterait là alors que d'autres y voyaient un progrès fondamental du vrai cinéma.

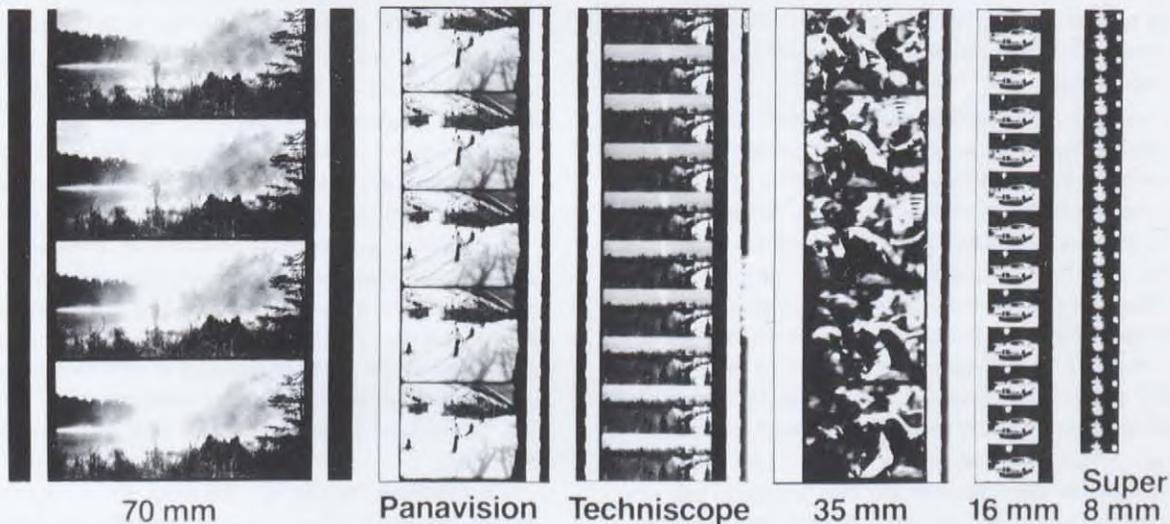
Norm Kingston, scénariste à la Film House de Toronto, pense que le système Imax «a beaucoup d'avenir devant lui». Il admet toutefois qu'Imax présente quelques faiblesses quand il s'agit des gros plans mais en souligne l'efficacité pour décrire une action.

«Les gens», dit-il, «sont las de voir des têtes géantes de huit pieds de haut, mais ce système vous donne vraiment l'impression de participer à l'action»; et il ajoute: «Je pense que l'on pourrait

ontario  
place 



IMAX



*Deux images de film Imax comparées à celles d'autres films de calibre normal.*

utiliser Imax de manière très efficace dans un film 35 mm afin de renforcer certains effets.»

La société Multiscreen s'est attaquée au système Imax en 1967. M. Kerr, homme d'affaires, MM Graeme Ferguson et Roman Kroitor, directeurs-producteurs, et M. William Shaw, ingénieur, formèrent une compagnie d'exploitation du marché des films multivision. La première version de *Labyrinth*, faite suivant ce système, avait eu beaucoup de succès à Expo 67.

Le problème des films multivision du type Expo venait du fait que leur projection exigeait à chaque fois l'installation d'un matériel important et coûteux. «Le but des films du type Expo n'était pas de réaliser des bénéfices mais nous voulions pouvoir produire des films semblables qui puissent rapporter de l'argent au moyen d'un système plus simple, plus souple, et moins onéreux», a précisé M. Kerr.

La projection de toutes les images d'un film comme *Labyrinth* au moyen d'un seul projecteur nécessitait l'utilisation d'une pellicule plus grande, ce qui en retour exigeait un projecteur et une caméra de conception spéciale.

La pellicule Imax, trois fois plus grande que celle du Cinérama et deuxième par la taille des pellicules employées au cinéma, ne posait aucun problème par elle-même. Les premières difficultés apparurent quand il fallut mettre au point un projecteur dans lequel le film pourrait passer avec le minimum de dommage.

En raison de la taille exceptionnelle des images de la pellicule Imax, le film devait passer dans le projecteur à une vitesse beaucoup plus grande que normal. Dans les caméras classiques, la pellicule est tirée par des tambours dont les dents s'accrochent dans la bordure perforée de la pellicule. Une pellicule de grande taille passant à la vitesse requise a tendance à se déchirer sur les dents du tambour. Il en résultait une image irrégulière dont la mise au point était défectueuse; de plus la durabilité de la pellicule s'en trouvait considérablement réduite.

En 1968, Multiscreen a essayé une nouvelle méthode de déroulement du film inventée par un ingénieur australien et en a acheté les droits de propriété industrielle. Cette méthode, dite «Jones rolling loop», est maintenant à la base du système de projection Imax. Le dispositif mis au point par l'ingénieur australien imprime à la pellicule passant

dans le projecteur un mouvement ondulatoire semblable à celui d'une chenille, et élimine pratiquement les détériorations causées par le tambour.

En vue d'assurer la netteté de l'image, on a doté le couloir de projection d'un système de commande par vide qui maintient le film à plat pendant la projection. La meilleure façon de créer le vide a consisté à utiliser «l'aspirateur de madame Shaw», lequel fut pratiquement encastré dans le projecteur qui servit lors de l'Expo 70. Il a été envoyé au Japon en tant que pièce de rechange avec près de cinq tonnes de matériel pour les débuts d'Imax à l'exposition d'Osaka.

Pendant ce temps, le groupe Fuji, soit 36 industries avec à leur tête la Fuji Bank, première banque du Japon, commandait à Multiscreen un film pour le pavillon de Fuji à Expo 70.

«Nous avons eu la chance qu'ils se soient adressés à nous à ce moment-là», a déclaré M. Kerr, «car notre société ne disposait que de quelques capitaux privés. Nous avons pu obtenir du ministère du Commerce et de l'Industrie une subvention de 206,025 dollars dans le cadre du Programme pour l'avancement de la technologie afin de poursuivre la mise au point du projecteur».

Au printemps 1969, Multiscreen se rendit compte que le temps allait lui manquer et confia la mise au point de la caméra Imax à un ingénieur Danois. «La pellicule ne passant qu'une seule fois dans la caméra, les dommages causés par le tambour étaient négligeables. Tous les efforts devaient donc porter en fait sur la mise au point d'une caméra classique de grande taille qui peut contenir la pellicule Imax,» a précisé M. Kerr.

Le dernier problème consistait à trouver une source lumineuse suffisamment puissante pour la projection des gigantesques images Imax. Multiscreen trouva une solution sous la forme d'une lampe au xénon et d'un simulateur solaire employé par l'industrie aérospatiale américaine pour tester les panneaux héliosélectriques utilisés dans les satellites.

Ce système fournit les 25.000 W de lumière exigés par le projecteur, soit la quantité de lumière émise par 65 réverbères ... mais aussi assez de chaleur pour chauffer agréablement une maison pendant tout un hiver. Des dissipateurs thermiques et des ventilateurs ont été incorporés au projecteur

en vue de son refroidissement. Le projecteur fut également doté d'une série de miroirs spéciaux qui éliminent 90% de la chaleur infra-rouge mais conservent 90% de la lumière.

Expo 70 mit à rude épreuve le système de projection du fait qu'il devait fonctionner durant presque 12 heures par jour pendant 180 jours à raison de deux projections par heure. On a calculé que 35 millions de pieds de film sont passés dans le projecteur sans que l'on ait eu à enregistrer une seule cassure.

À l'Expo 70, les Russes présentèrent un film 70 mm à 10 perforations par image, soit les 2/3 de la taille de la pellicule Imax, mais leurs films ne résistèrent pas à plus de 250 projections. Un film japonais du même genre ne dura que le temps de 150 à 200 projections. M. Kerr a déclaré que la qualité des images de ces deux films était très irrégulière.

Il a évalué à 600,000 dollars le coût de la mise au point du système Imax auxquels s'ajoutent encore 150,000 dollars pour la conception des améliorations. À l'issue d'Expo 70, le gouvernement de l'Ontario acheta le projecteur qui fut installé à Ontario Place en décembre 1970, dans la Cine -

sphère de 800 places.

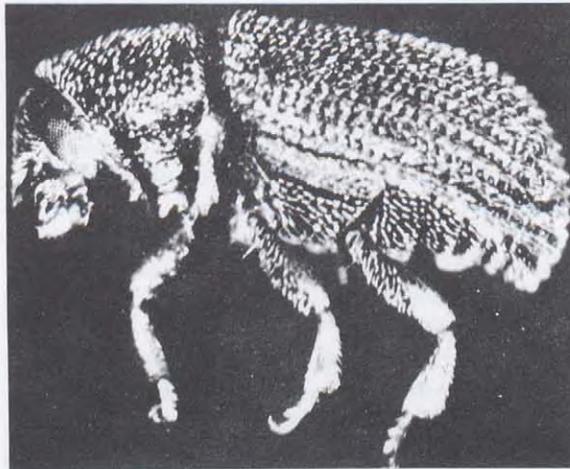
M. Kerr fait remarquer que les films Imax ne sont guère plus coûteux que les films ordinaires car les frais de tournage hors studio, de transport, de séjour et les honoraires du metteur en scène sont parfaitement déterminés. Selon lui, du fait des dimensions importantes de la pellicule Imax, on pourrait s'attendre à ce qu'elle soit plus coûteuse et que les frais d'exploitation en soient plus élevés. En fait, ces dépenses ne représentent qu'une portion minime du budget d'un film.

Multiscreen doit produire, en collaboration avec Paramount Pictures, un film Imax de 650,000 dollars destiné au pavillon américain d'Expo 76 à Spokane, dans l'État de Washington. La construction d'une salle de cinéma et le tournage d'un autre film Imax ont également été décidés. Ils sont destinés à un autre centre d'attractions, le Thorpe Water Park de Londres, en Angleterre.

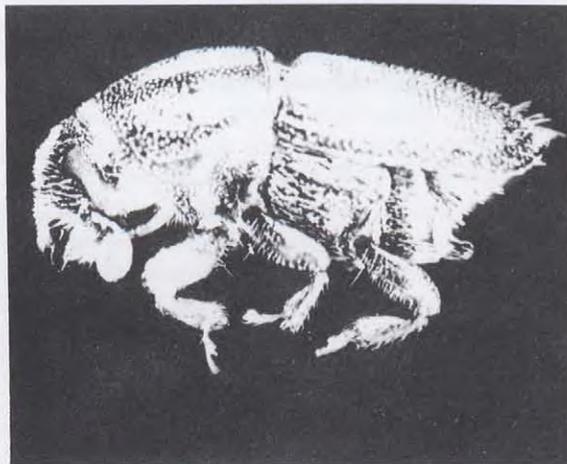
Multiscreen loue des caméras Imax pour 1,500 dollars par semaine. L'achat du projecteur et de la console de commande coûte 235,000 dollars. Multiscreen perçoit, en outre, un pourcentage sur le prix des entrées de chaque projection d'un film Imax.

## Le fongicide de l'orme-liège

MARLENE SIMMONS



— *Scolyte indigène* (adulte) — *Scolyte d'Europe* —  
Le *scolyte indigène* (en haut) et le *scolyte d'Europe*  
(en bas), qui tous deux mesurent un huitième de  
pouce de long, sont à l'origine de la maladie de  
l'orme-liège.



Pendant plus de 40 ans, de la Floride aux Laurentides de de l'Atlantique aux Prairies, les forêts avaient été décimées par un insecte porteur d'un germe de maladie, aussi gros qu'une mouche à fruits (drosophile).

L'une des régions du Canada les plus touchées, le comté de Perth (Ontario), perdit plus de 100,000 arbres entre 1967 et 1973. A Ottawa même, 1,000 à 1,500 arbres furent détruits chaque année après la fin des années 50.



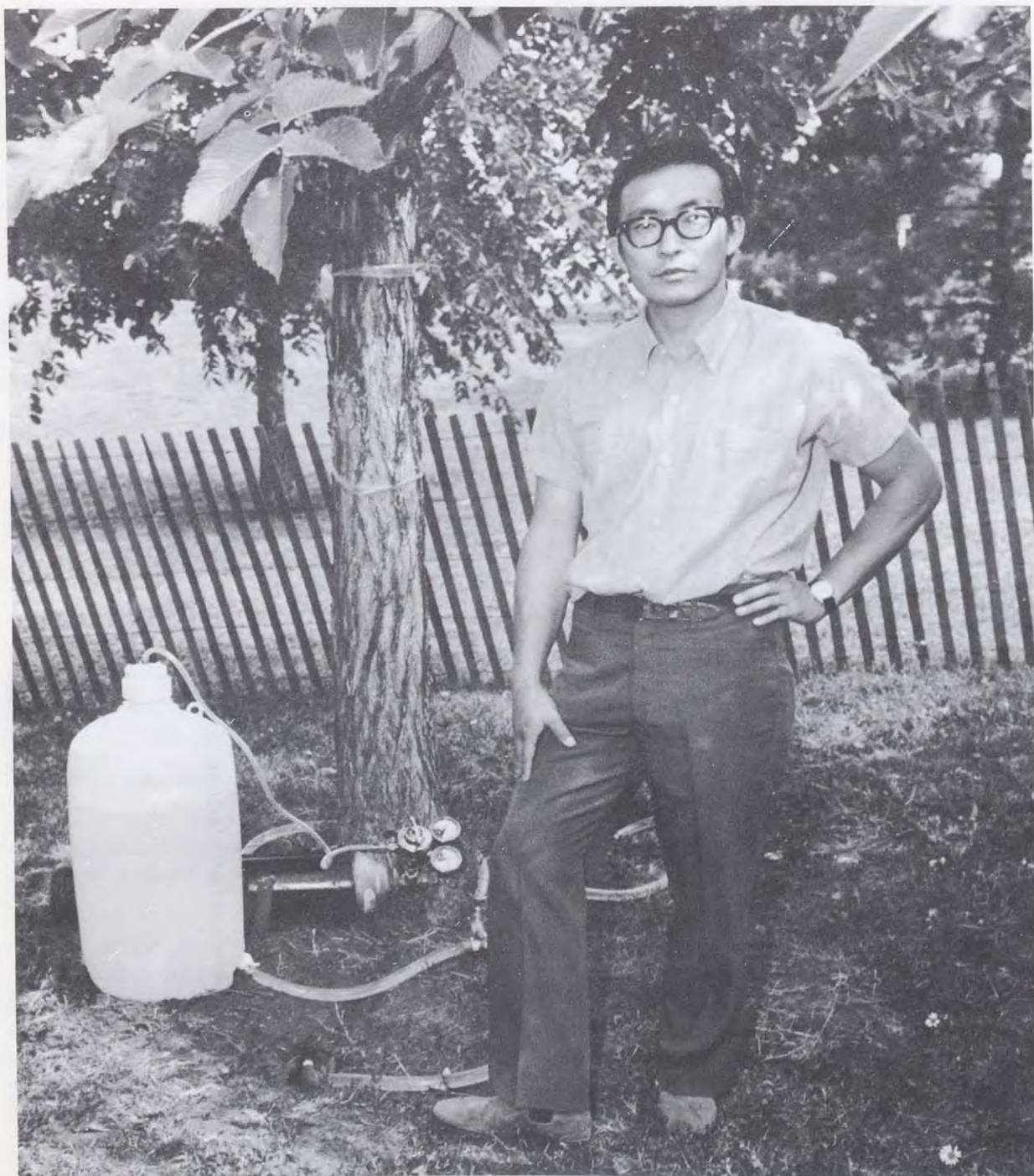
*La maladie de l'orme-liège s'est attaquée avec beaucoup plus de virulence aux ormes de gauche qu'à ceux de droite.*

L'insecte, le *scolytus multistriatus*, plus connu sous le nom de petit scolyte de l'orme, est porteur de fungus qui provoque la maladie de cet arbre. Après plus de cinquante ans de recherches en Europe et en Amérique du Nord, on n'avait pas encore réussi à découvrir un remède à cette maladie.

Cependant, en automne 1970, une équipe de scientifiques de l'Université de Toronto et de la station de recherches forestières des Grands Lacs à Sault-Sainte-Marie, du gouvernement fédéral, découvrirent ce qui, après trois années d'expérimentation,

se révéla être un remède à la maladie.

Les scientifiques préparèrent une poudre gris clair qui, mélangée avec de l'eau, est injectée dans les racines de l'orme. Vers le milieu de 1973, leur fongicide n'avait pas encore reçu de brevet, aussi se refusèrent-ils à en révéler la composition, mais ils consentirent toutefois à en expliquer l'action. L'appareil circulatoire de l'arbre assure une répartition égale du fongicide dans toutes les branches. Ce fongicide a l'effet d'un vaccin et immunise l'arbre contre toute infection, détruisant en outre les fungus déjà présents.



*M. Ed Kondo photographié à côté de l'équipement permettant l'injection par la racine du fongicide contre la maladie de l'orme-liège.*

«Le fungus se trouve littéralement étouffé», a expliqué M. D.N. Roy, chimiste à la faculté d'études forestières de l'Université de Toronto, qui a participé à la mise au point du fongicide. «La colonie de fungus se trouve encerclée et isolée des ressources en eau et en nourriture qu'elle tire de l'arbre. Celui-ci forme une nouvelle couche et le fungus reste enfermé.»

Les scientifiques qui ont mis au point le fongicide estiment qu'il en coûtera environ 50 dollars pour immuniser pendant cinq ans un arbre haut de 80 à 90 pieds, une fois que la production commerciale du fongicide aura débuté.

Avant la découverte de ce remède, on coupait la branche malade ou on pulvérisait sur l'arbre un produit chimique qui détruisait l'insecte. Ces méthodes ont peut-être ralenti l'extension du mal mais elles ne l'ont pas arrêté du fait qu'elles se sont attaquées au porteur de la maladie et non à la maladie elle-même. Le nouveau fongicide s'attaque à la racine du mal et détruit le fungus.

Le fongicide injecté dans l'arbre au lieu d'être pulvérisé, est totalement inoffensif du point de vue écologique et, de plus, il ne nuit pas à l'arbre lui-même. En fait, il constitue un engrais pour l'arbre qui un an après la première injection, présente des feuilles plus grandes et plus vertes. En outre, l'arbre accumule si bien la substance qu'il est inutile de s'en occuper chaque année.

M. Erik Jorgensen, spécialiste de pathologie végétale à la faculté d'études forestières qui a également collaboré à la mise au point du fongicide, a fait remarquer que ce dernier est efficace pendant au moins trois ans, voire même cinq ans. Les expériences pour lesquelles on a utilisé des arbres de la Commission de la capitale nationale, à Ottawa, ont débuté en 1971.

«Nous avons prélevé des échantillons sur 14 arbres traités deux ans auparavant et nous avons constaté que le fongicide était encore efficace à 100%», a déclaré M. Jorgensen. Du bois provenant d'arbres traités et plongé dans une solution contenant des germes de la maladie n'est pas attaqué alors que du bois non traité se trouve attaqué.

Au printemps 1972, une deuxième expérience a été tentée sur 80 arbres de la CCN qui avaient été atteints. On les traita avec le fongicide et on laissa

10 arbres du même endroit sans aucun traitement. Un seul des arbres traités mourut alors que les dix arbres non traités moururent tous entre la mi-juin et la mi-juillet, à une époque où la maladie est la plus virulente.

Les scientifiques européens s'étaient efforcés de trouver un remède à la maladie de l'orme-liège depuis 1919; leurs collègues nord-américains avaient entrepris la même tâche en 1928. Ils savaient que lorsque le petit scolyte de l'orme sort des ormes-lièges morts ou mourants, dans les endroits de reproduction, il commence à se nourrir sur les ormes sains. Ce faisant, il transmet les spores d'un fungus qui dépose une substance caoutchouteuse dans le système circulatoire de l'arbre et le tue en obstruant le passage des matières nutritives et de l'eau.

M. Jorgensen a commencé ses travaux au laboratoire de recherche sur les essences feuillues de l'Université de Toronto, en 1961. Il était essentiellement intéressé par l'étude des rapports entre l'arbre et le fungus lui-même. Il chargea M. Roy de choisir des produits chimiques qui pourraient tuer le fungus sans nuire à l'arbre. On dressa une liste de 30 produits et on en réduisit le nombre en procédant par tâtonnements.

Afin d'injecter le fongicide dans l'arbre, les scientifiques utilisèrent un procédé mis au point par M. Ed Kondo, chercheur au laboratoire de la station de recherches forestières des Grands Lacs, laboratoire dépendant des Services canadiens des forêts. Ils creusèrent autour d'un tronc d'arbre pour trouver une racine de 3/4 de pouce au minimum et de 1 1/2 pouce au maximum. Ils sectionnèrent la racine et y fixèrent un tube au moyen d'une bague d'adaptation. Les différents tubes ainsi fixés furent reliés à un réservoir d'une capacité de 45 gallons où le fongicide se trouvait sous une pression de 10 livres par pouce carré.

Le réservoir devait être rempli toutes les 12 à 18 heures car les arbres absorbaient de 2 à 175 gallons de fongicide suivant leur taille. Il fallait entre 24 et 48 heures pour saturer les xylèmes de l'anneau extérieur de l'arbre, anneau le plus vulnérable au fungus de l'orme-liège.

M. Kondo fit remarquer qu'en 1972 le traitement d'un arbre avait coûté en moyenne 92 dollars mais les représentants de la CCN, dont les arbres avaient servi aux expériences, considérèrent que l'argent

avait été utilisé à bon escient

«Je suis vraiment très satisfait des résultats de nos travaux sur le fongicide», a déclaré M. Neil McLaren, directeur adjoint de la Division des parcs et des terrains de la Commission de la capitale nationale. «Au premier abord, dit-il, la dépense semblait élevée, mais, quand on tient compte du fait que l'extraction d'un arbre mort nous coûtait entre 100 et 750 dollars, elle apparaît plus raisonnable.»

À l'été 1973, le système par injection fut mis à l'essai afin de déterminer s'il était suffisamment pratique pour un non-scientifique. À la demande de M. Kondo, des pépiniéristes injectèrent le fongicide

à 600 arbres à Ottawa.

M. Kondo a rappelé que d'autres chercheurs expérimentaient le système afin de ne pas en limiter l'utilisation au traitement des ormes-lièges. Aux États-Unis, des chercheurs l'ont pratiqué, après adaptation, sur des arbres fruitiers afin d'aider ceux-ci à puiser leurs éléments nutritifs après qu'ils aient été défoliés par des chenilles et donc mis dans l'impossibilité de fabriquer eux-mêmes leur sève.

Les scientifiques canadiens s'efforcent, de leur côté, d'adapter le système à la protection des arbres fruitiers contre les insectes nuisibles. Il est toutefois encore prématuré de porter un jugement sur l'une ou l'autre de ces expériences.

## Une soufflerie

**RANDY DENLEY**

Au cours des années 60, on a commencé à construire dans les centres urbains canadiens des édifices de plus en plus élevés; les risques de dommages causés par les vents violents aux nouveaux gratte-ciel ont augmenté en conséquence. La technologie de la construction a tout simplement progressé à un rythme plus rapide que les connaissances humaines des effets du vent sur les édifices en hauteur.

Au milieu de la décennie, un ingénieur de l'Université Western Ontario a toutefois mis au point une technique de soufflerie pour vérifier les effets du vent sur les gratte-ciel prévus avant que ne commencent les travaux de construction.

En fin de compte, le travail de M. A.G. Davenport a mené à l'établissement de nouvelles normes gouvernementales du bâtiment et a permis aux entrepreneurs et aux propriétaires d'édifices d'économiser des milliers de dollars en réduisant les coûts de construction et d'entretien.

Les vents peuvent causer d'énormes dommages si un ouvrage de construction n'est pas conçu de manière à y résister. En 1941, le pont «Gallopant Gerty» de l'État de Washington, a été entièrement démolé par des vents d'une vitesse de 40 milles à l'heure qui ont soulevé son plancher à cinq pieds dans les airs.

En 1958, des bourrasques ont renversé la charpente insuffisamment contreventée de l'édifice Union Carbide de Toronto, causant des dommages de l'ordre de \$600,000.

Le cas de l'édifice John Hancock Mutual Life de Boston est peut-être l'exemple récent le plus frappant de dommages causés par le vent. Au cours de 1972 et 1973, plus de 350 panneaux de verre de cet édifice de 60 étages ont été fendus ou brisés sous l'effet du vent.

Les vents peuvent aussi lézarder le plâtre et le revêtement extérieur d'un édifice ou même faire suffisamment osciller cet édifice pour incommoder ses occupants.

En 1970, le Code national du bâtiment du Canada fut modifié conformément aux découvertes de M. Davenport faites après 13 années de recherche; les édifices de plus de 400 pieds de hauteur et ceux de faible superficie doivent maintenant être vérifiés pour leur résistance aux vents. Des directives concernant les limites de sécurité quant à

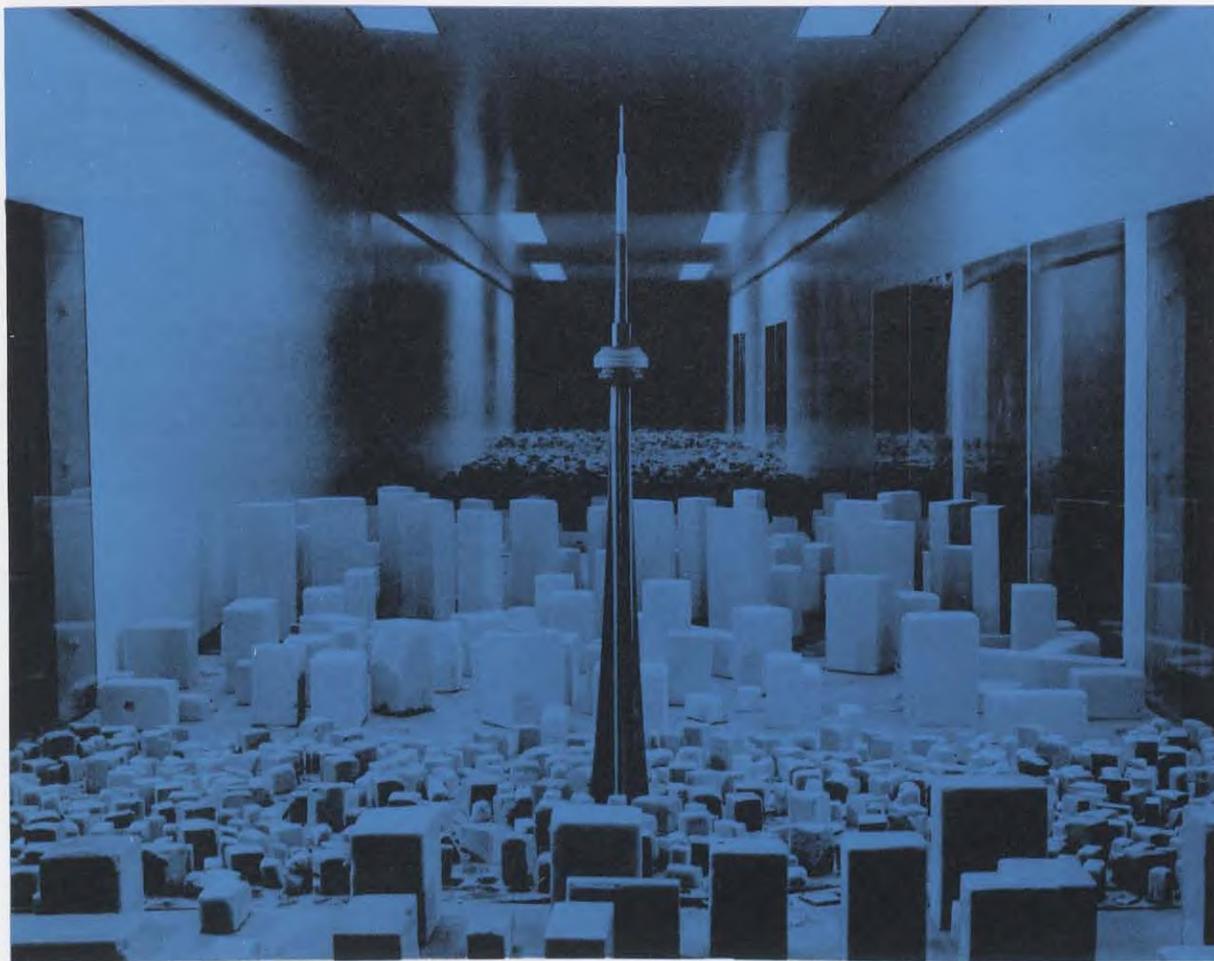
la résistance aux vents ont aussi été incluses dans le code.

Les essais en soufflerie de M. Davenport permettent aussi aux architectes d'éviter les lourdeurs de conception, que la prudence exigeait, en leur indiquant où ils peuvent enlever l'excès de matériaux. Puisque les modifications sont apportées aux plans avant que les projets de construction soient entrepris, il est impossible de déterminer avec exactitude les économies réalisées.

Avant les recherches de M. Davenport, lorsqu'un architecte ou un ingénieur tenait compte de la

pression du vent, il présumait qu'un vent soufflant à une vitesse donnée exerçait une pression statique ou invariable sur les bâtiments. Cette théorie statique du vent et de ses effets ne tenait pas compte de deux facteurs importants: la turbulence causée par les édifices voisins ou la configuration du terrain environnant et les effets cumulatifs de cette turbulence.

L'inexactitude de cette approche ne constituait pas un problème important lorsque les bâtiments étaient moins élevés, occupaient une plus grande superficie et utilisaient plus de béton, un matériau



*Dans la soufflerie du laboratoire de la couche limite, on met à l'épreuve la tour CN d'une hauteur de 1,805 pieds en cours de construction à Toronto.*

dense qui répond relativement peu aux pressions du vent. Mais le problème s'est accru avec la multiplication des gratte-ciel modernes, construits surtout en acier et en verre, des matériaux plus flexibles.

Lorsque M. Davenport a commencé l'étude du Code national du bâtiment en 1957, alors qu'il était au service du Conseil national des recherches à Ottawa, il s'est rangé du côté des théoriciens qui avaient auparavant jugé la théorie statique insuffisante. Il entreprit donc d'examiner l'effet réel du vent sur les édifices, utilisant finalement une soufflerie de sa propre création. Il est devenu le premier à démontrer l'importance de la réponse dynamique.

Selon le principe de la réponse dynamique, les bâtiments et le terrain au voisinage d'un édifice causent des bourrasques et des turbulences qui exercent des pressions variables sur l'édifice et le font réagir selon des modes qui n'étaient pas pris en considération lors de l'étude selon l'ancien concept statique.

Un édifice vibre continuellement, mais les tourmentes peuvent accroître ou réduire cette vibration, selon leur force, leur direction et le moment auquel elles frappent l'édifice.

Lorsqu'un édifice oscille dans le même sens que la bourrasque qui le frappe, les vibrations augmentent; si l'édifice et la bourrasque vont dans des sens contraires, les vibrations peuvent diminuer.

Pour déterminer la pression réelle du vent à laquelle un édifice, situé à un endroit donné, devra résister, la pression maximale des bourrasques est ajoutée à la pression maximale statique du vent.

En 1965, M. Davenport a mis au point, à l'Université Western Ontario, une soufflerie tenant compte des facteurs environnants. (Il s'est joint au personnel de cette université après avoir quitté le C.N.R.C. et avoir effectué des recherches de troisième cycle en Angleterre.) La soufflerie a été conçue de façon à simuler l'action naturelle du vent autour d'un groupe donné d'édifices et permet aux techniciens de mesurer la réponse dynamique d'un édifice prévu.

La «couche limite» représente les premiers 1, 500 pieds au-dessus du sol. C'est à l'intérieur de cette couche que se produisent les effets du vent sur les bâtiments et sur le terrain.

Les méthodes pour mesurer la pression dans la soufflerie étaient uniques lorsque celle-ci a été construite. Depuis, des souffleries semblables ont été construites ailleurs au Canada, aux États-Unis, en France et en Hollande.

La soufflerie consiste en un tuyau rectangulaire, de 100 pieds de longueur, de 8 pieds de largeur et de 7 pieds de hauteur. Une maquette de l'édifice est placée sur le plancher de la soufflerie et on reproduit tout autour autant que possible les bâtiments et les surfaces environnantes.

Les maquettes au quatre centième des bâtiments existants et de l'édifice prévu, sont faites en métal, en plastique et en bois. Les matériaux ne sont pas nécessairement les mêmes que ceux qui seront utilisés pour la construction de l'édifice mais ils possèdent des propriétés en grande partie semblables telles que la rigidité, la masse et la résistance.

Des ventilateurs aussi larges et hauts que la soufflerie produisent les vents, dont la vitesse et la direction sont basées sur les données météorologiques obtenues à l'emplacement de l'édifice. Les ventilateurs sont fixes à un bout de la soufflerie, mais la maquette de l'édifice à l'étude et des bâtiments environnants se trouve sur une table tournante, ce qui permet aux techniciens de simuler des vents provenant de différentes directions.

Des conditions naturelles, telles que les pressions causées par la rotation de la terre, ne peuvent pas être simulées dans la soufflerie, mais l'appareil peut reproduire presque tous les vents importants pour les concepteurs de bâtiment.

Les maquettes sont munies de senseurs qui sont reliés à des transducteurs qui transforment la pression du vent en courant électrique. Des ordinateurs analysent les résultats de l'essai afin de déterminer dans quelle mesure oscillera ou vibrera l'édifice sous l'action des plus grands vents.

Depuis 1963, M. Davenport a mis ses recherches en pratique; en effet, on lui a demandé ses conseils dans le cas d'édifices importants tels que la Banque royale de 41 étages, l'édifice Commerce Court de 58 étages et la Banque de Montréal de 72 étages, les trois ayant été construits à Toronto, et le World Trade Centre de New York. Les édifices ont réagi de la façon prévue.

«Si nous tenons compte du nombre d'appels téléphoniques, nous devons être dans la bonne

voie», a déclaré M. Davenport.

La C.D. Carruthers and Wallace Consultants Ltd. de Toronto est d'accord avec cela. «Nous avons utilisé les essais en soufflerie et nous les utiliserons encore parce qu'ils donnent une description exacte de la façon dont réagira un édifice dans une situation de vent donnée,» a signalé un représentant.

M. Davenport est né en Afrique du Sud, mais il a effectué la plupart de ses recherches au Canada et il est maintenant citoyen canadien. Il a gagné deux prix de l'Institut canadien des ingénieurs et deux

des Sociétés d'ingénieurs américains pour son travail relatif aux édifices en hauteur et aux autres ouvrages de construction tels que les ponts et les cheminées cylindriques. Il a aussi gagné un prix de la Société météorologique du Canada pour son utilisation des données météorologiques lors des essais relatifs aux édifices en hauteur.

En 1973, M. Davenport s'est détaché de son travail concernant les bâtiments élevés pour étudier les effets du vent sur la fumée et les moyens de réduire le vent dans les rues.

## Les eaux usées et la tourbe

CLAUDE BONENFANT

Un nouveau procédé, qui a pour objet d'éliminer les métaux lourds dans les eaux industrielles usées, a été mis au point, au cours de 1973, par deux professeurs de l'Université de Sherbrooke, MM. Bernard Coupal et Jean-Marc Lalancette. Cette méthode servira principalement à enrayer le mercure contenu dans les effluents d'industries qui utilisent ce métal dans leur processus de fabrication.

Le trait caractéristique de ce nouveau mode d'épuration est l'utilisation d'un lit de tourbe. Ce moyen, très simple à première vue, a fourni la preuve de son efficacité.

Pour montrer l'importance de ce nouveau moyen de lutte contre la pollution, soulignons que 90 pour cent de la consommation totale de l'eau, au Québec, est utilisé à des fins industrielles; c'est donc dire que la possibilité de pollution des eaux par les industries est très forte et qu'un nouveau procédé d'épuration des eaux industrielles efficace est certainement bienvenu.

De plus, si l'on considère qu'on a chiffré à quelque 600 millions, selon une étude de la Régie des eaux du Québec, le coût de la lutte contre la pollution des eaux de la province pour les quinze prochaines années, un procédé aussi peu coûteux que celui de la tourbe aura l'heur de plaire aux industries concernées.

Le mercure est un polluant particulièrement nocif qui peut avoir des effets désastreux sur la santé publique et sur l'environnement. C'est l'écosystème aquatique qui, forcément, est le plus touché. Une étude des organismes aquatiques et de leurs prédateurs a révélé qu'il y avait un sérieux problème de pollution par le mercure dans le Saint-Laurent et dans l'ensemble de son réseau hydrographique. Il faut, en ce cas, tenir compte de la grande quantité de mercure (et de ses composés) émise par les localités, fortement industrialisées, qui bordent les Grands Lacs. Par ailleurs, le Québec et l'Ontario emploient, à eux seuls, les deux tiers de la consommation canadienne du mercure sans pousser les hauts cris, nous pouvons anticiper un risque très grand de pollution par le mercure dans l'Est du Canada.

En regard des dangers que comporte le mercure, les gouvernements astreignent souvent l'utilisation de ce métal à une sévère réglementation (nous

pensons particulièrement aux pays scandinaves qui ont pris à cet effet des mesures de sécurité depuis plus de dix ans). Au Canada, certaines industries ont déjà opéré des changements assez radicaux de leurs méthodes de fabrication, comme, par exemple, l'industrie des pâtes et papiers qui utilise de moins en moins le mercure; d'autres, à cause d'une carence technologique ou du coût trop élevé de l'épuration, doivent abandonner l'usage du mercure, ce qui représente parfois une menace de survie pour ces industries. Certaines dépensent des capi-

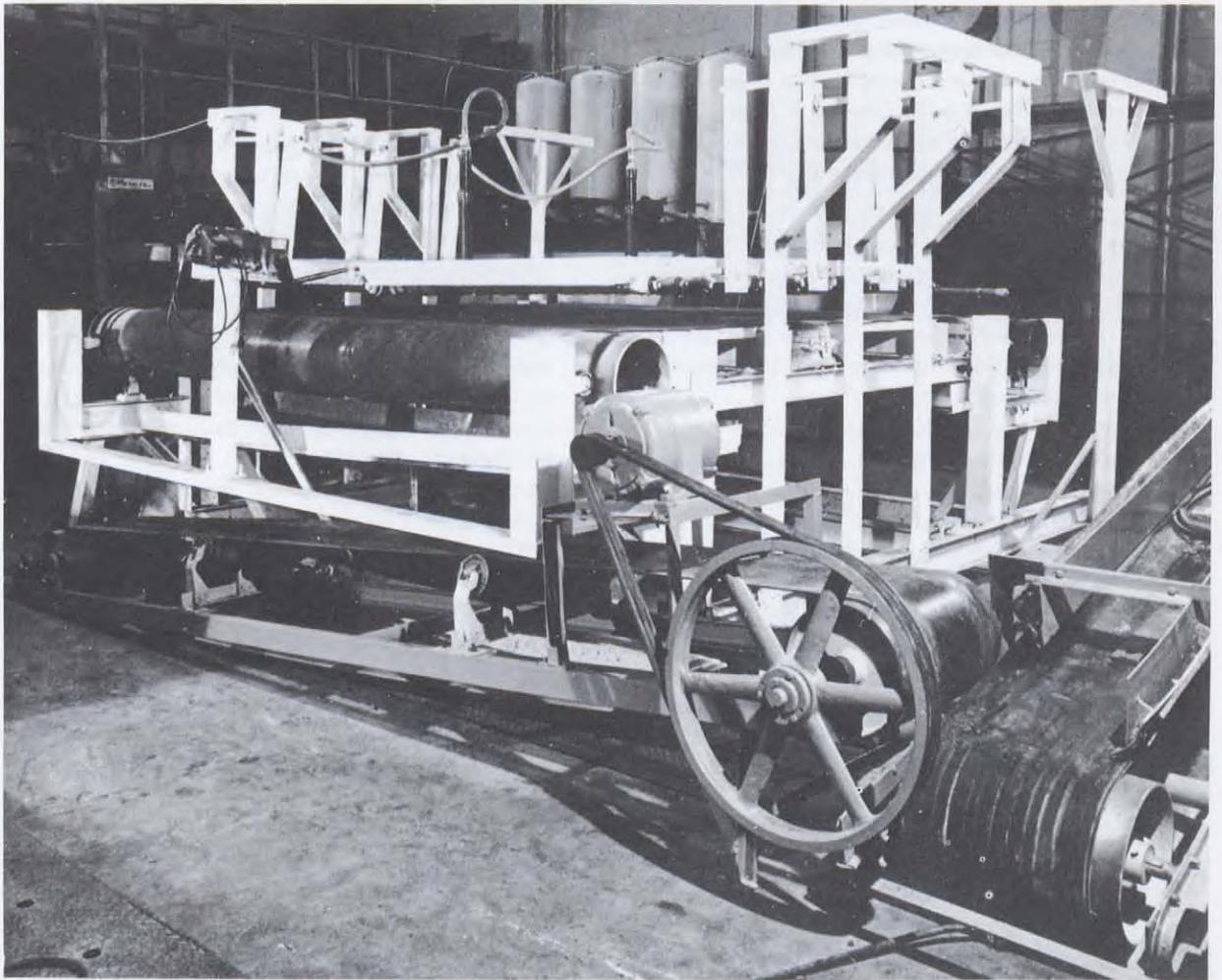
taux considérables pour une épuration souvent médiocre.

Le procédé d'élimination par la tourbe s'avère, pour sa part, un moyen peu coûteux et efficace. Le traitement des eaux, polluées par le mercure ainsi que par les métaux lourds comme le cadmium, le cuivre, le zinc, le nickel et le plomb, représente un moyen de premier ordre du point de vue économique. En effet, le traitement par la tourbe ne nécessite souvent aucune modification majeure de la technique en usage dans ces industries; de plus,



*De gauche à droite, les professeurs Bernard Coupal et Jean-Marc Lalancette. M. Bernard Coupal est actuellement directeur du Département de génie*

*chimique de l'Université de Sherbrooke et M. Lalancette est vice-recteur à la recherche du même établissement.*



*Une partie de l'appareil mis au point par les professeurs Lalancette et Coupal: la tourbe, ayant servi à la filtration de l'eau polluée, est ensuite essorée avant d'être brûlée, ce qui permet la récupération des métaux lourds.*

on peut facilement se procurer le matériel nécessaire. Sur le plan de l'efficacité, les expériences en laboratoire ont démontré que 99.998 pour cent du mercure a été éliminé au moyen de la tourbe. C'est donc dire que ces eaux, après traitement, ne peuvent plus constituer une source de pollution, par le mercure du moins.

Voici, sommairement, les principales étapes de

cette découverte. En 1969, M. Bernard Coupal, du département de Génie chimique de l'Université de Sherbrooke, entreprenait des recherches sur les applications possibles de la tourbe. Il fit, entre autres, des essais sur l'absorption du pétrole par cette substance organique, lors du naufrage du pétrolier Arrow au large des côtes de la Nouvelle-Ecosse en février 1970.

M. Jean-Marc Lalancette, du département de Chimie de la même université, qui avait amorcé, lui aussi, des expériences sur les propriétés d'absorption du mercure et d'autres polluants métalliques par la tourbe, se joint à M. Coupal, à l'été 1971, pour former une équipe de recherche au niveau de l'application dans le secteur industriel.

Il convient de préciser tout de suite que la tourbe n'est pas, à proprement parler, du gazon, mais une matière combustible, spongieuse et légère, résultant de la décomposition lente des végétaux. Par sa surface, qu'on peut qualifier de compacte, et par sa structure moléculaire particulière, elle possède des qualités d'absorption intéressantes.

«Nos expériences ont toutefois démontré, précise M. Lalancette, que cette surface étendue et spongieuse qu'est la tourbe ne pouvait à elle seule retenir le mercure de façon efficace, du fait que plusieurs parties par million (ppm) du métal demeureraient en équilibre dans la solution en présence de tourbe; cependant, en ajoutant un agent qui peut précipiter le mercure, le sulfure de sodium ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) par exemple, il se forme un sel très peu soluble.» La tourbe absorbe facilement le nouveau composé, le sulfure de mercure, surtout si l'on a fixé, au préalable, des ions sur la surface déjà polaire de la tourbe. Le sulfure, étant retenu efficacement, la quantité de mercure dans la phase aqueuse est alors très faible.

Des eaux industrielles contenant 500 parties par million de mercure ont subi le traitement par la tourbe et le sulfure de sodium; on a pu réduire ainsi cette concentration à dix parties par billion, ce qui représente, comme nous l'avons déjà dit, une élimination de 99.998 pour cent.

Avant le traitement, on procède à des opérations préliminaires qui permettent de simplifier la tâche. En effet, afin de ne pas avoir à traiter inutilement un trop gros volume d'eau, on isole les effluents contenant du mercure des autres eaux usées; l'eau est ensuite acheminée, à basse vitesse, dans un réservoir de décantation où l'on recueille le mercure à l'état métallique et les autres matières résiduelles qui s'y trouvent.

Le traitement proprement dit peut alors commencer. Dans une première étape, l'eau contenant le mercure (à l'état colloïdal ou combiné) est mise en contact avec la tourbe, qui est imprégnée d'une

solution de sulfure de sodium à 2 pour cent. Le mercure se fixe à la masse de tourbe pendant que les eaux contaminées filtrent à travers le lit de tourbe. Il existe un autre mode de traitement tout aussi efficace: il consiste à agiter dans un réservoir l'eau polluée, la tourbe et le  $\text{Na}_2\text{S}$ ; on fait ensuite passer l'eau traitée à travers un lit de tourbe.

Dans une seconde étape, on récupère le mercure métallique et on complète l'épuration de l'eau.

La récupération du mercure nécessite quelques précautions afin que la tourbe, maintenant imprégnée de mercure, ne devienne pas une nouvelle source de pollution. Elle est donc essorée et séchée, à l'air libre, et, une fois son degré d'humidité diminué de moitié, elle est brûlée à 500 degrés centigrades; un influx d'air contrôlé réduit les émanations de fumée au minimum. Avant de quitter le brûleur, le gaz effluent est chauffé entre 500 et 700 degrés centigrades, afin qu'il n'y ait pas production de goudron et de gaz condensable. Par le passage dans une tour d'épuration contenant de la pierre à chaux et du soufre, on élimine les vapeurs de mercure et les gaz sulfurés. Après décantation, on récupère le mercure métallique à l'état élémentaire, ce qui peut représenter un acquis non négligeable pour une grande industrie. Ces condensats constituent moins de 1 pour cent de l'eau traitée.

Ces diverses opérations ne produisent pas de pollution. En effet, les gaz effluents, après avoir passé dans la tour d'épuration, sont libres de mercure et d'anhydrides sulfureux. Les boues du réservoir peuvent être brûlées avec la tourbe. Quant à l'excédent de sulfure de sodium qui peut se trouver dans l'eau après le traitement, on emploie des méthodes très simples pour l'éliminer, tels l'oxydation, l'ozonisation ou le procédé du lit bactérien.

En plus de diminuer le risque de pollution des eaux par le mercure, du moins dans le secteur industriel, cette découverte pourrait, semble-t-il, avoir des conséquences bénéfiques sur l'économie. En plus du coût amoindri d'épuration des eaux dont peuvent bénéficier les industries concernées, ce procédé pourrait ouvrir éventuellement un marché pour la tourbe des immenses toundras du Nord du Québec et de l'Ontario. Et qui sait si, la pollution par le mercure étant évincée, nous n'assisterons pas à

la restauration des pêcheries dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent?

L'équipe de Sherbrooke a bénéficié, depuis 1968, de plusieurs octrois de recherche. Ils proviennent surtout du Ministère de l'Éducation du Gouvernement du Québec et du Conseil national de recherche; ce dernier a octroyé, en 1970, une subvention stratégique de 155,000 dollars.

Cette découverte semble être une réponse appropriée au problème, mondialement reconnu, de la pollution par le mercure causée par les eaux industrielles. Elle est déjà l'objet de cinq brevets

d'invention. Des permis de vente ont été accordés pour le Canada, les États-Unis, le Japon et plusieurs pays de l'Europe centrale (France, Belgique, etc.).

Cette découverte peut s'avérer fort utile aux industries des pâtes et papiers et de traitement des produits chimiques. Présentement, il semble que l'industrie de la galvanoplastie ainsi que des industries minières et textiles de plusieurs pays soient particulièrement intéressées à cette nouvelle méthode d'épuration des eaux industrielles usées.

## Les sables bitumineux de l'Athabasca

RANDY DENLEY

Pendant plus de quarante ans, Karl Clark, d'Edmonton, a tenté en vain de promouvoir l'adaptation commerciale de la méthode qu'il avait mise au point pour exploiter la plus grande réserve de pétrole brut du Canada, à savoir les sables bitumineux de l'Athabasca.

Pourtant cette méthode, qu'il avait commencée à mettre au point en 1923 dans le sous-sol d'une centrale électrique, ne fut utilisée sur une vaste échelle, pour la synthèse du pétrole brut à partir des sables bitumineux, qu'une année après sa mort survenue en 1966. Considéré comme trop coûteux jusqu'à la fin des années soixante, le procédé du métallurgiste albertain devint de plus en plus rentable du point de vue économique au fur et à mesure que l'Amérique de Nord se trouvait menacée d'une crise énergétique et que les prix de pétrole commençaient à monter en flèche.

Les sables bitumineux de l'Athabasca, qui s'étendent sur une superficie de 30,000 milles carrés, soit celle du lac Michigan, à 300 milles au nord d'Edmonton, peuvent produire environ 300 milliards de barils de pétrole brut synthétique, rentables commercialement si l'on tient compte de l'indice des prix au début des années soixante-dix. On peut extraire des dépôts difficiles à exploiter ou de qualité médiocre une quantité additionnelle de 300 milliards de barils. Or, les réserves connues de l'Amérique du Nord totalisaient 56 milliards de barils seulement en 1973.

En 1973, le gouvernement de l'Alberta confirma officiellement l'existence de 26.5 milliards de barils de pétrole dans les gisements de l'Athabasca, quantité faisant partie des réserves connues du Canada. Même ce faible pourcentage de l'ensemble des gisements a augmenté la durée des réserves pétrolières canadiennes de 15 à 62 ans, au rythme de consommation de 1973.

Bien que l'on ait découvert dès 1897 l'immense capacité de production des sables bitumineux de l'Athabasca, on n'entreprit aucune exploitation commerciale fructueuse pendant soixante-dix ans. Une modeste entreprise d'exploitation commerciale créée durant la Seconde Guerre mondiale fut un échec à cause des coûts miniers élevés face à la concurrence des approvisionnements abondants provenant d'autres sources.

A la fin des années soixante, cependant, les

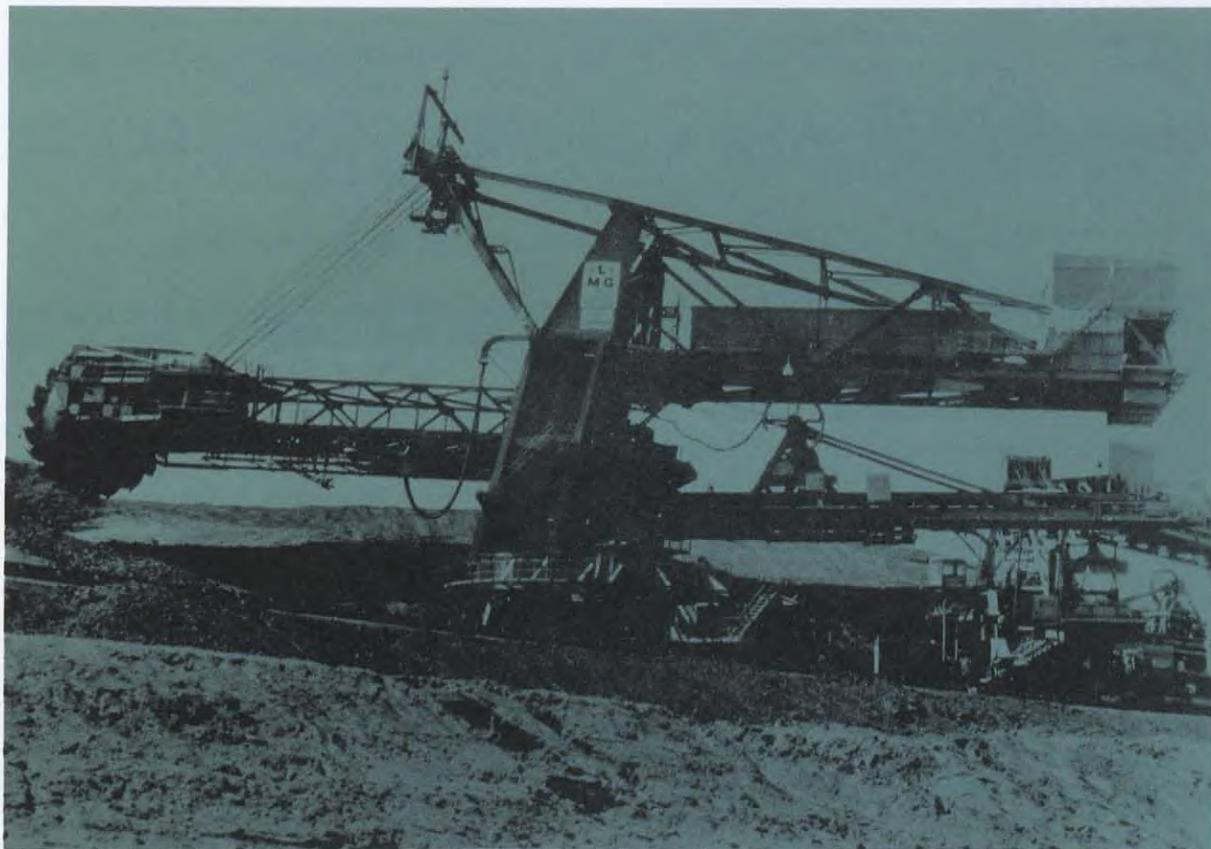
perspectives avaient commencé à changer du tout au tout dans le domaine du pétrole. On s'attendait à ce que la consommation mondiale d'énergie double entre 1970 et 1980 alors que les réserves pétrolières canadiennes seraient vraisemblablement épuisées vers 1990. Le prix du pétrole brut domestique au Canada est passé de 3.16 à 3.76 dollars le baril entre 1971 et le début de 1973. Le gouvernement du Canada imposa des restrictions aux exportations de fuel et d'essence aux Etats-Unis, gros consommateurs de pétrole, dans un effort pour ralentir la spirale des coûts de pétrole.

Le moment était venu de recourir à la technique de Karl Clark qui n'avait pas été économique jusque-là. Lorsque celui-ci commença ses travaux

au Conseil de recherche de l'Alberta en 1920, on ne connaissait pas encore le moyen de séparer le bitume riche en pétrole du sable bitumineux, noir et visqueux.

Le Conseil de recherche d'Alberta avait engagé Clark pour mettre au point une telle technique dans l'espoir que l'on pourrait utiliser le bitume assimilable à du goudron comme revêtement des chaussées. Clark était cependant capable de prévoir l'avenir prometteur des sables bitumineux comme source de production du pétrole.

Même s'il a travaillé avec d'autres lorsqu'il était attaché au Conseil de recherche de l'Alberta et plus tard lorsqu'il fut professeur de génie minier et métallurgique à l'université de l'Alberta, Clark a été



*Des roues à augets géantes sont employées pour extraire les sables bitumineux, près du Fort McMurray en Alberta. Chacun des excavateurs montés sur*

*trucs à chenilles peut extraire plus de 100,000 tonnes de sable bitumineux par jour.*

l'âme et la cheville ouvrière de la recherche sur les sables bitumineux pendant plus de quarante ans.

Le procédé de séparation mis au point par Clark est très simple en théorie. L'eau mouille les surfaces de sable quartzes plus facilement que l'huile de telle sorte que lorsque l'on traite les sables bitumineux avec de l'eau bouillante, celle-ci déplace l'huile qui flotte à la surface. On utilise de l'eau bouillante parce qu'elle produit des bulles d'air qui fragmentent le sable fortement tassé et libèrent des poches d'huile.

En 1923, Clark et un ingénieur chimiste du Conseil de recherche de l'Alberta, S.M. Blair, construisirent leur première usine de séparation par flottation dans de l'eau chaude au sous-sol de la centrale électrique de l'université de l'Alberta, à Edmonton. Le procédé n'était pas très compliqué en soi, mais la difficulté consistait à l'appliquer économiquement sur une grande échelle.

En 1929, la petite installation expérimentale d'Edmonton fut démantelée et transportée à Waterways (Alberta), dans la région des sables bitumineux de l'Athabasca. Clark s'attaqua in situ aux problèmes techniques qui entravaient la production sur une vaste échelle.

Dans les premières usines expérimentales, on séparait le sable à la fin du processus au moyen d'un convoyeur à godets inefficace et on ne connaissait pas de moyens de nettoyer l'eau de l'usine ou d'enlever les mottes et les impuretés qui obstruaient ou encrassaient le circuit.

On a résolu ce problème à l'usine de Waterways en recourant à des modifications techniques. Après avoir enlevé sur une petite surface les arbres et le moskeg qui recouvrent habituellement les sables bitumineux, on enleva les sables eux-mêmes à l'aide d'excavateurs à air comprimé et on les empila à l'extérieur de l'usine.

Un convoyeur à godets transportait les sables à l'intérieur de l'usine et les déversait dans un mélangeur. Là, le sable était brassé et mélangé avec de l'eau en ébullition et une solution de silicate qui neutralisait l'acidité de l'eau pour rendre celle-ci plus propre à la séparation.

Le mélange de sable et d'eau passait ensuite à travers un filtre rotatif qui éliminait les mottes et les impuretés, sources des difficultés rencontrées dans

l'installation antérieure. Le sable, chaud et mouillé, passait alors dans un caisson de séparation rempli d'eau chaude où le bitume contenant du pétrole flottait à la surface comme de l'écume tandis que le sable tombait au fond.

On écopait le bitume à la surface à l'aide d'une grande roue à augets en acier et on l'emmagasinait, puis on enlevait le sable accumulé au fond du caisson de séparation au moyen d'un transporteur automatique. Dans les premières usines, on retirait le sable amassé dans le caisson de séparation avec un convoyeur à godets, enlevant ainsi et gaspillant du même coup une partie du bitume flottant à la surface du réservoir de séparation.

On acheminait l'eau déjà utilisée vers deux caissons en forme de cône où le limon se déposait et était enlevé de sorte que l'eau puisse être traitée dans l'usine même. On éliminait ainsi la nécessité de changer fréquemment l'eau de l'usine pour éviter l'accumulation du limon.

Le procédé de Waterways a permis d'extraire 90% du bitume contenu dans le sable. Opérant à pleine capacité, l'usine pouvait produire 1,000 barils de bitume par jour pour l'asphaltage des routes à Edmonton.

Malgré que les difficultés techniques fondamentales eussent été surmontées, les perspectives de l'exploitation des sables bitumineux demeuraient sombres. Victime de la dépression, l'usine de Waterways ferma ses portes, et on ne fit aucun effort sérieux pour reprendre et poursuivre le travail de Clark jusqu'en 1967, date à laquelle la Great Canadian Oil Sands ouvrit à Fort McMurray une usine de traitement des sables bitumineux en utilisant le procédé de Clark.

Il y a loin de la matière destinée au pavage des routes obtenue par Clark au pétrole brut synthétique que l'on extrait aujourd'hui du bitume dans les installations de la GCOS. Le pétrole synthétique est un liquide de couleur ambre clair qui ressemble à de la bière éventée. Il est d'une qualité égale à celle du pétrole naturel et on peut le raffiner pour obtenir de l'essence, du mazout et du kérosène.

L'usine de la GCOS, dont l'installation a coûté \$235 millions, est la première entreprise d'exploitation commerciale de pétrole synthétique au monde aussi bien que la première usine rentable d'utilisation des sables bitumineux. Elle emploie six

fours à coke pour décomposer le bitume en ses éléments: gasoil, kérosène, naphte, butanes, pentanes et coke. On réunit ensuite le gasoil, le kérosène et le naphte pour fabriquer du pétrole synthétique.

L'usine produit 45,000 barils de pétrole synthétique par jour qui est acheminé vers Edmonton par pipeline. De là, on l'expédie à la raffinerie de la compagnie Sun Oil Ltd. à Sarnia (Ontario).

D'autres sociétés projetaient d'entreprendre une exploitation beaucoup plus considérable dans la région des sables bitumineux durant les années soixante-dix.

Syncrude Canada Ltd. projetait de s'établir dans la région des sables bitumineux en août 1973 pour mettre sur pied l'exploitation la plus considérable au Canada avec un investissement en capital de 700 à 800 millions de dollars. La compagnie Murphy Oil Ltd., de Calgary, et Shell Canada Ltd., d'Edmonton, projetaient également de s'associer à l'exploitation de l'immense potentiel des sables bitumineux au cours des années soixante-dix.

Une fois de plus, la technique que Clark n'a jamais vu utilisée à l'échelle commerciale comme il l'envisageait devait être à la base de cette exploitation.

## L'ozonisation

SERGE CÔTÉ

Vous souvenez-vous de votre dernière baignade dans une piscine? Vos yeux sont-ils encore rouges et votre gorge est-elle encore irritée? Mark Spitz n'a pas eu ce problème lorsqu'il a gagné sept médailles d'or aux jeux olympiques de Munich. L'eau de la piscine n'était pas chlorée, elle était ozonisée.

Selon le président de la compagnie Ozonair/Canatraco Ltée, M. Karel Stopka, et le professeur Marcel Gagnon, directeur de CRESALA (Centre de recherche en sciences appliquées à l'alimentation) à l'UQAM, l'ozonisation est la méthode moderne de purification de l'eau destinée à la consommation et d'épuration des eaux usées.

Le système FLPC (Film Layer Purifying Chamber) est le nouveau procédé de purification et d'épuration des eaux, mis de l'avant par M. Stopka. L'optimisme de M. Stopka est fondé sur trois facteurs principaux: l'efficacité du coagulateur électrique, les avantages de l'ozonisation sur la chloration et la supériorité du FLPC sur la méthode française.

L'ozone est un gaz composé de trois atomes d'oxygène. Pour former une molécule d'ozone, une quantité d'énergie considérable est requise. Deux sources d'énergie engendrent l'ozone dans la nature: les rayons ultraviolets émis par le soleil et les éclairs lors d'un orage électrique. On peut sentir l'odeur âcre de l'ozone après un orage particulièrement violent.

Ce gaz joue un rôle très important dans notre vie. Une couche d'ozone entoure le globe à une altitude de 13 à 16 milles au-dessus de la surface de la terre. Sans cette couche qui absorbe les rayons ultraviolets, nous serions voués à une mort certaine.

Une concentration d'ozone supérieure à 0.1 ppm (partie par million), pendant huit heures, constitue un risque pour la santé, car ce gaz attaque le système respiratoire. Le smog dans les grandes villes atteint parfois une concentration de 0.5 ppm; ce qui constitue un danger réel pour l'homme.

L'ozone attaque la membrane extérieure des bactéries et des virus, laissant le cytoplasme (l'intérieur) à la merci d'un milieu hostile. Ce phénomène est mortel pour l'unicellulaire. Parce que l'ozone est un meilleur oxydant que le chlore, il peut détruire plus rapidement et plus efficacement les organismes indésirables.

Lors de tests effectués par CRESALA, le nombre

de bactéries présentes dans un échantillon des égoûts de Beaconsfield, au Québec, est passé de 90 millions par 100 millilitres à zéro, en 36 secondes. Ces résultats ont été confirmés par National Canners Association, aux Etats-Unis. Alors que le chlore donne des chloramines qui sont toxiques pour les poissons et probablement pour les humains, l'ozone laissé dans l'eau n'est pas nocif, car il se transforme en oxygène.

Selon les partisans de la chloration de l'eau, le fait que l'ozone, contrairement au chlore, ne laisse pas de résidu, constitue un plus grand danger de contamination. En effet, si une source contaminante apparaissait entre la station de pompage et le lieu d'utilisation de l'eau, il n'y aurait pas, selon eux, assez d'ozone résiduel pour repousser cette attaque. Si une fuite dans le système d'égoût infectait l'eau potable, répond le Dr. Gagnon, le chlore résiduel serait tout aussi inhabile à combattre cette invasion bactérienne.

Le coagulateur électrique surpasse le coagulateur chimique tant par son efficacité que par son maniement. Avec le coagulateur électrique, la température et l'acidité (pH) ne doivent pas être continuellement à surveiller, comme dans le cas du coagulateur chimique.

Dans le procédé FLPC, le coagulateur électrique reçoit les eaux usées du système d'égoûts. L'hydrogène, produit à la cathode, crée une turbulence dans le système et entraîne les matières solides et les matières grasses vers la surface. Une écumoire débarrasse la surface de l'eau de ces matières qui sont acheminées vers un réservoir. Présentement, des études sont faites par CRESALA sur l'utilisation de ces résidus. On espère pouvoir s'en servir comme engrais.

Après cette première coagulation, l'eau est projetée dans une chambre d'ozonisation. Les fines gouttelettes d'eau entrent en contact avec l'ozone de cette atmosphère saturée d'oxygène; les virus et les bactéries sont alors attaqués par le meilleur agent oxydant connu: l'ozone. Cette passe dure douze secondes. L'eau subit le même traitement dans une deuxième, puis une troisième chambre. Le temps d'exposition varie selon le degré de pollution de l'eau.

Le système d'ozonisation de M. Stopka diffère de celui qu'on utilise en Europe depuis 75 ans. Le

système classique consiste à faire passer des bulles de gaz à travers le liquide. Au contact de l'ozone les impuretés contenues dans l'eau sont oxydées. Cependant l'efficacité de ce système laisse à désirer. Vous avez sans doute observé les bulles de gaz carbonique qui se précipitent à la surface d'un verre de boisson gazeuse. C'est ce qui se produit dans le cas de l'ozonisation classique.

Supposons maintenant que nous fassions l'inverse. Au lieu de faire circuler l'ozone dans l'eau, faisons circuler l'eau dans l'ozone: c'est le procédé FLPC. Un gicleur projette alors l'eau usée dans un contenant étanche rempli d'un mélange d'oxygène et d'ozone. Les gouttelettes d'eau entrent en contact avec l'ozone beaucoup plus facilement. Les résultats sont pour le moins surprenants. Le temps pendant lequel l'eau est en contact avec l'ozone est d'une demi-heure à quatre heures pour la méthode classique et de moins d'une minute pour le procédé FLPC. En plus d'utiliser l'ozone pour le traitement des égoûts, on peut s'en servir pour la purification de l'eau destinée à la consommation. Présentement, plusieurs études sont en cours sur les applications de l'ozonisation. Un des sujets de recherche de CRESALA est la stérilisation à froid des contenants. On suggère aussi une préréstérilisation du contenu. On éliminerait ainsi tout risque d'empoisonnement causé par des aliments avariés.

Un autre avantage de l'ozonisation réside dans l'économie de l'eau, si précieuse aujourd'hui. La compagnie Simonds à Granby, au Québec, réutilisera son eau au coût de sept cents par 1000 gallons, grâce au FLPC. En 1972, la compagnie a payé à la municipalité 18 cents par 1000 gallons. Elle économisera onze cents, chaque fois qu'elle utilisera 1000 gallons d'eau.

D'après les projections effectuées par Ozonair/Canatraco Ltée, le coût initial d'une unité FLPC, pouvant traiter dix millions de gallons par jour, serait de 1,300,000 dollars. Le coût net pour le traitement secondaire et tertiaire des eaux usées serait de cinq cents et demi par 1000 gallons.

Le Canada a encore du chemin à parcourir dans le domaine de la protection de l'environnement. Dans plusieurs villes et villages, l'épuration des eaux laisse à désirer; souvent, elle est inexistante. Le traitement approprié des eaux usées diminuerait grandement le fardeau que la nature doit porter

pour sa protection. M. Stopka offre l'ozonisation comme alternative à la chloration. Il faudrait prendre la peine de considérer et d'essayer cette méthode, éprouvée en Europe et améliorée ici même par Ozonair/Canatraco Ltée. Il ne faut pas

avoir peur du risque. Si nous n'atteignons pas tous les résultats escomptés, cette mésaventure n'aura pourtant pas fait reculer la science. Mais si nos espoirs sont réalisés, la science aura progressé encore un peu.

## **Un groupe d'enregistrement qui nous met à l'écoute du monde sous-marin**

*ANNE SADLER*

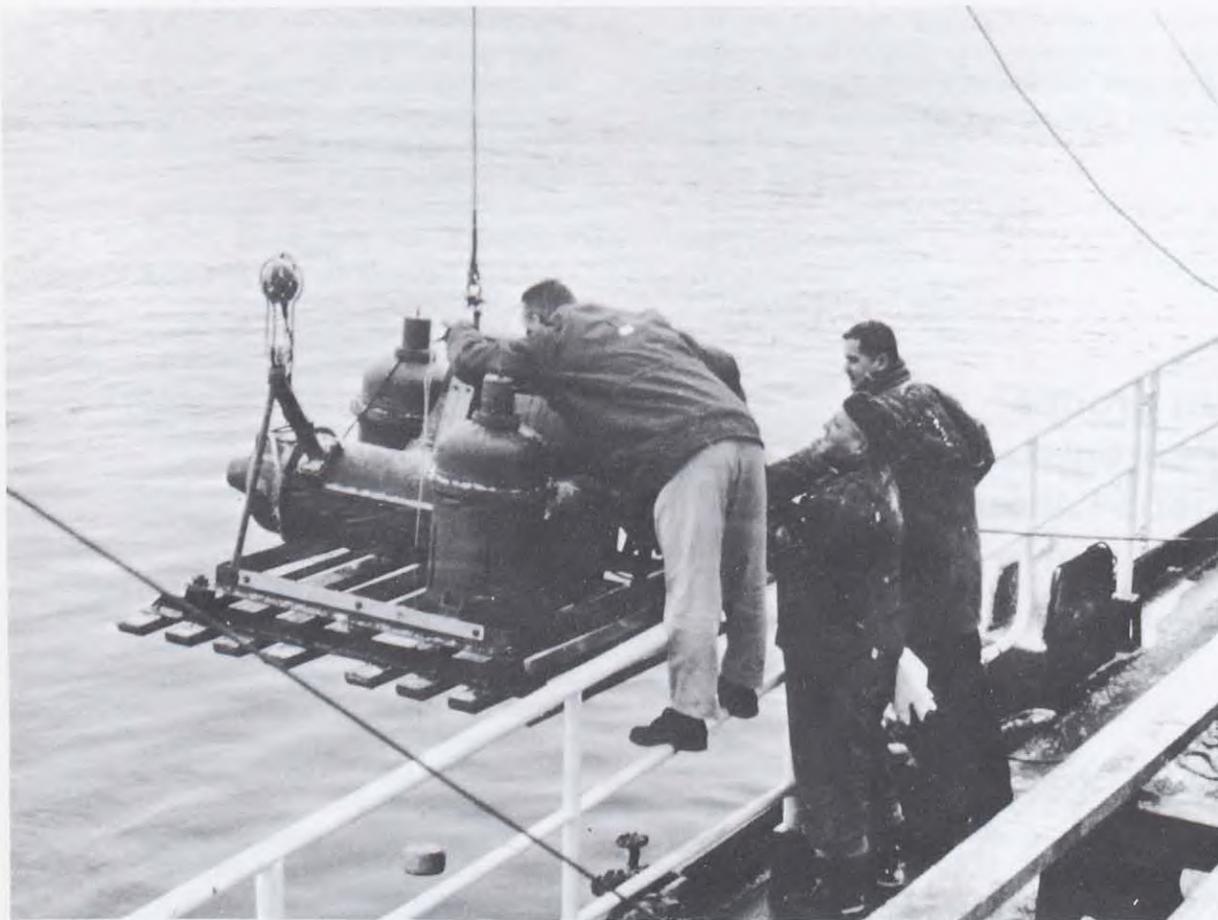
Des ingénieurs du ministère canadien de la Défense «espionnent» depuis quelque temps les glaciers et les précipitations atmosphériques au nord de l'océan Pacifique et dans l'océan Arctique. En effet, le Centre de recherches pour la défense de Victoria (C.-B.) mouille, depuis 1967, des groupes d'appareils enregistreurs ou RIP (Recording Instrument Package) à des profondeurs atteignant 2,000 pieds. Ces appareils d'écoute très complexes serviront ultimement à la détection des sous-marins.

Cette méthode de contrôle automatique, au moyen d'appareils qui peuvent être immergés puis repêchés beaucoup plus tard, se prête particulièrement bien à l'étude des eaux de l'Arctique. Dans cette région, les bateaux ne peuvent circuler que pendant deux mois et l'installation de câbles reliant des appareils immergés au rivage serait dispendieuse; de plus, les câbles risqueraient d'être endommagés par des chalutiers ou des blocs de glace flottant près du rivage. D'autre part, l'utilisation de postes de surveillance, installés sur le rivage ou sur la glace et habités pendant une longue période de l'année, serait aussi très coûteuse; mais le recrutement d'un personnel scientifique qui accepterait d'y travailler constituerait probablement la plus grande difficulté.

Le coffret et les dispositifs de repêchage des groupes d'appareils enregistreurs mis au point à Victoria pourraient être incorporés aux systèmes d'enregistrement de nombreuses autres propriétés océaniques ou marines telles que la salinité, la température et la turbulence.

Les RIP ont d'abord été conçus pour enregistrer l'intensité moyenne et la persistance des bruits habituels dans les profondeurs de l'océan boréal afin d'arriver à constituer une sorte de «toile de fond acoustique» qui aiderait à distinguer les sons insolites, comme le bruit des sous-marins. Les renseignements ainsi obtenus doivent servir ultérieurement à la conception d'un détecteur sous-marin. Aucun autre détail à ce sujet n'a été divulgué.

Les opinions divergent sur les risques d'attaques dans le nord par des sous-marins. Il demeure, toutefois, que les eaux boréales se prêtent à la navigation de ces bâtiments qui pourraient soit menacer directement le Canada, soit se servir de notre «arrière-cour» pour atteindre d'autres pays.



*Des membres de l'équipage examinent un groupe d'appareils enregistreurs que l'on s'apprête à descendre au fond de l'océan.*

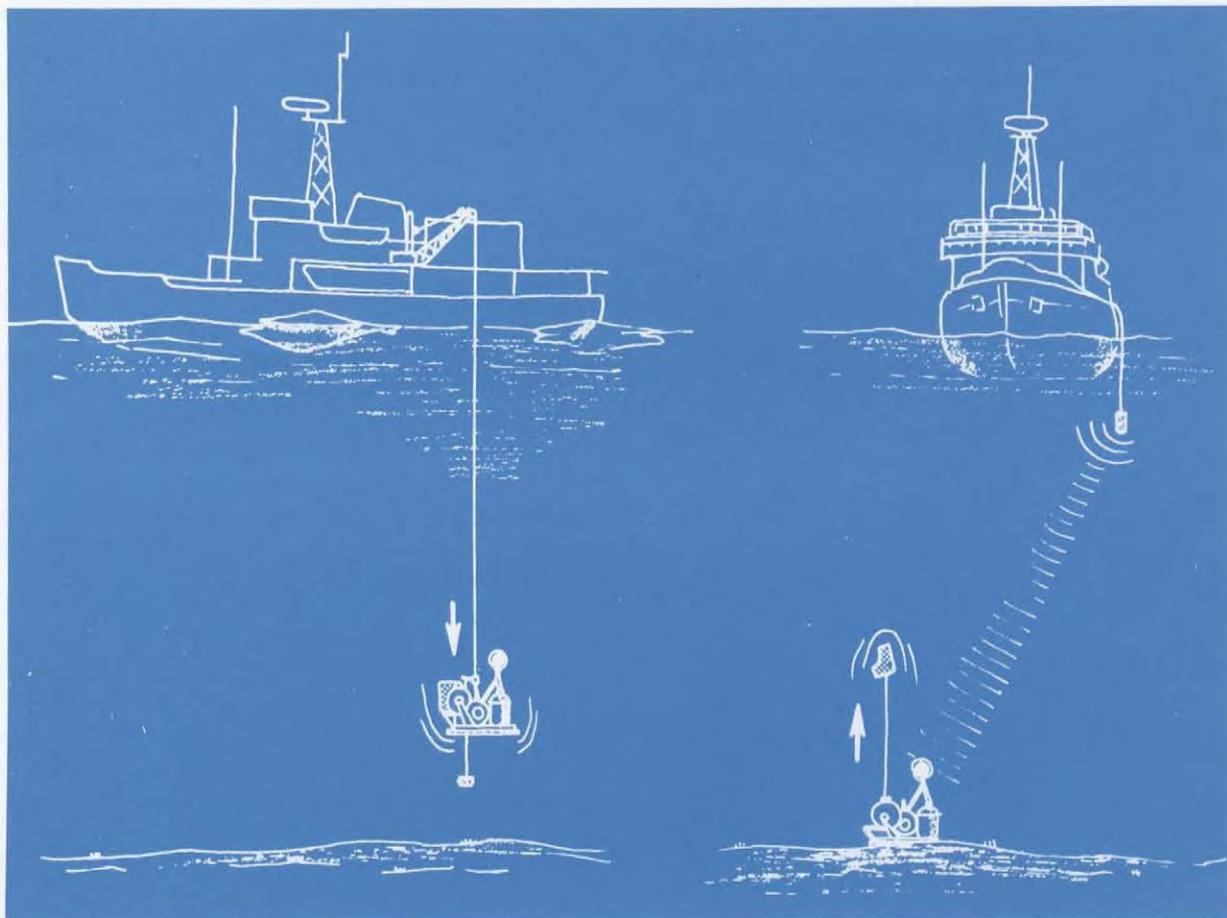
Mais, même si le risque de menace militaire n'est pas grand, il faut envisager l'éventualité de la navigation sous-marine de bâtiments commerciaux dans ces eaux et les autorités navales du pays tiennent à demeurer aux aguets, ou plutôt aux écoutes, des mouvements sous-marins.

Les cinq premiers groupes d'appareils enregistreurs utilisés par le Canada ont été immergés pendant l'été 1967 dans des chenaux entre certaines îles dans la région des Îles Reine-Élisabeth, situées à l'ouest du Groenland et au nord de l'Île Baffin.

L'emploi des RIP n'est pas particulier au Canada; les ingénieurs américains utilisent en effet des

moyens analogues dans d'autres océans. Cependant, les appareils mis au point au Centre de recherches pour la défense de Victoria sont de conception originale. MM. J. H. Ganton et W. H. M. Burroughs, ingénieur en mécanique, ont élaboré un système en grande partie automatique pour le mouillage et le repêchage des RIP et de l'enregistreur.

L'un des éléments fondamentaux de RIP est, évidemment, l'enregistreur qui, en l'occurrence, est un magnétophone mais d'un genre différent qui, au lieu d'enregistrer le son comme les modèles conventionnels, note les informations qu'il capte sur une bande d'ordinateur. C'est un appareil com-



*Ce dessin de l'Établissement de recherches pour la défense illustre la descente d'un groupe d'appareils enregistreurs au fond de l'océan. Une fois en place,*

*les instruments envoient les renseignements sur commande.*

plexe qui analyse le son par tranches de quatre minutes. En termes très simples, il «écoute» les sons sous-marins d'une gamme de fréquence particulière pendant quatre minutes; après chaque tranche de quatre minutes, il s'arrête momentanément et l'intensité moyenne des sons captés est codée sur la bande. Il change ensuite de fréquence et le procédé se répète.

Le groupe comprend, de plus un appareil d'impression, servant en quelque sorte de moyen de vérification, qui indique sous forme de graphiques l'intensité moyenne des sons dans la gamme de fréquence de 150 à 300 hertz. La précision des

indications de cet appareil peut être vérifiée en les comparant aux données enregistrées sur la bande d'ordinateur. Et même en cas de panne de l'enregistreur, l'appareil fournit au moins quelques données.

Une fois le RIP repêché, la bande codée est traitée par ordinateur qui en imprime les données sous forme de graphiques se prêtant à une grande variété d'analyses statistiques.

On pourrait utiliser dans un appareil d'écoute sous-marine des enregistreurs de sons conventionnels mais ils ne seraient pas pratiques. En effet, ils enregistreraient sans arrêt et nécessiteraient, par

conséquent, d'énormes quantités de rubans, étant donné les longues périodes de submersion des RIP.

Un groupe, avec son coffret et les dispositifs de mouillage et de repêchage, pèse 2,100 livres à l'air et 1,100 dans l'eau. Il mesure environ cinq pieds carrés et trois pieds et demi de hauteur.

Deux blocs autonomes de piles, scellés dans des caissons faits de tubes d'acier sans soudure, de 14 pouces de diamètre, sont fixés à des extrémités verticalement opposées. Le treuil de repêchage et l'hydrophone (microphone fonctionnant sous l'eau) sont placés aux deux autres extrémités. Le caisson contenant les appareils électroniques, fait lui aussi de tubes d'acier de 14 pouces de diamètre, est fixé horizontalement au centre du coffret. Le système est conçu pour des périodes de mouillage de deux années entières à des profondeurs atteignant 2,000 pieds.

Le mouillage du RIP au fond de l'océan se fait au moyen d'un câble muni d'un déclencheur conçu à cette fin. Une fois terminée la période de submersion prévue, normalement un an, un bateau se rend sur place et émet dans l'eau un signal sonore codé. Celui-ci actionne un commutateur électronique qui, à son tour, fait sauter un boulon explosif libérant du coup un flotteur d'une brillante couleur orange.

Aussitôt libéré, le flotteur tourne à 180 degrés, actionnant le commutateur à mercure d'un radiophare qui émet des ondes depuis le flotteur pour signaler la position. Tirant une ligne de guidage, le flotteur continue à monter et, à 60 ou 50 pieds de la surface, éjecte un colorant d'un vert brillant. En s'ouvrant, la douille de colorant fait basculer un levier qui libère les antennes du radiophare. Le bateau se rend à l'emplacement du flotteur, et tirant sur la ligne de guidage, atteint le cordon de repêchage et remonte le groupe d'enregistrement.

Le RIP a été conçu de façon suffisamment simple pour qu'il soit possible de le fabriquer rapidement et à un prix en permettant la construction en série afin de pouvoir, au besoin, remplacer ceux qui pourraient être endommagés par frottement, étant donné les conditions dans l'Arctique. Les ingénieurs ont mis cinq mois, en utilisant dans la

mesure du possible des techniques usuelles, pour mettre au point un prototype complet.

La protection contre la corrosion constituait un autre problème sérieux. De nombreux essais ont révélé que la vaseline offrait la meilleure protection, principalement parce qu'elle adhère bien aux surfaces métalliques. On en a donc recouvert tous les boulons, saillies et autres parties exposées de l'engin.

Toutes les pièces en acier furent recouvertes de l'enduit qu'on utilise pour les coques des navires. Elles furent d'abord entièrement décapées à l'aide d'un jet de sable puis recouvertes d'une couche de peinture primaire réactive et d'une couche de peinture à l'aluminium et aux résines vinyliques et, ensuite, de deux couches de peinture vinylique contenant un poison à base de cuivre pour empêcher que les plantes marines s'y accrochent et se développent.

Le RIP s'est révélé un succès; de nombreux problèmes et défauts se sont manifestés au début, mais furent réglés par la suite. Les pièces achetées toutes prêtes ont causé les plus graves difficultés. On a découvert, par exemple, de nombreux défauts dans la platine de l'appareil enregistreur qu'on a dû réparer ou modifier parce que l'utilisation d'un autre type d'enregistreur aurait occasionné un retard d'un an dans la pose des RIP. Les groupes fabriqués par la suite furent munis d'un autre modèle de platine. Les câbles immergés cédèrent sous l'effet de l'humidité et de l'érosion après des périodes de trois à onze mois d'immersion. On les recouvre maintenant d'un enduit protecteur différent.

Des problèmes analogues se manifestèrent en 1969 dans trois groupes d'enregistrement immergés au large des côtes de la Colombie-Britannique et de l'État de Washington.

Deux groupes dont les défauts avaient été éliminés furent immergés en 1972 dans le détroit de Lancaster et dans le détroit de Wellington, au nord de l'île Baffin; un troisième fut mouillé dans les eaux boréales pendant l'été 1973.

Pendant ce temps, les appareils devant servir à la détection des sous-marins sont «à l'état de projet» à Victoria.

## Le microscope électronique

MARGARET BRASCH

La structure de la plus petite unité de matière vivante est demeurée inconnue, jusqu'à l'invention du microscope électronique, vers la fin des années 30.

A l'aide de ce nouvel instrument, les chercheurs ont donc pu observer la structure interne de la cellule et les médecins ont pu identifier de très petites particules de virus, considérés, avec plus ou moins de certitude, comme étant la cause d'un ensemble de maladies, allant du rhume au cancer.

Trois chercheurs canadiens — MM. Cecil Hall, James Hillier, et Albert Prebus, furent largement responsables de la mise au point du premier microscope électronique en Amérique du Nord, et peut-être même en Occident. Est-il besoin d'ajouter que cette invention possède une valeur inestimable pour la recherche scientifique et médicale.

En 1935, le Dr. E.F. Burton, chef du département de Physique à l'Université de Toronto, revenait d'Allemagne où avait eu lieu une conférence, axée sur la recherche des faits scientifiques. C'est là que deux ingénieurs allemands, MM. Max Knoll et Ernst Ruschka, s'entretenaient avec lui du fait qu'il était possible de capter l'énergie de l'électron (la plus petite unité d'électricité négative) en vue de produire des images de spécimens biologiques. Le Dr. Burton revint alors au Canada, très désireux de mettre en pratique cette théorie en élaborant un modèle de microscope électronique.

Il invita alors M. Cecil Hall, qui quittait l'Université d'Alberta pour venir à Toronto en tant que boursier du Conseil national de la recherche, à faire sa thèse de maîtrise sur ce problème particulier. M. Hall gradua en 1936 et, entretemps, il avait construit un modèle rudimentaire, ressemblant à une pièce de plomberie de quatre pieds de hauteur: c'était le premier modèle opératoire de microscope électronique en Amérique du Nord. M. Hall fut immédiatement embauché par Eastman Kodak, aux Etats-Unis, pour construire de tels microscopes électroniques. Pour des raisons qu'on ignore encore, il n'a produit, à ce jour, aucun autre modèle.

Cependant, le Dr. Burton demeurait toujours désireux de ne pas laisser tomber le projet à cette étape. Il embaucha James Hillier, alors chargé de cours en physique à l'Université de Toronto et un autre albertain, boursier du Conseil national de la recherche, M. Albert Prebus. Il leur demanda de

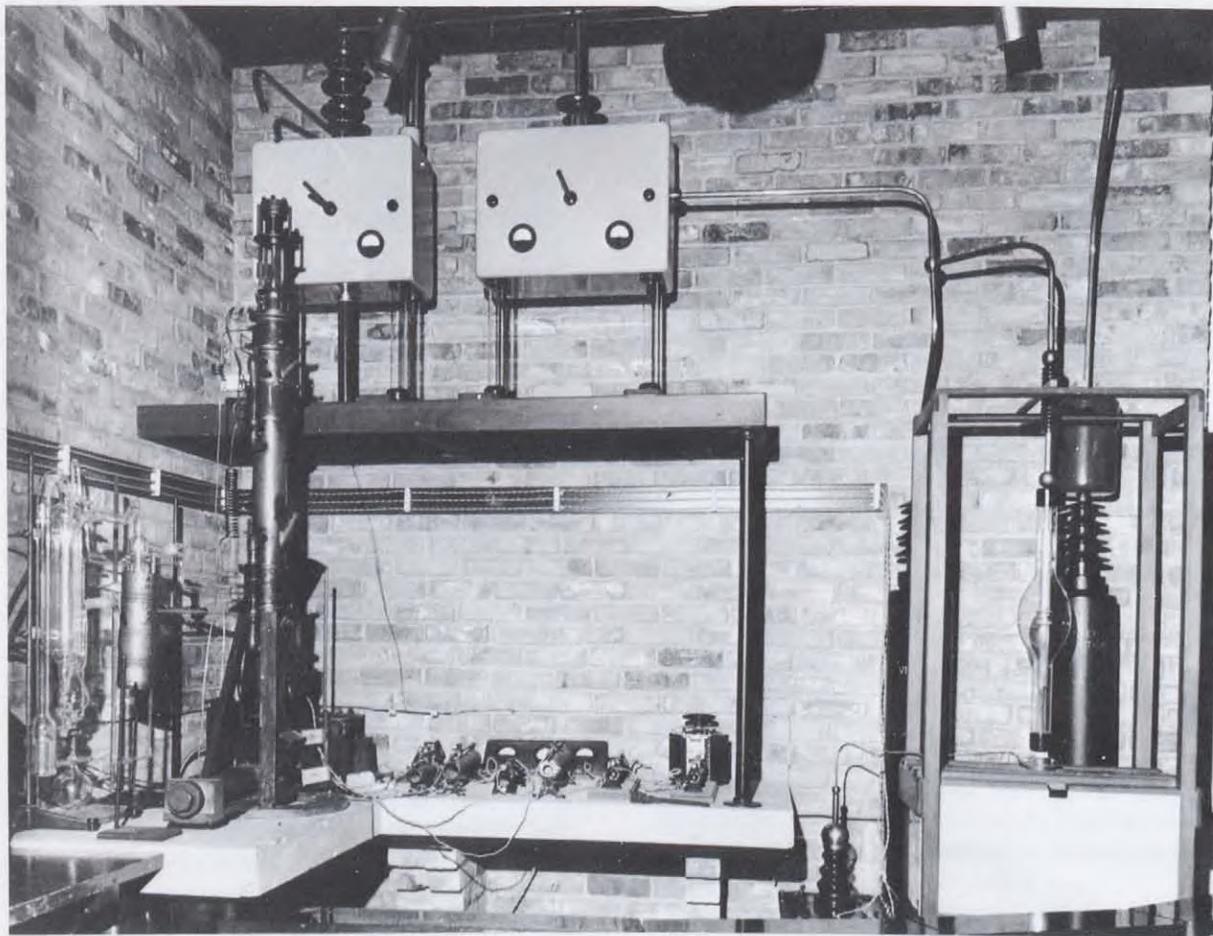
perfectionner le premier modèle fabriqué par M. Hall.

En avril 1938, l'équipe torontoise avait déjà construit deux modèles qui produisaient de bonnes photographies de spécimens biologiques et non-biologiques. Elle avait entrepris, d'une part, de corriger la tension (le «voltage») qui assurait la stabilité de l'image. D'autre part, elle avait perfectionné l'ensemble de la machinerie, afin d'accroître de 10 fois aussi bien le pouvoir d'agrandissement que le pouvoir révélateur du modèle «Hall».

Le premier modèle commercial vendu par la

compagnie RCA de Rochester — dont le vice-président actuel à la recherche et au développement est le Dr. Hillier lui-même — se détaillait 15,000 dollars. En 1973, le prix moyen des modèles, vendus par une vingtaine de compagnies à travers le monde, est de 75,000 dollars.

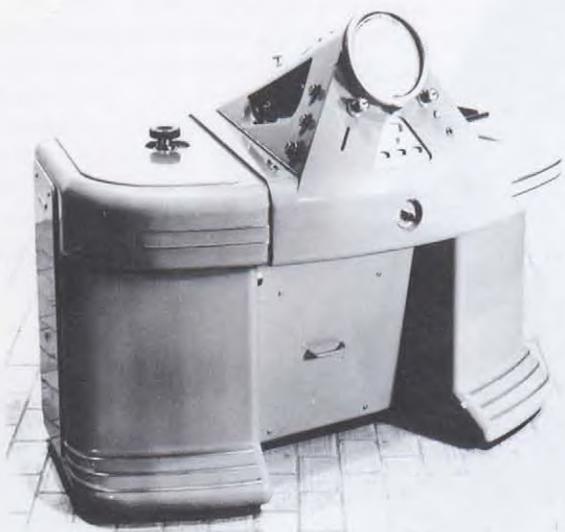
Le microscope familial de nos collègues a bien peu de ressemblances avec son nouveau cousin. Le microscope optique et le microscope électronique cherchent bien tous deux à produire des images agrandies de petits spécimens. Mais la ressemblance ne va pas plus loin.



*Assemblage, aux environs de mars 1938 à l'Université de Toronto, de la première version d'un microscope électronique à transmission à haut voltage.*



*James Hillier (à droite) et A.F. Prebus au travail avec le microscope électronique.*



*L'un des premiers microscopes électroniques disponibles sur le marché; il fait son apparition en 1950.*

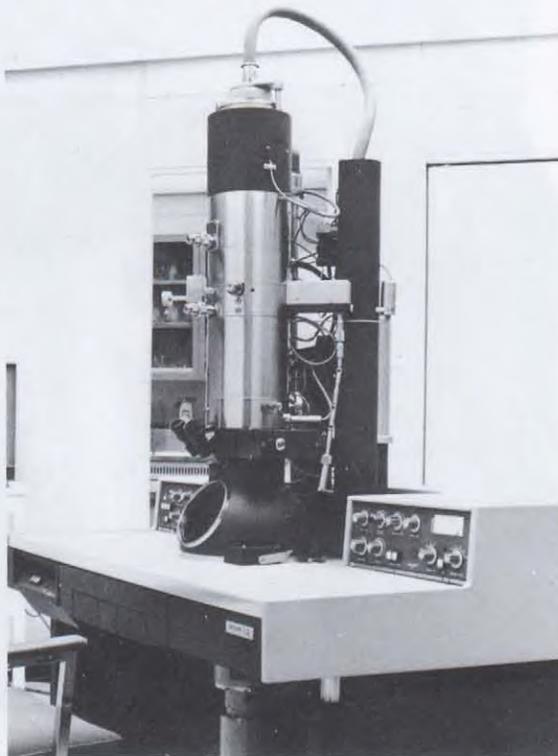
En effet, un étudiant peut installer un microscope optique sur une table, le brancher et commencer ses observations. Au contraire, pour abriter le microscope électronique et tout l'équipement attendant, (tels que la pompe à vide et le système de refroidissement), on a besoin de l'équivalent de deux petites salles de travail.

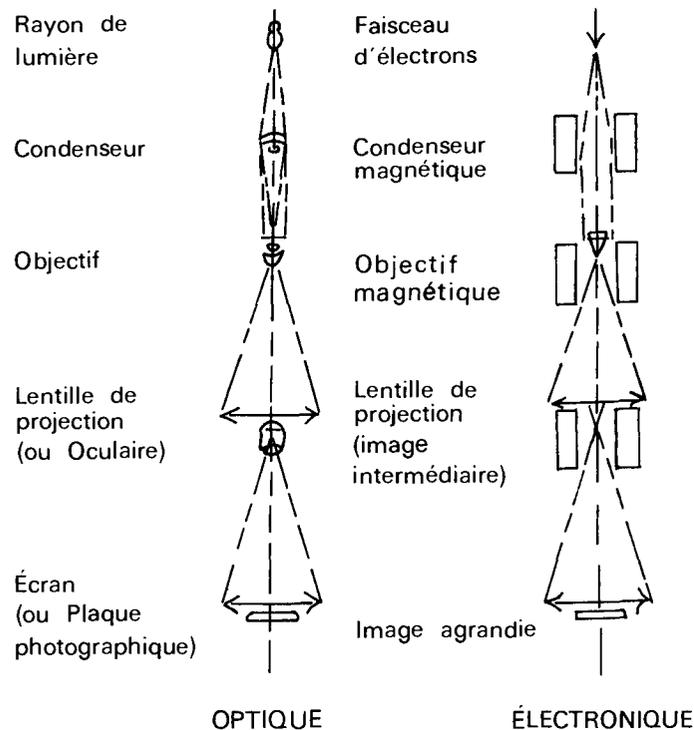
Le microscope électronique possède deux composantes distinctives majeures: la première consiste en une colonne métallique de cinq pieds, logeant les lentilles, le fusil à électrons, le porte-spécimen et les plaques photographiques. La seconde est une console dont les multiples cadrans permettent de contrôler l'image et d'accroître à volonté soit son intensité soit sa grandeur.

A cause de sa nature complexe, le microscope électronique doit être manipulé avec beaucoup d'attention. De plus, un chercheur doit patienter environ une demi-heure avant d'y faire ses premières observations. D'abord, tout l'air présent dans l'appareil doit être évacué afin d'éviter la dispersion excessive des électrons par les molécules de gaz ambiants; ensuite, seulement, le spécimen et les plaques photographiques peuvent être insérés dans la colonne métallique; enfin, l'air doit être de nouveau évacué.

Avec le microscope optique, les contrastes sont

*Ce microscope électronique moderne permet un examen 300 fois plus précis qu'un microscope optique très puissant.*





*Ce schéma nous montre le cheminement d'un rayon de lumière dans un microscope optique et égale-*

*ment le cheminement d'un faisceau d'électrons dans un microscope à électrons.*

obtenus par le fait que les diverses parties du spécimen observé absorbent plus ou moins les rayons lumineux. Avec le microscope électronique, par ailleurs, ces contrastes résultent de la dispersion des électrons à travers les multiples éléments qui composent le spécimen. (Disons, en passant, qu'en 1924 on a découvert que les électrons pouvaient se déplacer par ondes et qu'ils suivaient alors les lois reconnues par la mécanique des ondes, applicables à la lumière).

L'image de la dispersion qui s'effectue, lorsque les électrons passent à travers la matière, n'est pas visible à l'œil nu. Pour permettre la perception et l'observation des détails du spécimen, l'image est projetée sur un écran fluorescent. Pour recueillir ces détails, en vue d'une analyse postérieure, on enregistre sur les plaques photographiques des parties sélectionnées de l'image. La photographie

qui en résulte est appelée une microphotographie par électrons.

Dans le microscope optique, les rayons lumineux, issus d'une lampe située à la base de l'instrument, sont rassemblés, condensés sous forme de cône et concentrés sur le spécimen, par une série de lentilles de verre. Mais, puisque les électrons ne peuvent être captés dans le verre, le microscope électronique doit être muni de lentilles ou champs électromagnétiques. Les électrons, émis par un délicat filament de tungstène — le fusil à électrons — sont accélérés, déviés et finalement concentrés sur le spécimen, par une série de ces champs magnétiques. En ajustant la force du courant électrique, l'observateur peut faire varier aussi bien la netteté que la grosseur de l'image.

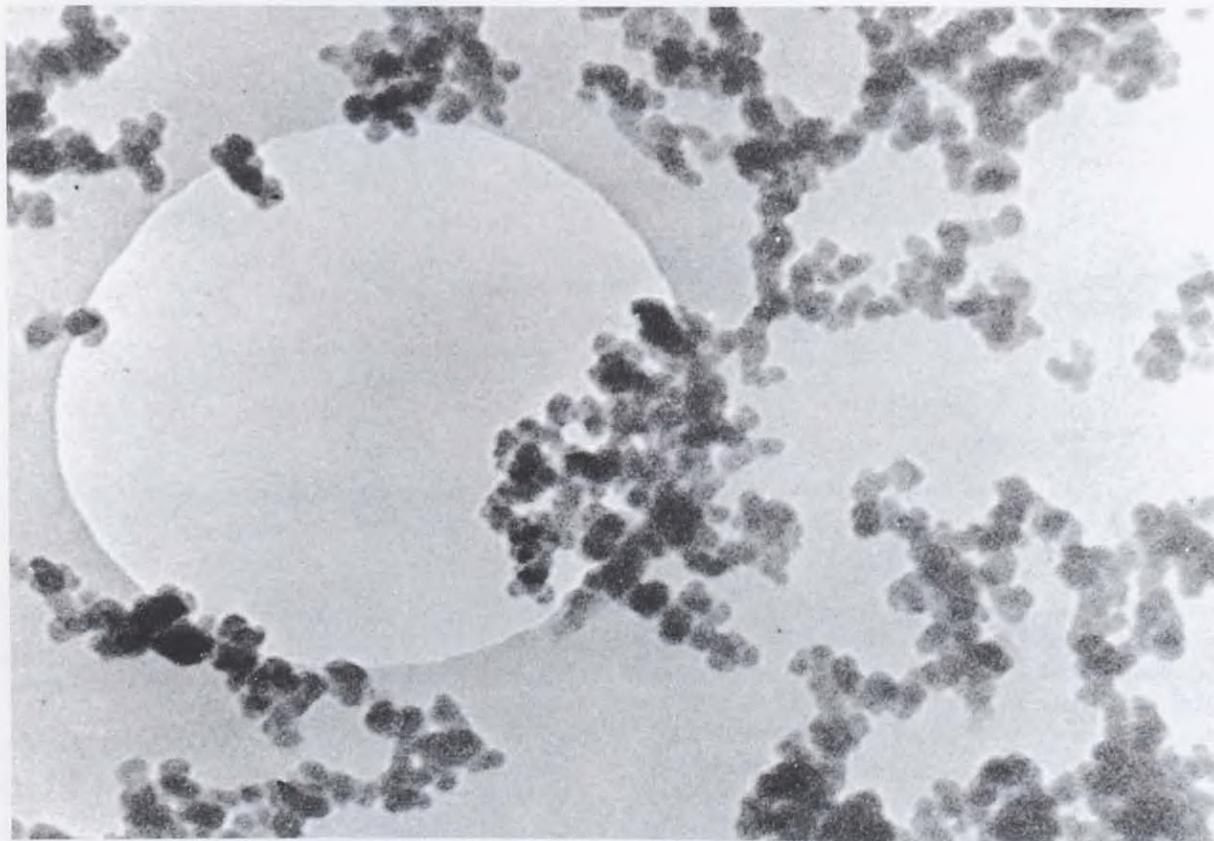
Les premiers modèles, conçus par MM. Hall, Hillier et Prebus, et mis en opération vers 1940,

pouvaient produire des images 1,500 fois plus grandes que leurs spécimens, ce qui constituait une légère amélioration par rapport au microscope optique existant.

En 1973, le meilleur microscope optique peut fournir une image 2,000 fois plus grande que son spécimen. Mais le microscope électronique perfectionné, pourrait, en principe, fournir un agrandissement de un million de fois. En pratique, toutefois,

La qualité la plus importante de tout microscope demeure son pouvoir révélateur. On peut définir ce pouvoir comme étant la plus petite distance perceptible entre deux points (ou deux lignes). L'oeil humain, par exemple, possède un pouvoir révélateur de 0.01 centimètre: il peut donc distinguer deux points séparés par une distance aussi minime que 0.01 centimètre.

Ainsi, nous pouvons voir les veines sur l'aile



*Cette microphotographie électronique prise en 1939 montre les taches de noir de carbone déposées sur une membrane collodionnée (agrandisse-*

*ment au 100,000e). Le pouvoir séparateur est d'environ 4 milliardièmes de pouce.*

les agrandissements utiles se situent entre 50,000 et 200,000 fois leur spécimen. Avec un tel pouvoir, une fourmi, observée au microscope électronique, pourrait avoir l'allure d'un dinosaure de l'époque préhistorique.

d'une mouche, mais il nous est impossible d'y percevoir une cellule individuelle; nous distinguons bien un cheveu, mais nous ne pouvons voir, par ailleurs, les glandes qui rendent les cheveux parfois très gras; nous voyons bien nos ongles, mais notre

oeil ne peut discerner les couches épidermiques qui leur donnent leur solidité.

Avec des coupes de tissu aussi minces que 0.05 micron (80 millions de fois plus petites qu'un pouce), sectionnées à l'aide d'un microtome, le microscope électronique peut révéler des points séparés par cinq Angstrom (5 Å) seulement, c'est-à-dire par une distance 500 millions de fois plus petite qu'un centimètre. Le modèle torontois possédait, à son meilleur, un pouvoir révélateur de 100 Å.

Bien que le microscope électronique ait donné la preuve de sa valeur scientifique et commerciale, le Canada n'en a jamais fait un produit commercial avant 1974. Au moment de sa mise au point, le Canada, en effet, était en guerre et d'autres objectifs industriels devaient obtenir la priorité. De plus, les industries canadiennes préposées à la recherche scientifique n'en étaient qu'à leurs tout premiers pas.

«Nul d'entre nous, affirme le Dr. Prebus, actuel-

lement professeur de physique des états solides à l'Ohio State University, n'a été sollicité par une compagnie canadienne capable d'assumer financièrement ce projet — Nous n'en avons pas cherché nous-mêmes — il semble que les États-Unis ont toujours été dans une situation économique leur permettant d'assumer de tels risques.»

Le Dr. Hillier ajoute, de son côté: «Nous aurions eu besoin de 200,000 dollars pour mettre ce projet à exécution — Le Dr. Prebus et moi-même avons songé, un instant, à nous lancer dans les affaires. Mais, en tant que nouveaux gradués, nous pouvions difficilement nous permettre ce luxe.»

La liste des connaissances acquises grâce à ce nouvel instrument demeure imposante: la configuration des virus et leur mode de reproduction; la stratification des rochers; l'organisation des dépôts fossilifères demeurés inconnus pendant des milliers d'années; l'infection des cellules par les virus pouvant causer le cancer; la formation des matières cristallines. Et la liste ne cesse de s'allonger.

## La collecte sous-vide

CLAUDE BONENFANT

«En caravane, allons à la cabane...»

Les habitués des parties de sucre connaissent bien ce refrain. Cependant les occasions de participer à ces joyeuses excursions, qui célèbrent le «temps des sucres», se font désormais de plus en plus rares. Et pourtant, qui ne raffole pas de ces produits recherchés? On peut, à défaut de mieux, se les procurer dans un supermarché et les déguster chez soi. Si on en trouve!

Même si l'industrie québécoise de l'érable possède le monopole du marché (les érablières du Québec produisent 80 pour cent du sirop d'érable et de ses dérivés vendus dans le monde), elle a pourtant connu un déclin vers la fin des années soixante. De 1968 à 1971, la production n'a pu répondre à la demande du marché. Les sucriers, c'est ainsi qu'on nomme les fabricants des produits de l'érable, abandonnent leurs érablières en grand nombre. Les méthodes d'extraction et de traitement de l'eau d'érable sont trop désuètes (dans certaines régions, le nombre d'érablières abandonnées équivaut à 70 pour cent).

C'est dans l'optique d'une relance de l'industrie de l'érable qu'une nouvelle méthode pour l'extraction de la sève a été mise au point par M. Désilets du Département de Génie rural de l'université Laval. Les recherches ont été faites en étroite collaboration avec la division de l'acériculture (la culture de l'érable) du ministère de l'Agriculture du Québec.

A l'érablière expérimentale de St-Norbert d'Arthabaska, les recherches sur la collecte sous-vide (système vacuum) ont commencé en 1969. Cette nouvelle technique n'a pas pour simple but d'acheminer mécaniquement la sève depuis l'arbre jusqu'à la bouilloire, mais elle vise aussi à augmenter la productivité, en aidant l'érable à libérer son eau sucrée.

Voici les principales caractéristiques du système de collecte sous-vide. Au lieu des traditionnels seaux pour recueillir l'eau, on se sert de tuyaux de plastique, flexibles, qui sont connectés au chalu-meau. Ces nombreuses ramifications sont jointes à un tuyau collecteur qui devra acheminer l'eau jusqu'à la cabane. L'eau est tirée par une pompe à vide (vacuum) qui fournit une pression négative dans toute la tubulure. Elle crée ainsi une succion qui force l'écoulement.

Entre le tuyau et la pompe, une cloche à vide

recueille la sève. Un mécanisme permet à la cloche, une fois remplie, de se déverser, tout en maintenant un vide constant, dans le réservoir qui alimente la bouilloire.

Le première partie de ce système, soit le système de tubes, avait été mise de l'avant il y a une dizaine d'années par l'université du Vermont et mise en application à la ferme expérimentale et chez quelques sucriers d'avant-garde. Ce système servait uniquement au transport de l'eau, celui-ci s'effectuant par le phénomène de la gravité.

L'érablière expérimentale du ministère de l'Agriculture applique le système vacuum afin d'augmenter la production; le transport se faisant par gravité, on peut mesurer, de façon sûre, la valeur du système de succion en vue d'établir des normes pour le choix des pompes à vide, des tubes et des divers appareils.

D'après les résultats des différentes études, il ressort que l'utilisation d'un tube d'assez gros diamètre est préférable, soit d'un pouce et demi environ. De même, on recommande un vide élevé de 20 pouces de mercure, ou plus, en dessous de la pression atmosphérique. Le débit d'air est d'environ 7.8 pieds cubes par minute pour un total de mille entailles et augmente proportionnellement au nombre d'entailles.

Les pompes et les cloches, utilisées à l'érablière expérimentale ainsi que dans quarante érablières privées équipées de ce nouveau système en 1973 (ce nombre triplera en 1974), sont celles qu'on utilise couramment dans les parloirs de traite (trayeuses à vaches), ce qui assure une disponibilité et un service à travers tout le Québec. Là où il ne peut pas y avoir d'électricité, la technique de collecte sous-vide peut être pratiquée en utilisant une pompe à essence.

Selon M. Désilets, de l'université Laval, et M. Jean Guilbault, du ministère de l'Agriculture, la collecte sous-vide augmente de façon sensible la quantité de sève récoltée, surtout lorsque le rendement est déjà faible, et ceci, sans dommage apparent aux érables. En 1971, à la ferme expérimentale, on a récolté quelque 3.72 livres de sirop par entaille, alors que la production moyenne pour l'ensemble de la province avait été de 1.20 livre par entaille.

Le rapport des essais de 1972 montre une

augmentation du même ordre, soit 154.4 pour cent de plus que l'ensemble de la province. Une enquête, menée par l'agronome Moïse Cossette, chez des sucriers « pionniers », dans plusieurs comtés, démontre une augmentation similaire. Il en déduit, selon les observations des sucriers, que, avec le système de collecte sous-vide, la saison débute plus tôt, la journée de coulée est plus longue et, par temps sombre, les érables coulent alors qu'il n'y a pas une goutte dans les érablières « traditionnelles ».

Mais il y a aussi la qualité, direz-vous! La conclusion des rapports de l'érablière expérimentale ainsi que de nombreux témoignages assurent que l'application du système de pompe à vide ne réduit en rien le pourcentage en sucre de la sève. Bien plus, la qualité du produit est améliorée; ce qui a l'heur de plaire aux producteurs, car ils sont payés sur la base d'une classification de leurs produits. Des nouveaux critères de propreté sont assurés: la sève n'a pas à être manipulée et elle est à l'épreuve des intempéries et des corps étrangers qui, selon la méthode traditionnelle, pouvaient tomber dans le seau. La sève étant acheminée rapidement vers la cabane, on n'a plus à subir ces pertes causées par des eaux vieilles ou jaunies.

D'après l'expérience de l'érablière de St-Norbert et de plusieurs autres, il appert que là où, avec le système traditionnel, il fallait trois ou quatre hommes pour la cueillette de l'eau d'érable, avec le système de collecte sous-vide, un seul homme suffit pour une érablière de 3,000 ou même 4,000 entailles. Son travail en est un de surveillance avant tout, mais aussi de fabrication du sirop.

Cette réduction importante de la main-d'œuvre ainsi que l'augmentation de la production de l'érablière compensent l'investissement élevé que représente l'installation du système. Ce sont, bien entendu, les tubes qui coûtent le plus cher, étant donné la quantité requise pour connecter un grand nombre d'arbres. L'installation représente une mise de fonds allant de \$ 1.00 à \$ 1.25 par entaille. Ce n'est pas si élevé quand on songe que l'équipement traditionnel (chalumeau, seau, couvercle) revient à peu près à dix cents moins cher. Le coût de la pompe et de la cloche est comparable à l'achat d'un bon cheval.

Le système peut être installé en tout temps de

l'année. Cependant, il est préférable d'en faire l'installation en été ou en automne pour un accès plus facile à l'érablière. De plus, la préparation du terrain, la mise en place des tuyaux et l'émondage, s'il y a lieu, s'en trouveront facilités.

La tubulure reste dans la forêt à l'année longue. Toute fuite dans un tube est facilement repérable au bruit qu'elle occasionne quand le système est en fonction. A la fin de la coulée, il n'y a que le désentaillage à faire et des bouchons à fixer aux tubes, après les avoir soigneusement lavés. Pour ce faire, on pousse sous pression une solution nettoyante, en sens inverse de la coulée. Bien lavés, les tubes n'offrent aucun attrait pour les écureuils ou autres rongeurs.

Ce procédé inaugure une nouvelle ère pour les quelques 10,000 érablières du Québec. L'industrie de l'érable, qui représentait en 1973 un chiffre d'affaires de quelque 15 millions de dollars, saura sans doute mettre à profit cette nouvelle technique d'extraction de l'eau d'érable. Une action de la part du gouvernement, comme cela avait été le cas pour la promotion, dans ce même secteur, de l'utilisation des chaudières en aluminium, aurait certainement un effet bénéfique sur l'application de ce nouveau procédé et, par conséquent, sur la production globale de l'industrie de l'érable. Mais il est à souhaiter, comme le souligne M. Désilets, que l'érablière conserve son caractère folklorique, ne serait-ce que pour les touristes, ou pour ceux qui ont encore envie d'une bonne partie de sucre.

## Téléfluoroscopie

DIANE HILL

Lorsque le Dr. Albert Jutras, un radiologiste québécois, parle de la répugnance de ses collègues à accepter le changement, il parle en connaissance de cause car sa longue expérience est là pour le prouver.

Au début des années 1950, le Dr. Jutras a uni la technologie de la radiographie à celle de la télévision pour produire un appareil fluoroscopique qui est devenu, 20 ans plus tard, un équipement standard dans les grands hôpitaux du Canada et de l'étranger.

Dès le début, l'appareil de téléfluoroscopie du Dr. Jutras promettait de rendre l'examen radiographique plus sûr et plus facile tant pour le malade que pour le médecin. Il offrait également la possibilité d'obtenir un diagnostic plus rapide et plus exact pour certaines maladies et semblait apte à devenir un autre outil utile pour l'enseignement de la médecine.

Malgré toutes ces possibilités, il a fallu plusieurs années au Dr. Jutras pour convaincre même une seule société de fabrication d'équipement médical que son appareil de téléfluoroscopie était vendable et pour persuader ses collègues que celui-ci fonctionnerait. Il semble difficile aujourd'hui de comprendre cette résistance vis-à-vis de l'invention du Dr. Jutras. En utilisant l'appareil, les médecins n'étaient plus obligés de passer de longues heures dans les salles sombres de radiographie et de s'exposer au rayonnement secondaire nuisible en faisant prendre aux malades la position appropriée pour l'examen radiographique. Ils pouvaient, grâce à l'appareil, contrôler l'examen radiographique à partir d'une salle de commande voisine, examinant sur un écran de téléviseur ce qu'ils leur faudrait, autrement, observer de l'intérieur d'une salle de radiographie.

Par rapport aux méthodes régulières de radiographie, l'appareil permet de réduire de un dixième la période d'exposition du malade au rayonnement. Il permet un examen rapide du problème. L'ancienne méthode nécessitait souvent de longues périodes pour faire prendre la position voulue au malade et la prise d'une série de radiographies à forte dose de rayonnement.

Lorsque le magnétoscope fut perfectionné, il devint possible de reproduire immédiatement des images enregistrées et d'obtenir instantanément les

résultats de l'examen radiographique. Pour la première fois, les rayons X pouvaient être utilisés pour le diagnostic dans les cas d'urgence, puisque les médecins n'avaient plus à attendre que les photos soient développées. Les bandes magnétoscopiques peuvent aussi être conservées et être montrés plus tard en circuit fermé à des groupes d'étudiants, ce qui leur permet de voir en action le comportement des organes malades.

Finalement, le téléfluoroscope permet d'améliorer le diagnostic dans certains cas, comme les troubles cardiaques ou gastro-intestinaux. La projection animée donne une vue complète de l'état d'un organe, tandis que la photo conventionnelle ne capte que des moments isolés et le mouvement est laissé à l'imagination du médecin.

Grâce aux bandes magnétoscopiques, il est possible à plusieurs médecins de se consulter pour un diagnostic, sans avoir à s'en remettre à la description du problème par l'un d'eux pour obtenir la plupart des renseignements.

Éviter au médecin le désagrément et les dangers possibles de la salle de radiographie avait été la première préoccupation du Dr. Jutras depuis les années 1930, mais plus d'une décennie devait s'écouler avant que ce but se réalise.

En 1948, le dispositif qui a rendu possible le téléfluoroscope du Dr. Jutras est apparu sur le marché. Appelé un intensificateur d'images, il a été mis au point aux États-Unis afin d'éclaircir les radiographies.

Les rayons X ont une longueur d'onde d'environ un dix-millième de celle de la lumière. Cette longueur d'onde extrêmement courte leur permet de pénétrer des substances qui absorbent ou réfléchissent la lumière. Certains objets, tels les os humains, ne peuvent être pénétrés par les rayons X, ce qui donnent des ombres sur les photographies.

Au tout début, il y avait très peu de contraste entre les sections claires et foncées et les photos n'étaient pas nettes. L'intensificateur d'images a éclairci d'environ 5,000 fois les photos sortant de l'appareil, et a permis de produire des images plus nettes, présentant un plus grand contraste entre les sections claires et foncées.

Puisque l'intensificateur était logé à l'intérieur de l'appareil de radiographie, le médecin pouvait

finalement travailler dans une salle éclairée. Toutefois, pour voir l'image et s'assurer d'avoir une photographie d'un organe au moment et sous l'angle désirés, il devait se tenir tout près du malade et regarder l'image intensifiée dans l'appareil à travers deux petits trous.

Le Dr. Jutras a essayé plutôt de capter la nouvelle image plus brillante au moyen d'une caméra de télévision, contrôlant l'appareil à partir d'un pupitre de commande placé dans une salle voisine.

Au début des années 1950, il a assemblé un système de télévision très simple en circuit fermé qui a fonctionné. Puisqu'il avait prouvé que même un équipement grossier pouvait transmettre des radiographies sur un écran de téléviseur, le Dr. Jutras a jugé l'appareil vendable et a entrepris de convaincre deux fabricants d'intensificateurs d'images que la télévision pouvait fonctionner avec leur appareil de radiographie.

Au début, il n'a pas réussi. Enregistrer des radiographies avec une caméra de télévision plutôt qu'utiliser des photos conventionnelles, nous a-t-il expliqué, était un concept entièrement nouveau. Selon les sociétés, c'était comme se rendre sur la lune. Elles trouvaient le projet trop futuriste, et la télévision trop primitive.

Après avoir essuyé un refus de la part des dirigeants de la Westinghouse Ltd. des États-Unis, le Dr. Jutras s'est rendu aux Pays-Bas pour rencontrer les représentants de la Philips Electronic Equipment Ltd. Au début, ceux-ci n'étaient pas convaincus que l'appareil était possible. Toutefois, après deux années de réflexion et d'autres visites du médecin québécois, la Philips consentit à fabriquer l'appareil qu'il avait conçu.

Il était destiné à l'hôpital Jean-Talon de Montréal où le gendre du Dr. Jutras, le radiologiste Guy Duckett, avait persuadé l'administration de l'hôpital de la valeur de l'appareil. Sa fabrication, financée grâce à des subventions accordées à la santé par des organismes fédéraux et provinciaux, a coûté \$60 000. L'appareil est parvenu à Montréal à la fin de 1957, et en très peu de temps il était utilisé couramment dans l'hôpital.

L'ensemble comprenait une table d'examen motorisée, sous laquelle était montée une caméra de télévision, et au dessus de laquelle était suspendue la source de rayons X. La table, la source et la

caméra étaient montées sur un rail circulaire sur le mur de la salle d'examen, ce qui permettait aux techniciens de déplacer l'unité entière d'une position horizontale à une position verticale en pressant sur un bouton du pupitre de commande.

De la salle de commande, le radiologiste pouvait surveiller les manoeuvres dans la salle d'examen à travers une fenêtre en verre au plomb et examiner la radiographie elle-même sur un écran de téléviseur.

Selon le Dr. Jutras, ce n'est qu'en 1959 que d'autres sociétés ont commencé à accepter le principe d'unir l'équipement de télévision à celui de la radiographie. Même parmi les radiologistes, l'idée de la téléfluoroscopie s'est répandue lentement.

L'année après que son appareil eût obtenu le prix annuel à l'exposition de la Société médicale de Montréal au début de 1958, le Dr. Jutras a assisté au neuvième congrès international de radiologie à Munich. À sa surprise, il a alors entendu un conférencier de l'Université Johns Hopkins des États-Unis déclarer que la téléfluoroscopie des régions abdominales était impossible.

Aux dires du Dr. Jutras, la raison n'était pas qu'il était difficile d'associer la technologie de la télévision à celle de la radiographie. «Les radiologistes, dit-il, ne voulaient pas se départir de leurs vieilles habitudes mentales et n'acceptaient aucun changement.»

Après avoir déclaré aux délégués qu'il faisait, avec succès, l'examen des régions abdominales au moyen d'un ensemble de télévision depuis tout près d'une année, «des centaines de radiologistes sont venus au Québec pour voir l'appareil,» dit-il.

Aujourd'hui, la plupart des fabricants d'équipement médical en Europe et en Amérique du Nord produisent un modèle du téléfluoroscope. Souvent, l'équipement de télévision peut être séparé de

l'appareil radiographique standard. L'intensificateur d'images et l'équipement de télévision coûtent habituellement environ \$35 000 et l'appareil radiographique standard environ \$30 000.

L'ensemble fait maintenant partie de l'équipement standard dans les grandes villes canadiennes. Selon les représentants d'une grande société d'équipement, il y aurait environ 70 téléfluoroscopes au Canada en 1973, et c'est au Québec qu'il y aurait le plus fort pourcentage d'unités par rapport au nombre de lits d'hôpitaux.

Les appareils, estime-t-on, sont encore beaucoup plus répandus en Europe. Selon les représentants des sociétés d'équipement, parmi les pays du monde occidental, c'est en France qu'il y a le plus fort pourcentage d'unités par rapport à la population: il s'y trouve plus de 500 téléfluoroscopes.

La plupart des machines au Canada sont utilisées pour surveiller les séances de thérapie par rayonnement, pour enseigner la médecine, pour étudier les troubles cardiaques et gastro-intestinaux, et pour surveiller certaines interventions chirurgicales, telles que la réparation d'une fracture de la hanche. Cependant, n'importe quel travail de radiographie peut être effectué au moyen du téléfluoroscope. Ses applications sont presque illimitées, selon le Dr. Jutras.

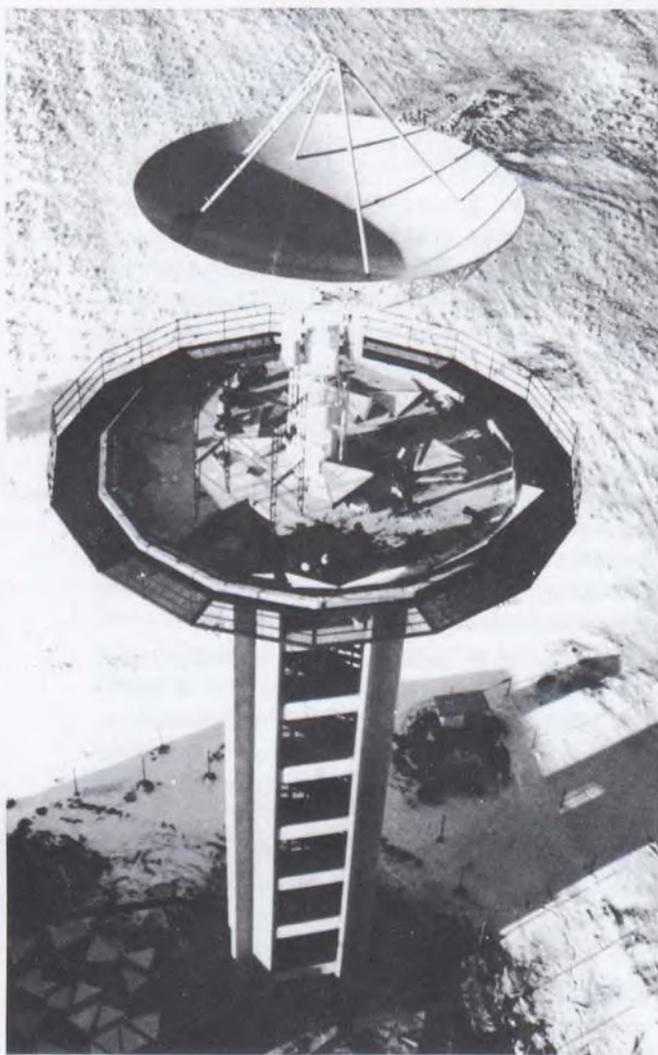
À son avis, le concept a été pleinement réalisé, les outils ont été créés, et il n'y a pratiquement rien à ajouter.

Le Dr. Jutras n'a pas obtenu de brevet pour son invention car il ne croit pas à l'efficacité des brevets pour les inventions dans le secteur médical. Plutôt que de profiter de son invention, il a dit qu'il avait consacré de son temps et perdu de l'argent pour voyager afin de promouvoir le téléfluoroscope.

Le Dr. Jutras exerce la profession de radiologiste depuis 1926. Bien qu'il soit censé avoir pris sa retraite, il pratiquait encore en 1973 dans la petite ville d'Amos (Québec) où il demeure.

## Échos météo

MARTIN McCORMACK



*L'observatoire météorologique McGill au cours de la dernière phase de sa construction qui a pris fin en 1968. Au faîte d'une tour d'une hauteur de 86 pieds, l'antenne parabolique peut détecter une chute de neige ou de pluie de 0,004 pouces à l'heure à une distance de 100 milles.*

Au cours de la Seconde guerre mondiale, lorsque le radar n'était utilisé qu'à des fins militaires, les opérateurs surveillaient avec anxiété sur leur écran les pulsations des minuscules points limineux causés par les navires et les avions. Les taches plus larges et plus floues, connues sous le nom « d'échos météo » étaient tout simplement un embêtement.

Cependant, après 30 années de travail, par une association de météorologues canadiens appelés le Stormy Weather Group, ces taches brillantes et de forme irrégulière sont maintenant l'objet de la plupart des recherches météorologiques au Canada.

Aujourd'hui, lorsqu'un orage ou une tempête de neige frappe la région de Montréal, Ottawa et Québec, il y a de fortes chances que le phénomène météorologique soit sous la surveillance radar du groupe; et il est fort probable que les antécédents de cet orage ou de cette tempête (son développement et ses progrès dans un rayon de 120 milles autour de Montréal) se trouvent sur film ou sur bande d'ordinateur à des fins de références futures.

Le Stormy Weather Group, qui en 1973 comprenait neuf scientifiques, est l'association canadienne la plus ancienne à étudier la météo par radar. Depuis 1956, le groupe a mené, sur la grêle, des recherches qui comptent parmi les plus précises au monde, dans le cadre de son programme d'étude de la grêle en Alberta. Depuis 1943, au cours de ses études de l'Est du Canada, le groupe a mis au point un système, utilisant le radar, si perfectionné qu'il peut, toutes les cinq minutes, transmettre au bureau météorologique de Montréal, à l'aéroport de Dorval, une carte révisée des précipitations atmosphériques.

Ces cartes, une aide utile pour les prévisions météorologiques, constituent l'étape finale d'un processus technique qui comprend le balayage du ciel par un faisceau radar tournant, pour y détecter la pluie, la neige ou la grêle. Le processus est basé sur le fait que les accumulations de précipitations dans le ciel réfléchissent les ondes radar.

Les ondes réfléchies, ou échos, reviennent à l'antenne parabolique du radar et sont converties en impulsions électriques. Ces impulsions créent des taches brillantes et floues sur un écran fluorescent qui indique l'intensité de l'écho ainsi que son point d'origine dans le ciel.

En 1943, deux scientifiques canadiens, MM. J.

Tuzo Wilson, alors directeur de la Recherche opérationnelle pour les Forces Armées canadiennes, et D.C. Rose, alors chef du groupe de recherche opérationnelle des Forces Armées ont jugé que le radar pourrait être utilisé pour étudier la structure des orages et des tempêtes et pour suivre leurs mouvements. Ils ont mis sur pied le projet Stormy Weather, avec le physicien John Stewart Marshall à sa tête.

Le Stormy Weather Group, toujours dirigé par M. Marshall, a perfectionné l'utilisation météorologique du radar à un point que personne n'aurait imaginé possible en 1943, ceci à un coût total d'environ 3.5 millions de dollars. Aujourd'hui, le radar peut distinguer la pluie de la neige et de la grêle. Il peut servir de pluviomètre géant et mesurer combien de pouces tombent sur une région d'une superficie pouvant atteindre jusqu'à 40,000 milles carrés.

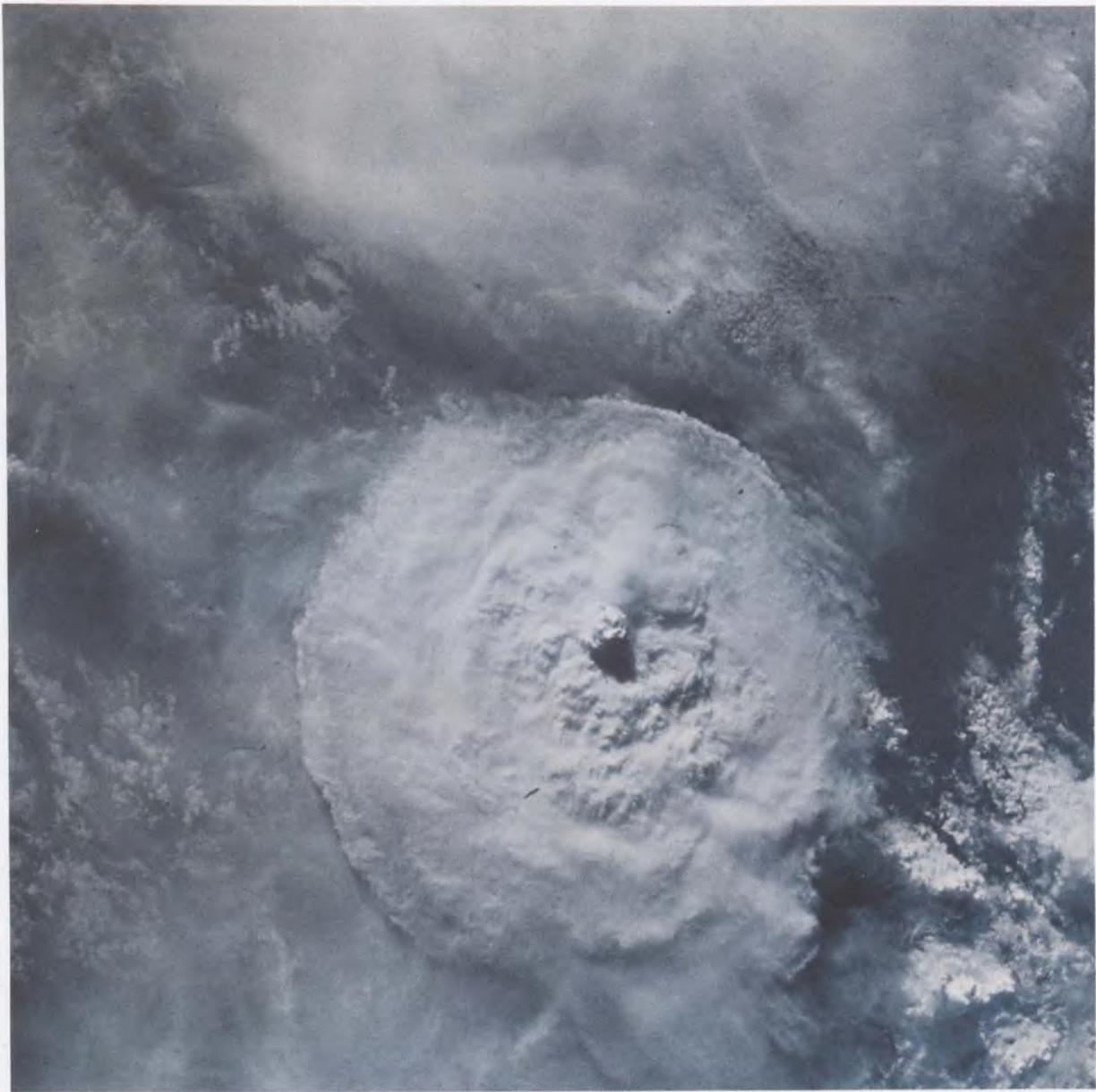
Le radar peut disséquer une tempête et l'analyser sous forme d'une série de sections verticales ou horizontales. Il peut révéler la formation d'une nouvelle zone de basse pression et distinguer sans erreur les averses légères des orages.

L'installation la plus récente du Stormy Weather Group, le Centre d'observation météorologique radar de McGill qui a été terminé en 1968, peut détecter des chutes de pluie ou de neige de l'ordre de 0.004 pouce par heure, dans un rayon de 120 milles autour de Montréal. Selon M. Marshall, cette région connaît des précipitations une journée sur trois.

Lorsqu'une zone de précipitation est détectée, le Centre d'observation commence à l'examiner attentivement et à envoyer des cartes au bureau météorologique de Montréal. Chaque carte est en quatre nuances de gris pour indiquer la quantité relative de pluie dans les nuages à basse altitude. La forme et la hauteur des nuages sont indiquées par des courbes semblables aux courbes de niveau des cartes topographiques.

Lorsque la précipitation s'éloigne de la région de Montréal, Ottawa et Québec, la production de carte s'arrête automatiquement. Elle ne recommence pas avant l'arrivée de la prochaine tempête.

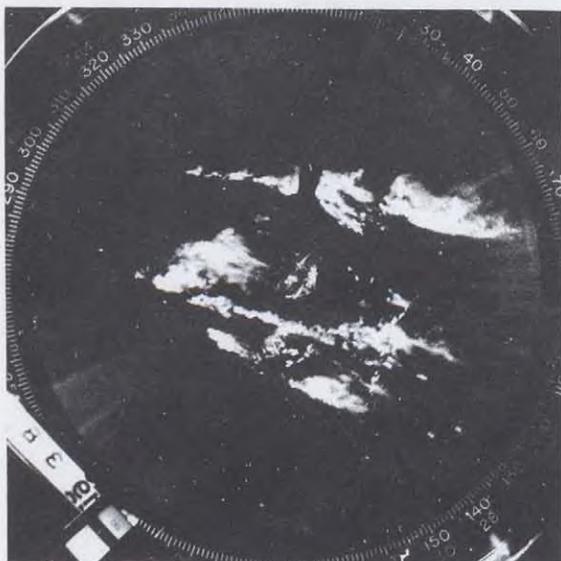
Même si ces cartes peuvent être très utiles pour la prévision à court terme, on a mis surtout l'accent



*Ce gros orage sud-américain a un diamètre d'environ 60 milles. A l'intérieur de la masse circulaire de nuages se trouvent de plus petites masses. Les perturbations les plus violentes qui accompagnent l'orage (grands vents, tonnerre et éclairs) sont provoquées habituellement par ces petites masses.*



*Au premier plan, des nuages clairsemés recouvrent la Floride alors que plus au nord, apparaît un front orageux. On compare souvent les fronts orageux à des bancs d'air froid pénétrant dans de l'air chaud et humide. La plupart des orages qui se produisent à une haute altitude ont la forme d'une enclume. Cette forme plate se manifeste habituellement à une altitude allant de 25,000 à 40,000 pieds.*



*Les bandes est-ouest d'orage apparaissent sur l'indicateur panoramique de l'observatoire météorologique McGill près de Montréal. La photo, qui montre l'écho de précipitation sur une carte d'un rayon de 125 milles centré sur le radar, a été prise le 8 août 1968 à 19h 38. Les bandes de précipitations ont une longueur approximative de 150 milles.*

*Au centre de la photo, figurent des points brillants «d'échos du sol» provenant de la région urbaine de Montréal. Les montagnes Adirondack apparaissent comme des masses relativement solides à 40 milles au sud, et les montagnes Vertes à 80 milles au sud-est.*

sur l'utilisation du radar pour améliorer les prévisions météorologiques 48 heures à l'avance. Pour ce travail, il est important de déterminer les tendances qui se développent dans une grande région, telles que les averses dispersées qui souvent s'agglomèrent pour former des zones assez considérables de pluie persistante ou de bandes distinctes d'orages.

Ces cartes de précipitation sont aussi utilisées pour la prévision des conditions atmosphériques afin que les pilotes puissent éviter, autant que possible les averses et les orages. C'est dans ce dernier domaine que le radar s'est révélé tout particulièrement utile.

Selon M. Marshall, les prévisions obtenues avec le radar devraient être utilisées plus souvent par les médias d'information, tout particulièrement la télévision, afin d'avertir les personnes à l'écoute des averses et des tempêtes soudaines. Cependant, les prévisions de la météo basées sur les observations par radar ne sont télédiffusées de nos jours que dans les cas de possibilité de grêle ou de vents violents.

Au Canada, c'est au centre de l'Alberta que la grêle présente le problème le plus sérieux; chaque été de violentes tempêtes de grêle causent beaucoup de dommages aux récoltes. En conséquence,

en 1956 débuta un projet d'étude conjoint fédéral-provincial sur les orages accompagnés de grêle en Alberta à 75 milles au nord de Calgary, sous la direction du Stormy Weather Group, pour étudier ces tempêtes dans l'espoir d'arriver un jour à les empêcher. Depuis 1956, ce groupe d'étude s'est servi d'une unité de radar du CNR à Penhold. Les 24 membres de l'équipe qui étudient la grêle en Alberta examinent la taille et la concentration de la grêle, la nature des échos qu'elle produit et la configuration des chutes au sol.

Le projet le plus récent a été de suivre les cristaux d'iodure d'argent lâchés dans les nuages avec des avions, afin de faire tomber les précipitations sous forme de pluie avant qu'elles ne se changent en grêle. Le cheminement des cristaux indique la direction et la vitesse des vents à l'intérieur d'une zone de tempête violente. Ce renseignement aide, en retour, à révéler la structure d'une tempête de grêle.

Même si le programme d'étude de la grêle en Alberta a consisté à surveiller les réflexions des ondes radar sur la grêle et à suivre le cheminement de l'iodure d'argent avec une attention plus poussée que ne l'a fait aucune autre étude au monde, les efforts n'ont pas empêché la grêle de tomber, nous a déclaré Walter Hirschfeld, un des membres

fondateurs du groupe d'étude. Le programme est actuellement critiqué par les fermiers de l'Alberta qui désirent moins de recherches et plus d'efforts directs afin d'empêcher la grêle.

Néanmoins, à la fin des années 1960 les méthodes de détection de la grêle avaient atteint un haut degré de perfection. « Dans certains cas, nous téléphonions à des habitants de notre région, à 40-50 milles de Penhold, et nous discutons avec eux de la grêle qui tombait à l'extérieur. Même si c'était souvent pénible pour eux, nous ne pouvions nous empêcher d'éprouver une certaine satisfaction en apprenant que nos estimations obtenues avec le radar (par exemple, nos prévisions de grêlons de la taille d'une balle de golf) étaient exactes, » déclare M. Hitschfeld.

Ce degré d'exactitude résulte d'une longue série de réalisations du Stormy Weather Group dans le domaine de la technologie du radar qui ont permis de:

- . distinguer de la pluie de la neige et de la grêle dans les nuages qui approchent;
- . localiser ces types de précipitation avec

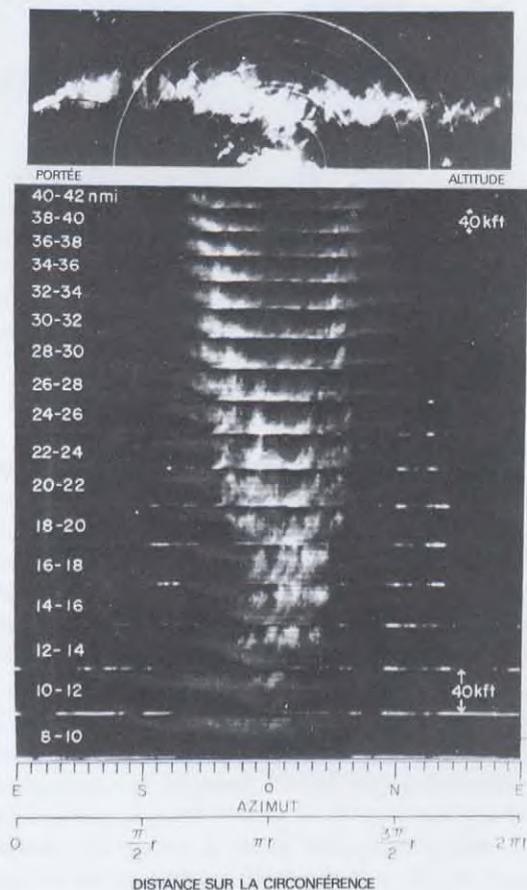
*Cette vue tri-dimensionnelle d'un front d'orages, que l'on peut voir sur la photographie du haut, est faite de 17 coupes transversales qui apparaissent comme des bandes de part et d'autre de la photographie. La hauteur de chacune des sections est de 40,000 pieds et la largeur totale constitue une vue d'ensemble comme l'indique l'échelle qui figure au bas de la photo.*

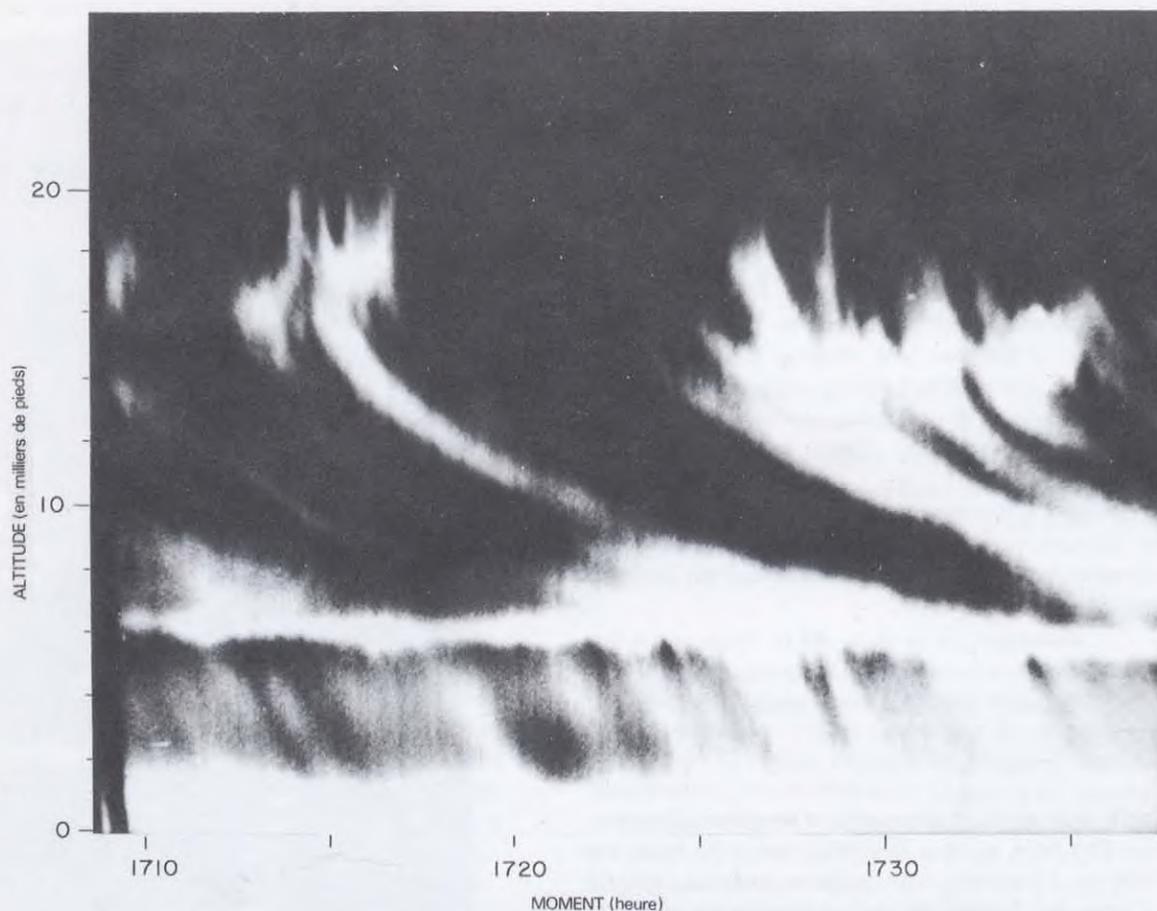
*Jusqu'à une distance de 18 milles nautiques (environ 21 milles terrestres) de l'Alberta Hail Studies Radar, situé à Penhold, la plupart des précipitations se produisent dans les nuages à une altitude de plus de 20,000 pieds. Plus loin, toutes les précipitations atteignent le sol ou s'accumulent à basse altitude. A des distances variant entre 28 et 42 milles nautiques, on distingue deux zones différentes de précipitation. L'une se situe au sud-ouest alors que l'autre est au nord-ouest de Penhold. Les pluies les plus abondantes tombent, semble-t-il, à une distance d'environ 22 à 28 milles à l'ouest de Penhold et à une distance allant de 28 à 40 milles au sud-ouest de la ville.*

exactitude et à de grandes distances dans un ciel plein de nuages;

- . relier l'intensité des échos de précipitation à la quantité de pluie, de neige ou de grêle qui, selon les prévisions, tombera sur le sol;
- . enregistrer tous ces renseignements afin qu'ils puissent être utilisés plus tard pour des recherches.

Par exemple, le groupe a découvert au début des années 1940 que l'écho provenant de la neige produisait des taches granuleuses et sans éclat sur l'écran de radar. En général, la pluie donne des taches cinq fois plus brillantes que la neige. En 1944, les membres du groupe ont remarqué que l'écho provenant de la neige qui se transformait en pluie produisait des taches encore plus brillantes.





*Afin d'obtenir cet enregistrement moment-altitude de la neige et de la pluie, on maintient le radar pointé en direction verticale pendant une demi-heure. Les cellules de nuage qui produisent de la neige, à une altitude de 18,000 pieds, sont balayées dans le faisceau vertical par des vents d'une vitesse d'un mille à la minute. On peut donc dire que cette photographie couvre 30 milles pendant 30 minutes.*

*Au fur et à mesure qu'ils tombent, les cristaux de neige rencontrent des vents de plus faible vitesse et sont balayés en vagues courbes. A une altitude de 10,000 pieds, ils entrent en contact avec de l'air chaud. A 7,000 pieds ils fondent et l'écho radar le plus fort provenant de la neige mouillée prend la forme d'une raie brillante à cette altitude. Au-dessous de la raie brillante, la neige changée en pluie prend plutôt l'aspect de bandes verticales.*

Par conséquent, l'intensité lumineuse de l'écho est une façon de distinguer les trois types de précipitations. Cependant, afin de s'assurer que l'intensité qu'ils voyaient sur l'écran était 'réelle', les scientifiques ont dû perfectionner leur équipement pour satisfaire deux conditions fondamentales.

Premièrement, la puissance de l'écho devait refléter avec exactitude le genre et la quantité des précipitations qui l'avaient causée. Après cinq années de recherche, le Stormy Weather Group a découvert que les ondes courtes de radar, tout particulièrement celles de un à quatre centimètres de longueur, reproduisaient assez fidèlement les abords de la tempête, mais les ondes étaient ensuite absorbées par la pluie et ne rendaient qu'une faible image de l'intensité de la tempête. Après vingt ans d'études diverses, les scientifiques du groupe ont décidé d'utiliser les ondes de huit à dix centimètres, qui donnent les intensités d'échos les plus exactes.

Deuxièmement, l'écran fluorescent devait reproduire avec exactitude les échos de diverses puissances. En 1947, le groupe a construit un écran qui représentait l'intensité de l'écho dans cinq nuances de gris, la plus claire représentant l'écho le plus prononcé. Aujourd'hui, les bandes d'ordinateur peuvent enregistrer 15 niveaux d'intensité.

Même après avoir rempli ces conditions, les météorologues ne pourraient distinguer à cent pour cent la grêle de la pluie jusqu'à ce que M. Glen McCormick du Conseil national des recherches ait utilisé les ondes radar polarisées en 1966. Contrairement aux ondes ordinaires qui vibrent dans tous les plans, les ondes polarisées ne vibrent que dans un seul plan. Lorsque deux faisceaux séparés d'ondes radars polarisées frappent une zone de grêle dans le ciel, les échos produits donnent des taches plus brillantes que celles causées par la pluie.

Pour pouvoir localiser avec précision une zone de précipitations, les scientifiques doivent avoir des écrans de radar qui, en fait, dissèquent un orage en tranches verticales et horizontales. En 1943 toutefois, les opérateurs de radar n'avaient à leur disposition que deux types d'écrans fluorescents, l'indicateur panoramique et l'indicateur de distance-altitude.

L'indicateur panoramique donne fondamentale-

ment une carte circulaire dont l'unité de radar occupe le centre. Le bord du cercle représente la distance maximale atteinte par le faisceau du radar, et le champ de vision est divisé en secteurs triangulaires. Les précipitations apparaissent sur l'indicateur panoramique comme une ou plusieurs taches brillantes occupant une position géographique précise, comme si l'orage était vu d'un point élevé au-dessus de l'unité de radar.

Un des principaux inconvénients de cet ancien indicateur était qu'il aplatissait tout, c'est-à-dire que tous les échos semblaient venir de la même altitude, ce qui est complètement faux.

L'indicateur de distance-altitude, par contre, donne une vue en biais d'un orage. Les précipitations apparaissent comme de minces liserés brillants ou comme des bandes qui ressemblent aux soies d'un pinceau, ou encore comme des taches irrégulières. Mais selon M. Marshall, une des lacunes de cet indicateur est qu'il ne fait voir qu'une section triangulaire étroite de la pluie, de la neige ou de la grêle qui se trouve dans l'atmosphère, comme s'il s'agissait d'une tranche d'un gâteau à étages.

Le Stormy Weather Group a consacré beaucoup d'efforts à éliminer ces lacunes et a obtenu ses plus grands succès technologiques lors de la mise au point de nouveaux écrans de radar. Un progrès sensible a été réalisé en 1955 lorsque M. Marshall a créé l'indicateur panoramique à altitude constante (CAPPI), qui trie les échos provenant des précipitations selon leur altitude d'origine.

Cet appareil permet aux scientifiques de créer des images des tranches horizontales d'un orage, tels des disques coupés dans la tronc d'un arbre. Les échos provenant de chaque altitude particulière, habituellement 10,000, 20,000, 30,000 et 40,000 pieds, sont ensuite représentés sur l'écran d'un indicateur panoramique et enregistrés sur film ou imprimés sur papier sous forme de carte.

La carte fondamentale de l'indicateur panoramique présente toutefois une autre lacune. Puisque l'unité de radar est au centre d'une carte circulaire, la région qui se trouve à 20-30 milles du radar est représentée par des secteurs triangulaires qui sont minces comparés à ceux qui représentent les régions les plus éloignées du radar. Sur un écran radar, le résultat est que les échos provenant des

orages tout près de Montréal semblent être collés ensemble.

En 1971, M. Marshall et M. E.H. Ballantyne, ingénieur en chef du centre d'observation météorologique radar de McGill, ont mis au point un écran qui 'étend' dans toutes les directions la partie centrale du champ de vision d'un indicateur panoramique. Cet écran permet aux scientifiques d'étudier plus en détail les orages ou les zones orageuses les plus rapprochées du Centre d'observation.

La construction en 1967 par MM. Ballantyne et I.I. Zawadski du Stormy Weather Group d'un écran qui présente 17 coupes transversales d'un orage constitue une autre découverte importante dans le domaine des techniques de représentation par radar. Ces coupes transversales se trouvent à différentes distances de l'unité de radar. Ensemble, les coupes ressemblent à des tranches d'une miche de pain. Le nouvel écran effectue donc le travail de beaucoup d'indicateurs distance-altitude fonctionnant en même temps.

L'intensité des échos de radar permet donc de distinguer les types de précipitations, et les écrans perfectionnés permettent de révéler la structure d'un orage; les échos peuvent aussi être interprétés de façon à indiquer la quantité totale de pluie, de neige ou de grêle qui tombera au sol.

En 1947, MM. Marshall, Langille et Palmer ont démontré que les pluies abondantes proviennent de nuages qui émettent des échos puissants. Ces échos plus puissants sont causés par un pourcenta-

ge plus élevé de grosses gouttes de pluie; cette proportion considérable de grosses gouttes est toujours présente dans les cas de pluies abondantes. MM. Marshall et Palmer ont élaboré une formule reliant la puissance de l'écho à la quantité de pluie. Cette formule demeure encore aujourd'hui universellement reconnue.

En 1958, MM. K.L.S. Gunn et Marshall ont calculé un rapport semblable dans le cas des chutes de neige, et M. R.H. Douglas a fait la même chose en 1964 pour la grêle. Aujourd'hui, l'équipement du centre d'observation météorologique radar de McGill agit comme un gigantesque pluviomètre. La quantité de pluie qui tombe, à n'importe quel endroit à l'intérieur d'un rayon de 120 milles de Montréal, est conforme en grande partie aux prévisions basées sur l'intensité et la répartition des échos de radar.

Finalement, M. Marshall et ses collègues ont mis au point des méthodes pour transférer les données obtenues par radar sur des bandes d'ordinateur. Une partie du travail du Stormy Weather Group consiste à simuler les orages au moyen de l'ordinateur pour étudier les caractéristiques éventuelles des chutes de pluie. Pour l'étude des orages violents, on fait appel à la simulation pour déterminer les endroits où il pourrait y avoir des inondations, compte tenu d'une certaine série d'échos émis par les précipitations. Monsieur Marshall espère que le système informatique sera pleinement opérationnel en 1974.

## La tordeuse des bourgeons de l'épinette

MARLENE SIMMONS

En 1972, du paysage québécois et ontarien se détachait une masse sombre formée de 30 millions d'acres d'épinettes et de sapins baumiers défeuillés et d'un brun rougeâtre, résultat manifeste de l'action destructrice de la tordeuse des bourgeons.

Au milieu de cet océan de désolation, l'oeil apercevait cependant une île de verdure, sauvée par un insecticide bactériologique mis au point au Canada dans le but de lutter contre la propagation de la tordeuse des bourgeons.

Cette île de verdure de 10,000 acres, située dans l'est du Québec, était infestée de tordeuses des bourgeons jusqu'à ce qu'on la pulvérise, en 1972, d'un insecticide bactériologique fabriqué par le Centre de recherches forestières des Laurentides, à Sainte-Foy (Québec).

Mis au point par une équipe de scientifiques dirigée par le pathologiste des plantes W.A. Smirnoff, l'insecticide avait tué, dix jours après sa pulvérisation, 80% des tordeuses dans les arbres traités et sauvé 70% des feuillages. La moitié des arbres non traités moururent. L'autre moitié fut gravement défeuillée et aurait probablement subi le même sort après trois années consécutives de défoliation.

L'insecticide est composé d'une bactérie, le bacillus thuringiensis, et d'un enzyme, la chitinase. Cette dernière joue un rôle capital car, en décomposant la couche protectrice de l'estomac de l'insecte, elle permet la propagation de la bactérie dans le système sanguin de la tordeuse.

«Il est impossible d'évaluer en dollars les dommages causés par la tordeuse des bourgeons, dit M. R.M. Prentice, du Service canadien des forêts, qui précise: «Elle endommage non seulement les arbres destinés à l'industrie des pâtes et papier de l'Est canadien mais aussi ceux qui peuplent les parcs récréatifs de l'Ontario, et il n'est pas particulièrement agréable pour les campeurs de recevoir ces insectes sur la tête.»

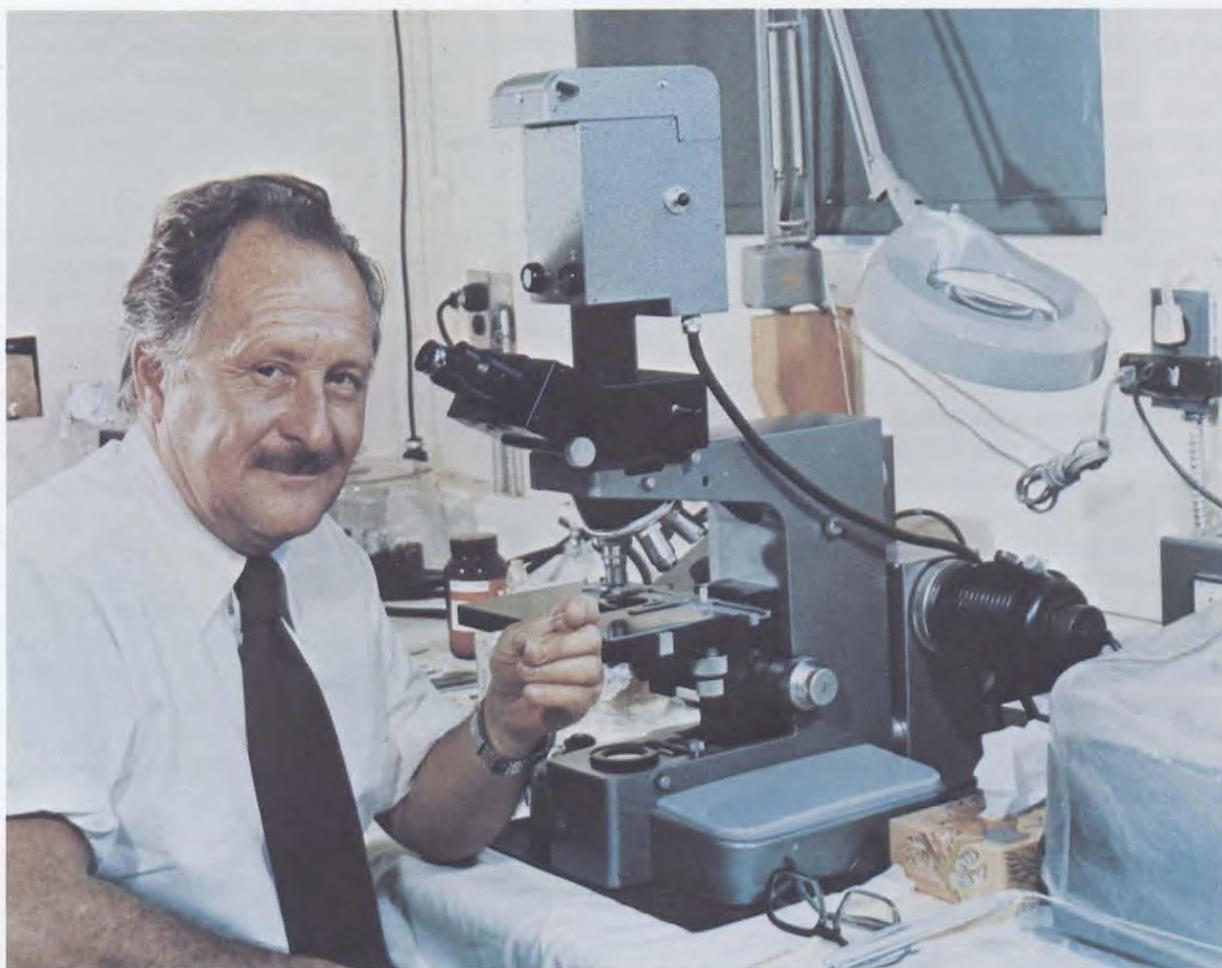
La seule façon d'exterminer la tordeuse des bourgeons serait de détruire toutes les forêts infestées, solution évidemment inacceptable. On a donc tenté d'en empêcher la prolifération au moyen d'insecticides chimiques. Mais, utilisés sous une forme très concentrée, ces produits font du tort aux insectes utiles, aux plantes, aux poissons, et aux autres animaux.



*La tordeuse des bourgeons de l'épinette typique que l'on voit ici mesure environ 3/4 de pouce.*



*Les arbres gravement touchés par la tordeuse des bourgeons de l'épinette prennent une couleur grisâtre.*



*M. W.A. Smirnoff examine une diapositive.*

Le produit chimique le plus utilisé en 1972, le fénitrothion, a été pulvérisé en petites doses (3 onces par acre) de façon à ne pas affecter dangereusement le milieu. Mais, les risques que comportait son utilisation comme, par exemple, la possibilité de l'écrasement de l'avion pulvérisateur, ont amené les autorités à opter pour le nouvel insecticide biologique.

La bactérie employée dans l'insecticide du groupe de Sainte-Foy n'attaque que la tordeuse des bourgeons. On a constaté, de plus, que même en quantités non toxiques, elle réduit la fertilité des femelles. En d'autres termes, les femelles survivan-

tes pondent moins d'oeufs l'année qui suit la pulvérisation.

Selon M. Smirnoff, si tous les essais s'avèrent positifs, le nouveau produit sera particulièrement utile dans les centres récréatifs, comme les parcs nationaux et provinciaux, où les produits chimiques ne peuvent être employés, étant donné qu'ils comportent un certain risque d'intoxication pour les personnes et les animaux. De plus, en réduisant la quantité d'arbres morts dans les forêts, l'insecticide diminuerait indirectement les dangers d'incendie.

En 1972, il en coûtait 4 dollars pour pulvériser un acre. M. Smirnoff est d'avis, cependant, que

certaines améliorations permettront de réduire ce montant à un dollar l'acre avant la fin de 1973.

Alors qu'en 1972, il fallait deux gallons d'insecticide pour pulvériser un acre, M. Smirnoff a inventé, en 1973, un moyen de le concentrer de sorte qu'un demi gallon suffit pour pulvériser la même superficie. Cela permet d'en réduire le prix et de le rapprocher du coût d'utilisation du produit chimique, soit 90 cents l'acre.

M. Smirnoff a commencé les travaux sur l'insecticide en 1969 à Sainte-Foy, et se rendait, chaque été, à une station locale située à Chutes aux Galets, à 18 milles au nord de Chicoutimi.

Trouver une bactérie néfaste pour la tordeuse des bourgeons a été relativement facile. Le savant décida d'essayer quelques familles de bacillus thuringiensis car cette bactérie s'était avérée efficace dans la lutte contre les mites et les papillons nuisibles aux cultures vivrières, lors d'essais effectués par l'Institut de recherche entomologique à Sault-Ste-Marie. La tâche de mettre au point l'insecticide proprement dit n'était pas aussi facile cependant. La période de plus grande vulnérabilité de la tordeuse n'est que de dix jours et se situe à la mi-juin, au moment où elle dévore les bourgeons d'épinette. Elle se trouve alors à l'état de larve et n'est ni protégée par la toile qu'elle tisse autour d'elle pour l'hivernage ni enfouie profondément dans les aiguilles d'épinettes pour se nourrir. Par contre, la température dans les forêts pendant cette période critique étant relativement fraîche (aux environs de 65° F.), elle diminue l'efficacité des bactéries.

M. Smirnoff a constaté que la meilleure façon d'accélérer l'infection bactériologique était d'en faciliter l'introduction dans le système sanguin en brisant les parois intestinales des insectes. Les parois étant composées de chitine, il utilisa l'enzyme chitinase qui décompose la chitine.

Le prix de la chitinase (environ 200 dollars le gramme) posait un obstacle sérieux et M. Smirnoff se mit à la recherche d'une source d'approvisionnement naturelle. Puisque les oiseaux mangent des insectes chitineux, il a supposé qu'il trouverait de la chitinase dans leurs estomacs. Des expériences plus poussées confirmèrent sa théorie et il parvint à extraire l'enzyme des entrailles de poulets pour 13 dollars le gramme. La composition de l'insecticide utilisé en 1973 nécessitait un gramme de chitinase pour la pulvérisation de 200 acres de forêt.

Un essai de pulvérisation sur une petite échelle (100 acres) effectué en 1971 s'est révélé probant: les arbres étaient verts et robustes l'année suivante. Cette constatation a porté les scientifiques à croire que l'insecticide avait des effets permanents et fournirait une protection à long terme. Mais ils ont hésité à tirer des conclusions définitives en attendant les résultats plus concluants des essais effectués sur une grande échelle.

L'insecticide bactériologique a été breveté et M. Smirnoff croit qu'il sera mis en vente vers la fin de 1974, si les essais en cours s'avèrent satisfaisants. Un accord avec une entreprise canadienne en vue de la commercialisation du produit a été conclu et quelques entreprises américaines désirent obtenir les droits de vente pour les États-Unis.

## Archéologie- Québec

*CLAUDE BONENFANT*

Nous savons bien qu'il existe çà et là un musée préhistorique, une société d'archéologues-amateurs ou quelques projets universitaires de fouilles, mais qu'en est-il, au juste, de l'archéologie au Québec? L'apparition de l'homme dans l'est du Canada n'est certainement pas imputable aux colonisateurs français. Alors depuis quand le Québec est-il habité?

On a conçu pendant longtemps la recherche archéologique comme étant tributaire et du hasard et d'une grande patience. Bien sûr, cela est vrai, même aujourd'hui. Mais, de plus en plus, une approche moderne de l'archéologie permet une planification des fouilles et une classification des données, qui sont loin d'être livrées au hasard de la bonne fortune.

Au Québec, l'archéologie a progressé de façon étonnante durant la dernière décennie. La popularité qu'elle a obtenue auprès des amateurs et des universités québécoises démontre bien le renouveau et la grande vitalité dont jouit cette discipline. De hasardeuse et sporadique qu'elle était jusqu'en 1960, la recherche archéologique devient de plus en plus planifiée et constante, surtout depuis que la nouvelle loi sur les biens culturels est venue régir et protéger le patrimoine culturel du Québec. Certes tout est loin d'être fait; le travail est immense. De fait, les recherches doivent se répartir sur les territoires du Québec, du Nouveau-Québec et du Labrador. En outre, on a affaire à une période de plus de 12,000 ans.

En posant le pied en Amérique, Jacques Cartier a dû être fort surpris et grandement déçu de ne pas y découvrir la civilisation à laquelle il s'attendait: ce n'était pas les Indes. Pourtant les Indiens d'Amérique (qu'on nomme maintenant Amérindiens) avaient bel et bien leur histoire.

Le grand explorateur ne se doutait pas qu'il effectuait ainsi une césure entre deux ères: la préhistoire et l'histoire. En effet la recherche archéologique qui s'intéresse à la culture amérindienne antérieure au contact avec les Européens est dite préhistorique; l'étude en rapport avec la colonisation constitue, elle, l'archéologie historique.

L'archéologie tant historique que préhistorique a connu des débuts fort difficiles. Ce n'est que tout



récemment, depuis environ 1960, que les universités québécoises peuvent fournir des archéologues spécialisés.

Du milieu jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la recherche archéologique a été effectuée au hasard des circonstances par des antiquaires et des historiens locaux; il s'agissait plutôt, à ce moment-là, de curiosité. On peut cependant constater que les québécois francophones se sont beaucoup intéressés, à cette époque, aux recherches historiques.

La péninsule du Québec-Labrador a été l'objet, entre 1920 et 1950, de recherches effectuées par le Musée national du Danemark, l'Université d'Oxford, l'American Museum of Natural History, l'Université de Chicago et la R.S. Peabody Foundation. A partir de 1920, le Musée national d'Ottawa, en plus du travail de recherches archéologiques de plusieurs de ses membres et de son enseignement dans les universités francophones et anglophones, attribue des fonds de recherche à ces universités, à des sociétés d'amateurs et à de nombreux particuliers. Notons, entre 1950 et 1960, le travail de l'Archeological Association of Quebec, à Montréal.

A partir de 1960, on assiste, chez les francophones, à un véritable engouement pour l'archéologie autour de l'abbé René Lévesque. On voit se former des sociétés d'amateurs dans tous les coins de la province: à Sherbrooke, Québec, Trois-Rivières, Montréal, Chicoutimi, Rivière-du-Loup, ainsi qu'en Abitibi et sur la Côte

Les universités québécoises offrent dorénavant un éventail de cours en archéologie. L'Université Laval fonde, sous l'initiative de M. Louis-Edmond Hamelin, le Centre d'études nordiques. L'Université de Montréal ouvre un département d'anthropologie, considéré actuellement comme l'institution la plus développée en ce qui a trait à la recherche archéologique au Québec; il faut aussi souligner l'apport de la Société d'archéologie préhistorique du Québec (SAPQ). L'Université du Québec emboîte le pas avec, à Montréal, le Laboratoire d'archéologie, et, à Trois-Rivières, le Centre d'histoire des religions et d'archéologie, le Musée d'archéologie préhistorique et les Cahiers d'archéologie québécoise.

Du côté gouvernemental, le ministère des Affaires culturelles a mis sur pied, en 1961, le Service d'archéologie et d'ethnologie. Le Musée national du

Canada parraine encore maintenant un grand nombre de projets de recherche professionnels ou semi-professionnels; il continue de jouer un rôle important dans le développement de l'archéologie au Québec.

La loi sur les biens culturels, présentée en avril 1973 par le ministère des Affaires culturelles à l'Assemblée nationale du Québec (loi qui remplace la loi sur les monuments historiques), assurera dorénavant une surveillance et une coordination des recherches archéologiques au Québec. Elle permet de prévoir et réglementer les fouilles et relevés archéologiques. Elle entend prendre les mesures nécessaires pour protéger notre héritage culturel: elle peut déclarer «historique» tout bien, monument ou site dont la conservation présente un intérêt public. Ces procédures ont l'avantage de garder au Québec les biens culturels, de les préserver de la détérioration ou de la destruction; on prévoit même une réglementation pour la construction et l'affichage dans les lieux dits historiques, tout cela dans l'optique d'une mise en valeur appropriée de notre patrimoine culturel.

Le Service provincial d'archéologie émettra des permis de recherche archéologique aux organismes désireux d'effectuer des fouilles; ils seront délivrés sur la recommandation d'un comité d'au moins trois archéologues. On s'assurera que les qualifications professionnelles et les ressources matérielles garantissent une exécution complète et satisfaisante du projet; le compte-rendu s'insérera dans le vaste programme de classification des données archéologiques du Service d'archéologie.

On a souvent vu, par le passé, des sociétés d'amateurs entreprendre des fouilles sans le concours de coordonnateurs et d'experts. Incapables de décrire et d'analyser les données à cause d'une connaissance insuffisante des concepts typologiques et d'une juste terminologie, on a recours, en dernier ressort, à des archéologues, mais, hélas, une grande partie des données essentielles, qu'on ne peut obtenir que pendant les fouilles, ne peut être mise à profit. Il ne faut pas oublier, qu'en archéologie, toute recherche doit tenter de répondre à une question spécifique. Toute découverte particulière s'insère dans un processus d'interprétation d'un territoire, en l'occurrence l'est du Canada, l'Amérique, ou même tout l'hémisphère. Toute

analyse nécessite donc un cadre de référence théorique pour interpréter et reconstruire un mode de vie. Il faut de plus travailler de concert avec des disciplines connexes telles la géologie, la zoologie, l'ethnologie et l'anthropologie physique.

Le Service d'archéologie en est présentement à faire l'inventaire des quelques 1,500 sites connus qui sont mentionnés dans la littérature, dans les dossiers des organismes et des chercheurs isolés. Se basant sur le travail d'inventaire déjà entrepris, en 1969-70, conjointement par le Service d'archéologie et d'ethnologie, l'Université de Montréal et le Musée de l'homme d'Ottawa, le Service collaborera dorénavant avec tous les organismes régionaux, musées, sociétés, centres de recherches universitaires ainsi qu'avec la direction générale du Nouveau-Québec.

Le traitement des données se fera par ordinateur (fiches descriptives, informations consignées sur matériel audio-visuel, micro-films, collections photographiques). Cet inventaire permettra de fournir rapidement les renseignements à tous les organismes d'études archéologiques et d'instaurer un programme de planification: plan systématique d'exploration de toute la province, opération sauvetage, sauvegarde et mise en valeur des biens archéologiques.

Il serait intéressant de s'arrêter maintenant aux principales données archéologiques recueillies à ce jour. Il va sans dire que nous le ferons d'une façon très sommaire.

On classe les traditions préhistoriques en trois grandes périodes: paléo-indienne, archaïque et sylvicole. Il convient de préciser que la déglaciation du sud du Québec a commencé vers -10,500 (10,500 AD). L'inondation des basses-terres du St-Laurent, constituant la mer Champlain, a lieu vers -9,500. Elle se retire graduellement jusqu'à environ -4,000.

La période paléo-indienne (-9,500 à -5,000) comprend la tradition Clovis et la tradition Plano. On n'a pas encore découvert de sites, au Québec, de la tradition Clovis dont on retrouve pourtant les vestiges dans des sites limitrophes. Le principal trait d'identification est l'outil de pierre éclatée (pointe canelée) alors que l'outil de la tradition Plano a une pointe lancéolée. On a retrouvé des spécimens de la tradition Plano à la Rivière-à-la-Martre et aux lacs

Mississippi-Albanel. On estime cependant que les premiers habitants post-glaciaires, au Québec, sont les descendants de la tradition Clovis venus probablement des Etats du Vermont et de New-York.

La période archaïque (-5,000 à -1,000) compte quatre traditions qui font référence à leurs lieux d'expansion et qui sont identifiables par leurs moyens de subsistance et leurs modes d'établissement spécifiques. La chasse, la pêche et la cueillette incitent ces populations à se fixer temporairement aux endroits du Québec les plus riches en ressources. Précisons que ces traditions ont exercé une influence de base sur les périodes postérieures, autant par leurs éléments de technologie que par leurs rites cérémoniels.

L'archaïque du Bouclier est une tradition dont on a retrouvé les vestiges dans les forêts boréales et les taigas du centre et de l'est du Canada. A certains endroits, elle perdure jusqu'à l'arrivée des blancs. L'archaïque laurentien s'est développé dans la vallée du St-Laurent et le long de ses affluents; les sites les plus connus sont l'île Morrisson, l'île aux Allumettes et la région de Trois-Rivières. Le principal trait d'identification est l'outil de bois. L'archaïque maritime, comme son nom l'indique, constitue la tradition du littoral atlantique et de la Côte Nord. On a récemment défini sous le nom d'archaïque

péri-boréal la tradition qu'on met à jour dans la péninsule gaspésienne et la région de Tadoussac; on prétend qu'elle serait la plus vieille des traditions archaïques.

La période sylvicole s'étend de -1,000 jusqu'à environ 1600, c'est-à-dire jusqu'à la période de la colonisation. A un stade dit inférieur (-1,000 à -500), on voit que les indiens du sud sont déjà initiés à la poterie et on remarque des tendances à la sédentarisation comme par exemple à Batiscan et à la station 5 de Pointe-aux-Buissons. Au stade moyen (-500 à 1,000), on assiste à un enrichissement culturel venu, présume-t-on, du Mississippi et du nord de l'Ontario. On retrouve de ces sites tout le long du St-Laurent, au lac St-Jean, en Abitibi, dans l'Estrie et dans la péninsule gaspésienne. Le stade supérieur (1,000 à 1,600) voit s'épanouir de nouveaux moyens de subsistance telle la culture du maïs, des fèves, de la courge, du tabac et d'autres plantes domestiques. Les sites de Dawson, Lanoraie, Mandeville, Berry et la région de Trois-Rivières

nous dévoilent des populations sédentaires, ainsi que la Côte Nord, l'Abitibi, le Lac St-Jean et le Bas du Fleuve.

Cette revue nous permet de nous familiariser un peu avec ce qu'a pu être notre préhistoire. Il ne faudrait pas oublier la tradition esquimaude des régions arctiques. On estime que l'Ungava a été occupé de -1,500 à -1,000 par le peuple de la culture Pré-Dorset; on retrouve de ces sites sur le côté est de la Baie d'Hudson et sur la côte du Labrador. Le Dorset (-800 à 1,200) constitue un développement sur place du Pré-Dorset. On attribue ce changement à un certain apport d'Indiens (période archaïque) venus de l'intérieur du Québec; on retient aussi l'hypothèse d'un apport viking, au X<sup>e</sup> siècle, qui expliquerait certains vestiges de l'Ungava. Des sites de la culture Dorset ont été découverts sur tout le littoral du Lac Guillaume Delisle jusqu'à Kégaska, Côte Nord. Cette tradition a été remplacée vers 1350 par les porteurs d'une nouvelle culture, assimilant ou exterminant l'autre: la culture Thulé qui semble être l'étape finale de la culture esquimaude typique.

Comme on peut s'en douter, c'est dans le Nouveau-Québec que la recherche archéologique s'avère la plus difficile à cause même de l'éloignement et de la vaste étendue du territoire. De plus, l'aménagement de la Baie James vient poser un ultimatum à la récupération et à la conservation des ressources culturelles du Nouveau-Québec. A cet effet le Service d'archéologie a rédigé un mémoire pour orienter une action efficace.

L'aménagement hydro-électrique élèvera vraisemblablement le niveau des eaux des lacs et des rivières qui seront harnachés. Par conséquent, un grand nombre de sites et biens archéologiques seront immergés. Il importe donc de hâter les recherches tant préhistoriques et historiques qu'ethnologiques.

Certaines recherches déjà effectuées dans la région et une certaine somme de connaissances des populations amérindiennes ne permettent pas une interprétation vraiment valable des événements préhistoriques dans le nord-ouest du Québec. Dans

une première étape, qui se déroule à l'été 1973, il s'agit d'inventorier les sites, dont on évalue le nombre à quelques milliers, afin de mieux connaître les schèmes d'établissement des populations amérindiennes. Après avoir effectué un choix des sites les plus prometteurs en informations, on pourra établir un programme de fouilles multidisciplinaire afin de pouvoir retracer et relier les différents facteurs qui ont provoqué des changements culturels: les migrations des populations humaines en rapport avec les fluctuations des populations animales, feux de forêt ou changements climatiques, les événements guerriers ou religieux, les contacts de civilisations. Le service d'archéologie et d'ethnologie suggère la création d'un parc pour mettre en valeur les biens recouverts et les informations d'intérêt public.

Il faudrait aussi accorder une grande attention à la période historique qui représente quelque 400 ans. Il serait donc intéressant de connaître le système socio-économique de la traite des fourrures, les inévitables heurts de civilisations qu'a produits la colonisation, en plus de reconstituer certains postes de traites ou campements amérindiens.

Enfin, continuité logique de la préhistoire et de l'histoire, une étude ethnologique est amorcée. Il importe de se documenter sur la culture traditionnelle des Cris et des Esquimaux pour mieux voir dans quelle mesure le vaste projet de la Baie James influera sur ces communautés. Les risques d'une assimilation et d'une déperdition culturelle sont très grands; il faut tout au moins conserver sur document le plus possible du patrimoine culturel amérindien.

Comme on a pu le constater, la science de l'archéologie est en pleine expansion au Québec. Même si le progrès dont a été l'objet la recherche archéologique ainsi que le travail accompli durant la dernière décennie ont été énormes, ce qui reste à faire n'est pas moins imposant. Cela est un signe indéniable de vigueur et de santé. La science du passé s'est donnée la possibilité d'un brillant avenir.

## **Inventaire de nos glaciers**

**MARLENE SIMMONS**

Les glaciers du Canada, sources inexploitées d'eau douce, dont le volume stocké sous forme de glace égale celui de tous les Grands Lacs réunis, représentent à la fois une promesse et une menace pour le développement du pays.

Véritables réservoirs naturels, les glaciers fournissent de l'eau pour l'irrigation, l'industrie, les centrales hydroélectriques et les activités récréatives et domestiques. Les recherches actuelles et futures pourraient découvrir des techniques qui permettent l'utilisation et augmenter ainsi nos ressources en eau douce en cas de besoin.

Mais, d'autre part, du fait de l'impossibilité d'en prédire encore les déplacements, les glaciers peuvent constituer une menace pour les routes, les lignes de chemin de fer ou les pipelines.

Avant les années 70, on disposait de peu d'informations détaillées sur la répartition régionale des glaciers et les dangers qu'ils représentent. Mais, reconnaissant la nécessité de les identifier, l'UNESCO a patronné l'établissement d'un inventaire mondial des glaciers dans le cadre de la Décennie hydrologique internationale (1965-1974).

Le Canada a eu recours à l'informatique pour réaliser l'inventaire de ses glaciers. Cette entreprise «a été présentée aux autres pays comme un modèle de réalisation», selon les termes mêmes de M. C.S.L. Ommanney, chef de la section des neiges pérennes et des glaces à Environnement Canada et responsable de l'opération.

Une meilleure connaissance des glaciers peut être capitale pour le développement du nord du Canada. «En effet,» précise M. Ommanney, «la progression des glaciers pourrait provoquer la rupture des oléoducs. Nous savons, par exemple, que le glacier Steele, dans le Yukon, s'est déplacé de 1.5 mille par mois au plus fort de sa progression. Il importe que nous localisions, étudions et apprenions à «comprendre» tous les autres glaciers en mouvement du Canada de façon à prévoir leur comportement probable.»

Certains glaciers forment un barrage en travers des vallées qui se remplissent ainsi d'eau provenant de la fonte des neiges et des glaces. Cette eau provoque de graves inondations qui pourraient emporter les chemins miniers et les lignes de chemin de fer. Plusieurs inondations, soudaines et



*Le Grand Glacier, situé au nord de la rivière Stikine dans le nord de la Colombie-Britannique, constitue*

*un facteur important de l'équilibre hydrologique de la région.*

catastrophiques, se sont produites à partir des rivières White, Alsek, Taku et Stikine, dans le N.-O. de la Colombie-Britannique, qu'alimentent des lacs formés par des barrages de glaciers. De fait, une route desservant les mines Grand Duke, dans cette région, a été emportée plusieurs fois par des inondations causées par le glacier Salmon.

«Nous ne savons pas au juste ce qui provoque la rupture des barrages, de sorte qu'une inondation est impossible à prévoir. On a tout d'abord pensé que le réchauffement de l'atmosphère modifiait le drainage interne du glacier, provoquant ainsi la rupture du barrage; mais des études ultérieures ont montré que les inondations se produisent également par temps froid», déclare M. Ommanney qui ajoute: «Une fois l'inventaire mondial terminé, toutes les informations sur les glaciers pourront être rassemblées et il est possible que nous en retirions

alors quelques réponses.»

Les glaciers renferment 75 à 80% de l'eau douce du monde et, bien que la plupart d'entre eux se trouvent dans l'Antarctique et au Groenland, l'homme pourrait utiliser environ 3% de cette masse de glace, soit environ 51.8 billions de pieds carrés. Les glaciers canadiens se trouvent principalement dans les Rocheuses et dans les régions arctiques.

D'après des études achevées durant l'été 1973, on a estimé qu'il y a de 70,000 à 100,000 glaciers au Canada, dont la surface varie d'environ 110 verges carrées à 1,520 milles carrés.

On dispose de fort peu de données à leur sujet. La raison en est la très grande dissémination d'une population peu nombreuse sur un territoire immense au point que les zones glacières sont pratiquement inhabitées.

Une région du Canada qui dépend énormément de l'eau provenant de la fonte des glaciers est celle située au pied des Rocheuses, dans l'Alberta, sur le versant est, exposé aux vents et où il pleut très peu. Durant les étés chauds et secs, les glaciers fournissent jusqu'à 80% de l'eau des torrents et des rivières de la région.

«Nos études ont montré qu'il y a eu un retrait progressif des glaciers au cours des quelques 70 dernières années; plusieurs petits glaciers ont ainsi presque disparu dans cette région au cours des 10 ou 12 dernières années», dit encore M. Ommanney qui affirme que, si cette tendance se maintenait, elle pourrait avoir de sérieuses conséquences parce que les glaciers constituent de véritables réservoirs d'eau. «Quand l'air humide passe sur les glaciers, il y a condensation au contact de la glace et l'eau s'accumule. Mais si les glaciers disparaissent, aucun élément froid ne retiendra plus l'humidité et beaucoup de rivières et de torrents alimentés par les

glaciers seront grandement appauvris, précise M. Ommanney.

Le Canada a participé pour la première fois à l'inventaire des glaciers durant l'Année géophysique internationale (1955) lorsqu'un comité spécial décida d'établir une liste complète des glaciers du monde. Cette liste aiderait à bâtir un modèle de l'équilibre hydrologique, à évaluer la quantité d'eau existant dans le monde et à déterminer sous quelle forme celle-ci s'y trouve; elle aiderait aussi à construire des modèles de l'équilibre énergétique qui permettraient d'évaluer la température de la terre et d'en prédire les variations.

Les glaciers influencent, en effet, énormément l'équilibre énergétique du monde, de même que son approvisionnement potentiel en eau, parce qu'ils ont un grand pouvoir réflecteur, c'est-à-dire qu'ils réfléchissent dans l'espace une bonne partie du rayonnement qui atteint la terre. Une baisse sérieuse du nombre des glaciers élèverait la tempé-



*Le lac glaciaire constitue l'une des formes que prend l'eau provenant des chutes de neige alors que le névé ainsi que les rivières qui coulent vers les*

*villes, les centres d'élevage et les fermes en sont deux autres.*



*Tout comme des langues de glace, les glaciers occupent un grand cirque sur l'île Axel Heiberg.*

rature des zones tempérées; une forte augmentation du nombre des glaciers pourrait amener une autre période glaciaire, parce qu'ils réfléchiraient une grande quantité de la chaleur du soleil.

Pourtant, l'appel lancé à l'occasion de l'Année géophysique internationale en vue de l'établissement d'un inventaire des glaciers du monde n'a été que faiblement suivi et beaucoup d'inventaires n'ont pas été complétés à temps, de sorte qu'on a proposé un programme analogue pour la Décennie hydrologique internationale de l'UNESCO.

En 1964, M. Fritz Muller, alors professeur de glaciologie à l'Université McGill, a été nommé chef du groupe de travail qui a établi les lignes directrices de l'inventaire mondial des masses en surface et souterraines, de glace et de neige pérennes.

M. Ommanney déclare à ce sujet: «L'apport canadien à la réalisation de cet inventaire est appréciable et les études préliminaires des glaciers qui ont été utilisées comme modèles du dénombrement des glaciers sont l'oeuvre de Canadiens.»

La contribution du Canada à la Décennie hydrolo-

*Quelque 1,100 glaciers recouvrent près du tiers de l'île Axel Heiberg, situé à environ 2,200 milles au nord du lac Supérieur. Au cours des derniers 9,000 ans, époque pendant laquelle la plupart des glaciers des Rocheuses ont diminué de façon sensible, le climat de l'île Axel Heiberg est demeuré froid. Il est peu probable que les glaciers se soient déplacés au cours de cette période de plus de quelques centaines de mètres par rapport à leur position actuelle. Cette photo a été prise le 20 juillet 1964.*



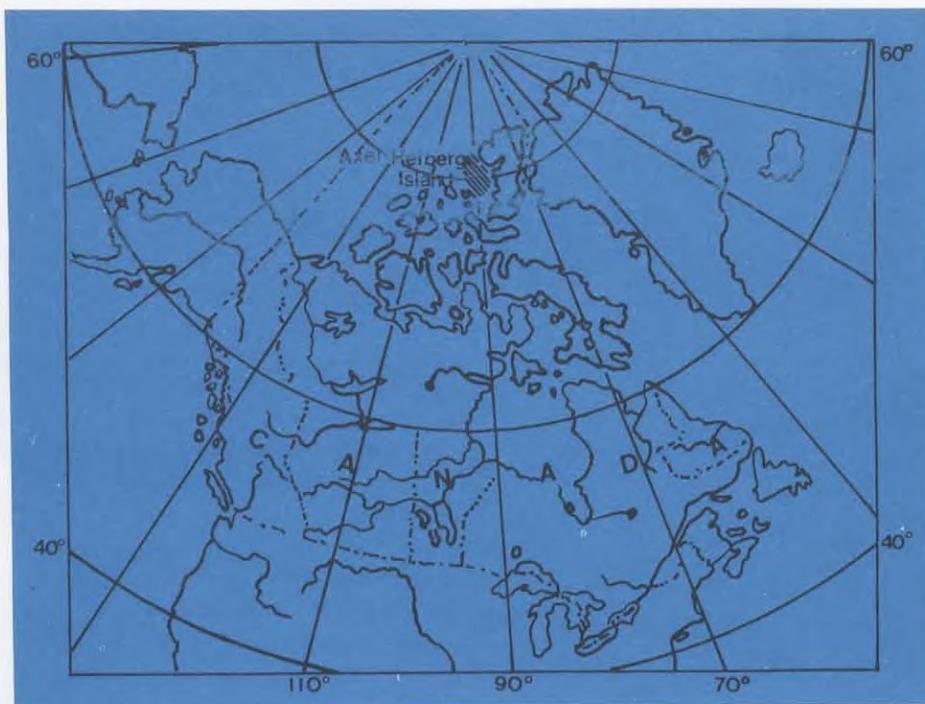
*Ce glacier de l'île Axel Heiberg présente une configuration de failles que l'on retrouve sur presque tous les glaciers.*



*La calotte glaciaire McGill, dont on peut voir une partie sur la photo ci-haut, à gauche, contient environ 360 milles cubes de glace et son épaisseur est d'environ 1,500 pieds. La langue de glace (au premier plan) a une épaisseur d'environ 600 pieds et un volume approximatif de 6 milles cubes.*

*Les trois glaciers que l'on peut voir ci-haut à droite, présentent une configuration d'écoulement des glaces. Bien que les deux glaciers qui se trouvent au centre et au premier plan se rejoignent, les deux masses glaciaires demeurent essentiellement distinctes.*





*Position géographique de l'île Axel Heiberg.*

gique internationale comprendra l'informatisation de l'inventaire de tous les glaciers du Canada, l'établissement d'un atlas des glaciers contenant plus de 150 cartes et d'une bibliographie des travaux publiés ou non sur les glaciers du pays et la constitution d'une photothèque contenant d'anciennes et de récentes photos de glaciers.

M. Ommanney estime que l'entreprise coûtera environ 75,000 dollars par an, compte tenu du salaire d'un personnel de six employés.

Il a précisé que cette tâche ne serait pas achevée avant 1980, mais il est persuadé qu'un personnel de 6 à 12 employés pourrait faire le principal de l'inventaire vers 1977.

Le gros du travail est effectué par des étudiants universitaires sachant interpréter les photographies aériennes. Ils examinent les photos des glaciers à l'aide d'un stéréoscope qui leur en donne une image à trois dimensions, déterminant, entre autres, la direction du déplacement de ces glaciers. Ils classent ces derniers selon leur forme générale et la configuration des bassins; ils déterminent ensuite s'il s'agit d'une progression ou d'une régression, ou si le glacier constitue le barrage d'un lac. Ils

décrivent aussi toutes leurs autres caractéristiques, comme les moraines, qui sont des reliefs d'ablation ou des débris de roche accumulés sur les versants ou le front du glacier.

La carte du glacier, qui en donne l'altitude et l'emplacement, est dressée à une échelle de 1/50,000e.

Toutes les informations recueillies sont introduites dans un ordinateur qui calcule la surface et le volume du glacier. Le volume est déterminé de façon approximative, étant donné que la profondeur d'une masse de glace varie d'un point à l'autre et qu'une évaluation précise du volume est impossible.

Aux fins de l'informatisation, on attribue au glacier un nombre de 10 chiffres dont chacun représente un élément déterminé d'un code qui désigne son appartenance à l'une des 10 catégories fixées, certaines caractéristiques et l'emplacement. L'imprimé de l'ordinateur est alors publié dans une série de rapports contenant aussi des informations plus générales relatives au climat et à l'origine des glaciers en question ainsi que les cartes et les photographies qui s'y rapportent.

M. Ommanney affirme encore: «Lorsque l'inventaire mondial sera complètement achevé, nous serons à même de procéder à des recherches par ordinateur sur n'importe quel glacier d'un type donné. Il nous sera possible de trouver un glacier assez représentatif et d'accès facile sur lequel on pourra effectuer une étude approfondie qui servirait à faire d'importantes généralisations pour les glaciers de même type.»

L'une des difficultés rencontrées au cours de l'opération a été que les photos concernant l'Arctique remontaient à 10 ou 15 ans; celles de l'Ouest étaient plus anciennes encore. «Nous demeurons en contact étroit avec les équipes travaillant sur place et avons corrigé plusieurs erreurs», a précisé à ce propos M. Ommanney, qui poursuit: «Ainsi, des études effectuées sur le terrain ont révélé que divers glaciers que nous avions situés sur la carte dans la région de la rivière Saskatchewan-Nord n'existent plus et que plusieurs glaciers de l'île de Baffin sont

maintenant beaucoup plus importants que ne le montrent les photographies aériennes.»

M. Ommanney affirme également qu'il est impossible de porter sur une carte tous les glaciers qui existent effectivement, mais qu'une fois accompli l'essentiel du travail, il sera possible de corriger les cartes à l'aide des photographies prises chaque année par satellites. À l'été 1973, on avait emmagasiné dans l'ordinateur les données relatives à plus de 2,500 glaciers situés sur l'île Vancouver, dans le Yukon et sur l'île Axel Heiberg (à l'ouest du Groenland). Environ 30,000 glaciers situés sur les îles de Baffin, Devon et Axel Heiberg, dans le Yukon, le long de la rivière Nelson et dans le bassin de la rivière Saskatchewan-Nord ont été portés sur carte et répertoriés.

Il convient de noter pour terminer que la Norvège, les États-Unis, l'Union soviétique, l'Italie, la Suisse et le Japon ont aussi réalisé d'importants travaux d'inventaire.

## Piège à insectes

LINDA CHEMELLI



*M. J.M. Atkinson*



*M. S. R. Loschiavo*

Lorsqu'on découvrit, en 1972, des coccinelles (cucujides roux) dans quelques-uns des 5,000 silos du Canada, les agriculteurs et les pouvoirs publics commencèrent à s'inquiéter des répercussions d'une «infestation» possible sur nos exportations de blé.

Pour lutter contre les insectes, il fallait d'abord les trouver. Les méthodes en usage ne permettaient pas, cependant, d'en déceler la présence lorsqu'ils sont en petit nombre.

Pendant ce temps, à la station de recherches du ministère canadien de l'Agriculture à Winnipeg, on était en train de fabriquer un instrument qui allait se révéler d'une très grande efficacité pour la détection des insectes cachés dans les céréales entreposées. L'instrument a été mis au point en 1971 et deux ans d'essais en ont confirmé la grande efficacité.



*Il y a trois modèles de pièges à insectes infestant les céréales. A) est le premier modèle, construit en 1967. B) est une version économique, produite en 1969. C) est le dernier modèle amélioré en 1973.*

Conçu par M. S.R. Loschiavo, un spécialiste de la lutte contre les insectes qui envahissent les céréales, et M. J.M. Atkinson, un technicien de la recherche et développement, l'instrument est tout simplement un piège; il s'agit d'un cylindre en forme de fusée qui capte les insectes mais non les grains.

Des expériences effectuées au cours des années 1972 à 1973 à la station de Winnipeg ont démontré que le piège permettait de détecter efficacement la présence d'insectes dans les céréales entreposées. Des bestioles furent introduites dans des cylindres en plastique de 4 à 5 pouces de diamètre et de 2 pouces et demie de hauteur remplis de grain et l'on constata qu'un seul piège pouvait, en l'espace d'une semaine, en capturer jusqu'à 40%. Jusqu'en 1972, date à laquelle le nouveau piège à insectes a été soumis aux premiers essais pratiques, les sondes dont on se servait auparavant pour déceler la présence des insectes n'étaient plus utilisées depuis quelques années déjà à cause de leur peu d'efficacité. Ces sondes étaient placées dans les céréales et retirées immédiatement. Les chances de détecter les bestioles, surtout en cas d'«infestation» mineure, étaient, par conséquent, très minces. De plus, lorsqu'on les introduisait, les sondes déplaçaient et mélangeaient le grain; ce qui, croit-on, dérangeait les nids et éparpillait les insectes dans tout le grain entassé.

Après qu'on eût cessé d'utiliser les sondes aux fins de la simple détection des insectes, la vérification était devenue en grande partie un procédé aléatoire servant surtout, au cours des opérations d'inspection, à contrôler la qualité du grain. On en prélevait un échantillon qu'on vannait et examinait à l'aide d'une loupe. L'échantillon était ensuite placé dans un entonnoir et exposé à la chaleur d'une ampoule de 60 watts pendant une période de 7 à 24 heures. Chassés par la chaleur, les insectes et les mites tombaient dans un flacon d'eau ou d'alcool. Cette méthode permettait certes de déceler la présence des insectes, mais exigeait beaucoup de temps. On s'en servait surtout dans les grands entrepôts de céréales de Vancouver, Winnipeg et Thunder Bay.

Le nouveau piège, ou sa version modifiée, s'annonçait d'une grande efficacité dans la détec-

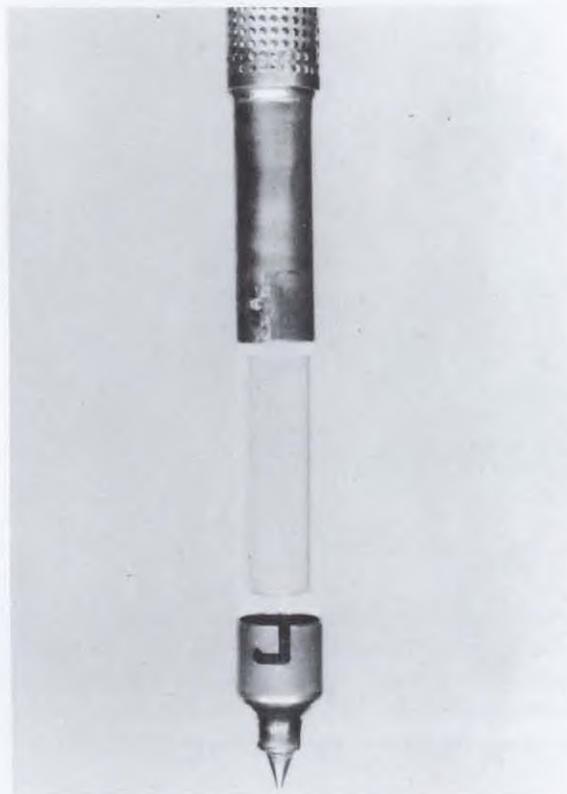
tion d'insectes qui infestent les céréales pendant l'acheminement depuis les greniers des fermes jusqu'aux quais de chargement.

Long d'environ huit pouces et d'un pouce de diamètre, le piège à coccinelles ressemble à une mini-fusée spatiale. Les insectes pénètrent dans le cylindre en laiton par de petits trous, descendent vers le fond du cylindre où se trouve un manchon étranglé, une espèce de raccord en forme d'entonnoir, et tombent dans un flacon en verre ou en polyéthylène d'un pouce et demi de longueur et d'un demi-pouce de diamètre, logé dans une douille en cuivre.

On utilise un flacon en verre ou en polyéthylène parce que la plupart des insectes qui vivent dans les grains infestés ou pourris (les cucujides roux, les cucujides des grains et plusieurs espèces des coléoptères des moisissures) ne peuvent grimper sur les parois de ces matériaux. D'autres plastiques, par contre, accumulent une charge statique. Celle-ci attire la poussière qui, en servant d'appui aux insectes, leur permet de s'échapper du piège. Les insectes qui, comme les cucujides dentelés des grains, peuvent grimper sur le verre ne parviennent pas cependant à s'échapper parce qu'un ressort en métal installé au fond du piège pousse fortement le goulot du flacon contre le manchon étranglé.

A l'extrémité inférieure du piège est fixé un cône en laiton qui en permet l'introduction jusqu'à 12 pieds de profondeur dans le grain sans endommager le cylindre. Le piège est enfoncé dans le grain au moyen d'une canne au bout de laquelle se trouve une rainure en diagonale où coulisse un filin en propylène fixé à l'extrémité supérieure du piège. Quand la canne est retirée, le piège reste en place, attaché au filin. On l'enlève en tirant sur le bout du filin demeuré à la surface du tas de céréales. Puisque les insectes ne peuvent s'échapper, on peut laisser les pièges en place pendant une assez longue période pouvant aller jusqu'à deux semaines. Les insectes s'agitent au hasard, et plus on laisse les pièges, plus ils en attrapent.

Les pièges ne se déforment pas sous la pression du grain et ne laissent pas échapper les insectes; ils peuvent donc servir à des vérifications prolongées et, partant, plus efficaces. D'autre part, comme ils se prêtent à la vérification du grain en cours de transport, on peut épargner du temps en fumi-



*Cette photographie du piège fabriqué en 1973, montre le cylindre perforé, le manchon protecteur en cuivre, la fiole qui s'ajuste au manchon protecteur, et le bout fuselé.*

geant, au besoin, une cargaison dès son arrivée à destination. Le piège peut être manipulé efficacement par un cultivateur ou un inspecteur qui connaît les endroits où se logent habituellement les insectes. On sait, par exemple, que les insectes s'accumulent dans les «poches» de grain. Ces «poches» de 2 à 12 pouces d'épaisseur se forment dans le grain humide qui, en s'échauffant jusqu'à 125 degrés Fahrenheit, fermente et germe.

Les zones d'entreposage massif où la poussière et les déchets s'accumulent sur ou dans les tas de grains sont des lieux de prédilection pour les insectes. Des pièges devraient être placés en différents endroits et à différents niveaux dans les silos de céréales aussi bien gourds qu'humides et examinés chaque quinzaine pendant toute la période d'entreposage.

MM. Loschiavo et Atkinson ont mis au point leur premier modèle de piège en 1967. Fabriqué sur commande en laiton épais, et exigeant beaucoup d'usinage, ce modèle était trop coûteux.

En 1969, ils en simplifièrent la conception et employèrent des matériaux moins dispendieux. Cependant, après utilisation prolongée, particulièrement à des profondeurs de huit pieds ou plus, le cylindre perforé de ce modèle se déformait sous la forte pression du céréale. De plus, le cône en métal lisse qui servait en même temps de trappe des bestioles, et le poteau central se couvraient de rouille qui permettait aux insectes de grimper et de s'échapper.

En dépit de ces défauts, les essais effectués, de 1969 à 1971, dans les greniers et les silos des fermes en Alberta, Saskatchewan et Manitoba démontrèrent l'efficacité de ce modèle dans la détection de nombreuses espèces d'insectes et de mites. Un seul piège placé dans un caisson à blé près d'un endroit chaud, pendant quatre jours, en a

capturé plus de 9,200.

En 1971, on mit au point un modèle amélioré du piège. Un atelier de la région en a fabriqué 100 à moins de 10 dollars pièce pour le compte de la station de recherches. Pendant l'été de 1972, on en plaça une version modifiée dans cinq wagons afin de détecter les «infestations» dans le grain en cours de transport. points de destination.

Après environ 40 voyages aller-retour pendant lesquels le train transportait du grain depuis des points de chargement jusqu'à des points de livraison à Vancouver, Thunder Bay et Churchill, le piège a permis de déceler des «infestations» qu'on n'aurait constatées que bien plus tard, lors du déchargement des cargaisons dans les silos aux

Les essais effectués en 1973 ont consisté à contrôler, dans les trois provinces des Prairies, des pièges posés dans 25 wagons couverts prêtés à la station de recherches par le Canadien National. Les wagons étaient marquées de façon spéciale afin de permettre leur identification en cours de route. Avec l'aide du service de repérage du CN, la station de Winnipeg était mise au courant quotidiennement de l'endroit où se trouvaient les wagons. Au moment du déchargement, un inspecteur enlevait chaque piège et en vidait le contenu dans un sac en plastique qu'on expédiait par la suite à Winnipeg où il était examiné. Les résultats de l'expérience de 1973 obtenus jusqu'à maintenant confirment ceux de 1972.

Normalement, les wagons dans lesquels on découvre des insectes sont fumigés. L'utilisation des pièges dans les wagons couverts permet de détecter l'«infestation» plus rapidement et de fumiger les céréales avant leur entreposage dans les silos.

## Aliments déshydratés

ANNE SADLER

La purée de pommes de terre instantanée est l'ingrédient de base de la recette de toute une série d'aliments instantanés à haute teneur en protéines, mis au point par un groupe de chercheurs, sur les aliments destinés à l'exportation vers les pays en voie de développement manquant de protéines.

Utilisant la purée de pommes de terre instantanée que plusieurs fabricants d'aliments avaient déjà adoptée, Edward Asselbergs, qui était alors chef du traitement des aliments à l'Institut de recherche sur les aliments d'Ottawa, entreprit en 1960 de mettre au point des produits instantanés, dans la composition desquels il entrerait de la viande, du poisson, du poulet ou du fromage.

Grâce à l'utilisation de la pomme de terre à titre de catalyseur en quelque sorte et non plus simplement comme produit, l'équipe d'Asselbergs a réussi en 1962 à fabriquer des aliments instantanés se prêtant bien mieux à l'exportation que les aliments frais, congelés ou en conserve. Sous forme de poudre, ils occupaient moins d'espace, se conservaient plus longtemps, coûtaient moins cher et ne comportaient pas de perte.

Autre avantage, on pouvait les préparer en tout endroit pourvu d'eau ou de lait et les consommer, au besoin, sans cuisson.

La société McCain's Foods Limited, une fabrique de produits alimentaires du Nouveau-Brunswick qui commercialise avec un vif succès, la purée de pommes de terre instantanée d'Asselbergs, a prélevé des échantillons des produits de ce dernier composés de poisson et, en 1973, a cherché à les fabriquer selon des méthodes industrielles. Ces produits offraient, estimait-elle, d'excellentes possibilités d'exportation vers les pays en voie de développement où les protéines coûtent chères et sont rares.

Asselbergs destinait, au début, ses produits déshydratés à l'exportation vers l'Europe septentrionale qui comptait, vers la fin des années cinquante, une forte proportion des populations à faible revenu ne pouvant se payer de nombreux aliments frais, à haute teneur en protéines et ne disposant pas, souvent, des installations de réfrigération pour conserver ce qu'elles pouvaient acheter. Il a donc entrepris de mettre au point une variété de

produits relativement peu coûteux, riches en protéines et pouvant être conservés, assez longtemps, sans réfrigération et en bon état.

Asselberg croyait pouvoir fabriquer un produit instantané à base de viande, de poisson, de poulet ou de fromage, qui constituent tous d'excellentes sources d'acides aminés, éléments constitutifs des protéines du corps. Son équipe a d'abord fabriqué des produits uniquement composés de viande ou de fromage déshydratés, mais ils étaient durs, spongieux et très granulés.

L'équipe a constaté cependant que si, préalablement à la déshydratation, on ajoutait à l'aliment de base (viande ou fromage) de la purée de pommes de terre cuites, celle-ci séparait les fibres de viande et les particules de fromage dans le produit final et les empêchait de s'agglutiner en granules spongieuses ou en masse dure et fibreuse.

Pour déshydrater les mélanges, l'équipe utilisa le même procédé que celui employé par Asselbergs pour déshydrater séparément la purée de pommes de terre. On fit passer les mélanges entre deux cylindres d'une longueur de 7 pouces et d'un diamètre de six pouces, chauffés de l'intérieur par de la vapeur à 250 degrés Fahrenheit et tournant à la vitesse moyenne de deux révolutions par minute. Une couche très fine se forma sur toute la surface des deux cylindres. On obtint les meilleurs résultats lorsque l'épaisseur des couches ne dépassait pas 15 millièmes de pouce.

On enlevait les couches des cylindres après huit à vingt secondes environ de déshydratation, selon l'épaisseur des couches et la vitesse de rotation des cylindres. Une fois retiré des cylindres, le produit contenait environ 7% d'humidité. On brisa facilement les feuilles pour découvrir des particules cristallisées.

Dans la plupart des cas, la quantité d'eau requise pour diluer le mélange était de trois pour un. Si l'on ajoutait avant ou après la déshydratation, de l'amidon gélatineux, le produit absorbait plus d'eau par unité de poids au moment de la dilution et l'addition d'oeufs améliorait la consistance du mélange.

Trois genres de poisson de mer — morue, merlan et merluche — et une variété de poisson d'eau douce — poisson blanc — servirent à ces expériences. On fit d'abord bouillir le poisson pendant trois à

cinq minutes dans de l'eau contenant du sel, du poivre, du vinaigre et des oignons pour ensuite le hacher finement afin d'éliminer les arêtes. On le mélangea ensuite à de la purée de pommes de terre fraîchement cuites et déshydratées.

Pour les expériences avec de la viande, on mélangea de la purée de pommes de terre fraîchement cuites avec du boeuf, du porc ou de l'agneau haché cru, puis déshydraté. La cuisson de la viande se faisait lors de la dilution. Quant au poulet, on en fit cuire la chair dans de l'eau bouillante contenant du sel, du poivre, de la noix de muscade et des oignons, opération qui facilita la séparation de la chair et des os. On hacha ensuite le poulet cuit, on le mélangea avec de la purée de pommes de terre et on déshydrata le tout au moyen des cylindres.

Sauf pour le poulet, le mélange séché de pommes de terre et de viande avait la couleur gris-brun du boeuf bien cuit. Si l'on ajoutait 0.05% de nitrate de soude et 0.05% de nitrite de soude avant la déshydratation, le produit avait la couleur brun-rouge caractéristique de la viande en conserve.

Les mélanges pomme de terre-fromage et pomme de terre-poisson étaient très savoureux, le porc avait un goût excellent, et on a observé à propos de l'agneau et du poulet qu'ils «se laissaient manger très facilement». Le cas du boeuf était différent et il fallait ajouter un additif de saveur avant la déshydratation.

La quantité de pommes de terre contenue dans le mélange n'était pas déterminée avec précision. Il ne fallait pas cependant qu'elle soit trop importante par rapport à celle de la viande ou de fromage car la teneur en protéines du mélange aurait été du même coup trop faible. Les mélanges ayant la saveur la plus agréable, qui étaient les plus nutritifs et qui se prêtèrent en même temps le mieux à la déshydratation étaient ceux qui contenaient de 40 à 60% environ de viande ou de fromage, par unité de poids.

Une fois leurs travaux terminés, Asselbergs et son équipe de recherche constatèrent que les conditions économiques s'étaient considérablement améliorées en Europe septentrionale et que les possibilités de commercialiser dans cette région les mélanges réalisés avaient diminué. On avait négligé entretemps d'étudier les possibilités de commercialisation au Canada même.

Les pays en voie de développement semblaient constituer alors le meilleur débouché possible, mais un porte-parole de l'Institut de recherche sur les aliments fit remarquer que les produits obtenus par le groupe Asselbergs pourraient éventuellement être la solution idéale au problème du ravitaillement des militaires en campagne ou de l'alimentation

commode des campeurs.

Signalons enfin la place que pourraient occuper dans les maisons canadiennes les produits d'Asselbergs comme solution de rechange à plusieurs aliments légers à faible teneur en protéines que l'on utilise actuellement, si les maîtresses de maison devaient compter de plus en plus sur les aliments instantanés.

## Nouvelle table d'opérations

MARGARET BRASCH

On dévoilait récemment à Ottawa la première table d'interventions chirurgicales majeures de fabrication entièrement canadienne.

Cette table, qualifiée de «révolutionnaire» par ses dessinateurs, a été conçue et développée conjointement par le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) et par la Compagnie Bio-Millet.

Quatorze mois se sont écoulés entre la conception et la fabrication finale du prototype. Près de 160,000 dollars ont été investis: 50 pour cent sont venus d'un octroi fédéral sous l'égide du PAIT (Programme d'avancement de la technologie industrielle) et 50 pour cent ont été prêtés par la Compagnie Bio-Millet.

Puisque le CRIQ a fourni la main d'oeuvre et la compétence technique, la Compagnie se charge maintenant de la vente, de la fabrication et de la distribution de la table. C'est de cette façon que le CRIQ opère généralement: il entreprend un projet de recherche commandité pour le compte d'une industrie. Celle-ci, de son côté, en assume le coût réel et demeure propriétaire de tous les résultats obtenus (brevets, documentation, procédés, produits...).

Pour concevoir la table, le directeur du projet, M. Jacques Pageau et le dessinateur, M. Yvon Roy (tous deux du CRIQ), ont étudié une douzaine de modèles déjà répandus sur le marché. Par la suite, ils ont cherché à incorporer les meilleurs aspects de chaque table dans le «design» de la Miro-Plus-2000 (sigle commercial de la nouvelle table).

M. André Thibodeau, directeur des contrats et de l'exportation chez Bio-Millet, estime que le prix de vente de la table se maintiendra entre 4,200 et 6,000 dollars. Elle se situera alors au même niveau commercial que celle de son plus grand compétiteur, la Compagnie américaine AMSCO qui, à ce jour, retient plus de 80 pour cent du marché canadien.

A première vue, la table semble faire partie d'une mise en scène futuriste. Sa fabrication en mousse de caoutchouc noire et ses articulations indépendantes en six endroits lui prêtent une apparence de robot mécanique. Le tablier de mousse où l'on place le patient repose sur un cadrage métallique. Celui-ci comporte deux rails métalliques sous lesquels on peut faire glisser des plaques standard à rayons X, sans déplacer le patient.

C'est justement cette caractéristique qui donne à la table son aspect innovateur, car la table AMSCO, pour sa part, est constituée d'un cadrage métallique complet.

Pour bien apprécier cette innovation, il faut savoir que les rayons X se transmettent plus aisément dans l'air qu'à travers le métal. C'est pourquoi les dessinateurs de la Miro-Plus-2000 ont choisi de créer un espace entre le tablier et la plaque à rayons X; ce qui permet une meilleure perception des détails importants pour le radiologue. En effet, plus de rayons peuvent ainsi être transmis du patient aux plaques révélatrices.

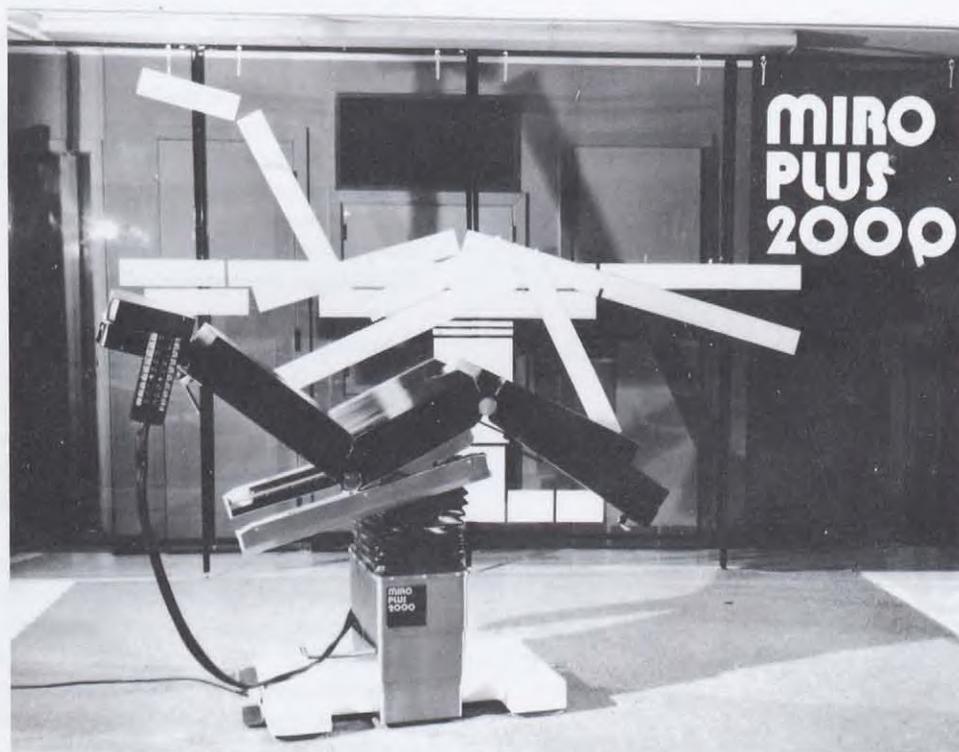
En plus de son avantage pour le radiologue, la table présente plusieurs aspects d'un intérêt particulier pour le chirurgien. Entre autres, sa construction articulée permet une variété de 10 positions du patient durant les interventions chirurgicales. La tête, le tronc et les jambes du patient peuvent être,

au moyen d'un boîtier de commande exclusif, élevés, abaissés ou déplacés individuellement selon l'angle désiré par le chirurgien.

M. Yvon Roy, fier de cette réalisation, maintient que la Miro-Plus-2000 ne se compare à «rien d'existant présentement sur le marché».

Malgré la forte compétition commerciale, quelles sont les chances de cette nouvelle table? M. Thibodeau affirme qu'il a déjà 10 offres fermes en provenance du Québec, une vingtaine du reste du Canada et une cinquantaine du marché américain. Jusqu'à maintenant, six brevets auraient été soumis afin de protéger le «design» et la fabrication de la table. Si tout fonctionne comme prévu, la production en série devrait s'effectuer vers le mois de septembre de l'année 1973.

Malgré les possibilités évidentes de cette invention, il demeure aux chirurgiens, radiologues et anesthésistes d'en prouver l'efficacité lors d'interventions chirurgicales majeures.



*La nouvelle table d'opération, Miro-Plus 2000, peut adopter de nombreuses positions différentes.*

## La démoustication

*CLAUDE BONENFANT*

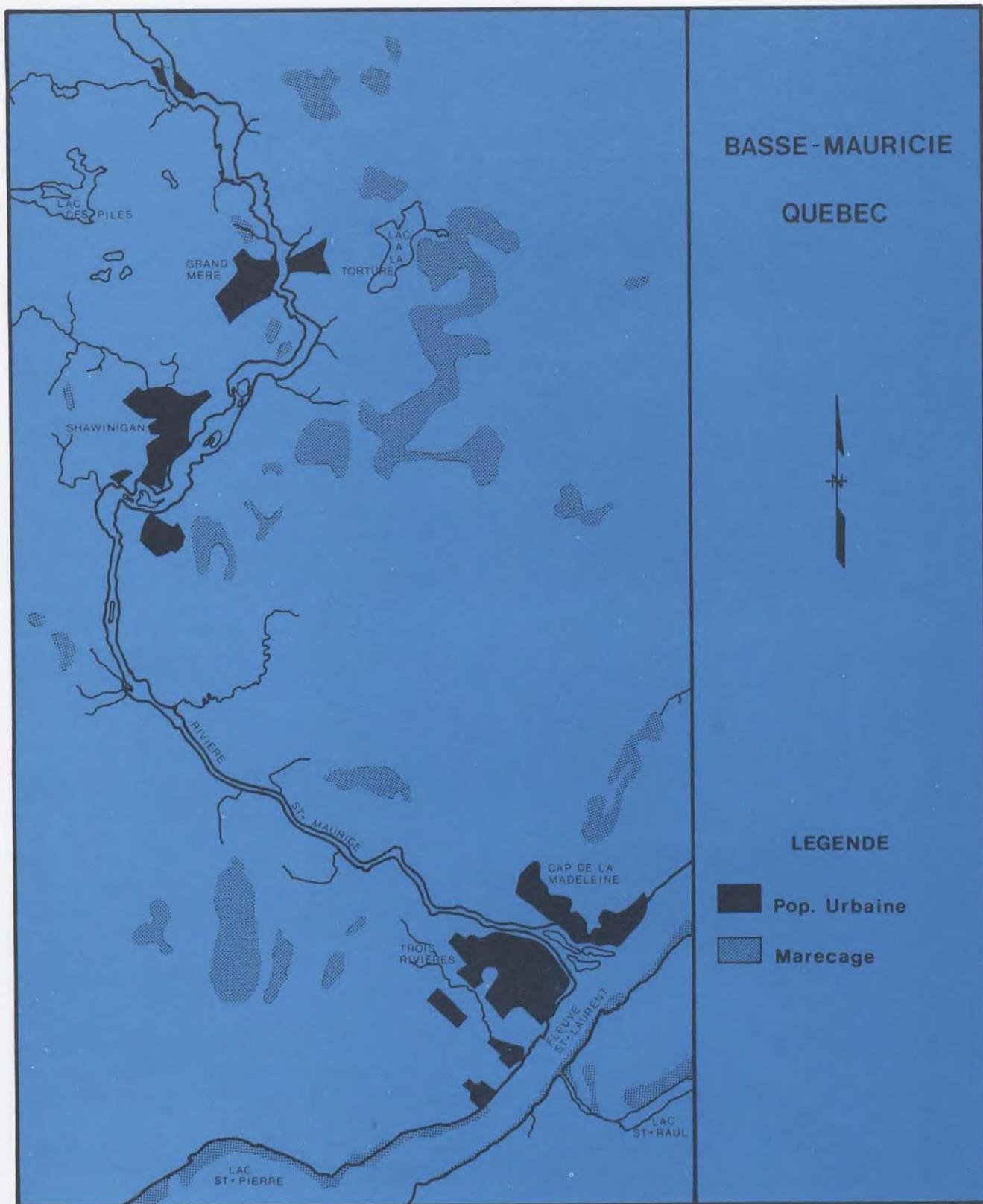
Nous connaissons tous ce bourdonnement familier qui vient subtilement nous annoncer qu'un moustique, désobligeant comme à son habitude, va nous infliger sa petite piqûre... et une bonne démangeaison. Ce sont-là choses bénignes la plupart du temps, mais quand même fort désagréables. Et nous pouvons nous compter bien chanceux si nous ne sommes pas littéralement assaillis lors d'un séjour au chalet ou dans la belle nature.

Rassurez-vous, car la chasse aux moustiques est commencée; du moins dans la région de la Basse-Mauricie, au Québec. En effet, un groupe de chercheurs du département de Chimie-Biologie de l'Université du Québec à Trois-Rivières a mis en oeuvre, au cours de l'année 1972, un projet de démoustication des zones marécageuses de l'endroit. Ce projet a pour but d'exercer un contrôle, écologiquement valable, des moustiques nuisibles dont on compte 44 espèces au Québec.

Il s'agit d'une nouvelle formule: la «lutte intégrée», qui combine avec efficacité lutte chimique et lutte biologique. Ce projet-pilote se limite, pour l'instant, à la région comprise entre Champlain, à l'est, Louiseville, à l'ouest, St-Jean-des-Piles, au nord, et Nicolet, au sud. Les principaux responsables sont MM. Antoine Aubin et Jean-Pierre Bourassa. Mme Estelle Lacoursière, M. Serge Belloncik et M. Marc Pellissier collaborent aussi à cette étude, subventionnée par l'UQTR et le Conseil national de recherches.

Il va sans dire que la lutte contre les moustiques nécessite bon nombre d'études écologiques préalables. Tout d'abord, les chercheurs ont dressé, à partir de photographies aériennes, une cartographie des principales zones forestières. La végétation est alors le «révélateur écologique» des populations de moustiques: elle rend possible l'inventaire des espèces et leur distribution à travers la région étudiée. Les zones les plus peuplées sont principalement caractérisées par une prépondérance d'eaux stagnantes, milieu de développement naturel des moustiques.

Le groupe de chercheurs a déterminé les composantes physico-chimiques les plus importantes qu'on retrouve dans les mares: par exemple, l'oxygène et le gaz carbonique dissous dans l'eau, la température et la couleur de l'eau. De même, il a étudié la productivité primaire du phytoplancton



Marécages situés dans la vallée du bas St-Maurice.

(algues), c'est-à-dire la mesure du pourcentage de l'énergie solaire qui, dans le marécage, est utilisée par les plantes. De plus, afin de mieux poursuivre durant toute l'année les études physiologiques du moustique et de mieux connaître son taux de croissance et son adaptation au milieu, le groupe a mis sur pied, en laboratoire, un élevage de quatre des principales espèces de moustiques.

D'après la classification scientifique, le moustique est un insecte diptère de la famille des culicidés; il est hématophage, c'est-à-dire qu'il a besoin de sang. Il n'y a que la femelle qui pique; une fois fécondée, elle tente de se procurer du sang d'homme ou d'animal. Ce sang contient des protéines qui sont essentielles à la production de ses oeufs. Contrairement à la croyance populaire, elle n'est pas obligatoirement vouée à la mort du simple fait qu'elle a piqué; cependant elle est plus vulnérable aux autres insectes, car ses moyens de défense sont amoindris à cause de sa lourdeur.

Le moustique passe une grande partie de son existence dans l'eau. On considère que son cycle de développement dure environ trois semaines, selon l'espèce. Les oeufs sont déposés dans des endroits humides; même si le milieu s'assèche, l'oeuf peut se conserver des mois ou des années. L'oeuf se transforme en larve lorsque les conditions de température et d'humidité sont propices. Les larves possèdent un syphon respiratoire et viennent périodiquement à la surface de l'eau pour s'oxygéner. De larves, elles se transforment en pupes. Quelques jours plus tard, la phase aquatique étant terminée, le moustique sort de son enveloppe et s'envole.

Se basant sur toutes ces observations, le groupe de chercheurs de l'UQTR est à mettre au point un moyen efficace pour mener la lutte contre les moustiques. Le combat s'effectue au stade larvaire. La méthode employée consiste à déverser dans l'eau un produit chimique, biodégradable, qui affaiblit la larve et permet à un champignon, parasite naturel du moustique, de l'attaquer. Ce champignon microscopique obstrue éventuellement le syphon respiratoire et la larve meurt faute d'oxygène. Le produit chimique ne sert qu'à affaiblir la larve, sans aucun autre effet immédiat sur l'environnement. Cette méthode se nomme lutte intégrée, car elle met à profit l'intransigeance

de la lutte chimique et la haute spécificité de la lutte biologique.

On doit entendre que les moustiques ne seront pas entièrement décimés. Cette méthode vise à contrôler les populations de moustiques et non à les détruire car, dans certaines régions, les moustiques ont une grande importance dans l'équilibre de la nature, particulièrement en tant que nourriture pour les oiseaux et insectes aquatiques.

Plusieurs études sont menées parallèlement au projet, soit pour déterminer le rôle des culicidés dans la chaîne alimentaire, soit pour connaître leur répartition dans la région inventoriée. Une des recherches les plus importantes consiste à analyser l'effet des champignons, ainsi que des produits chimiques utilisés, sur les autres organismes aquatiques. On y approfondit particulièrement l'étude de la parasitologie du moustique en vue de la seule utilisation, éventuellement, d'organismes pathogènes (virus, bactéries, champignons) pour le détruire. C'est le champignon qui semble présentement le plus efficace et qui représente le potentiel d'utilisation le plus important.

Bien que, pour le moment, les recherches ne permettent pas encore d'envisager la simple lutte biologique, on semble penser, dans les milieux autorisés, que les hormones de croissance, sécrétées par les moustiques et employées à leur détriment, constituent les méthodes d'avenir. L'ère du DDT pourrait bien être finie. Cependant les spécialistes en ce domaine déplorent le fait que les gouvernements sont encore trop peu sensibilisés au problème des moustiques pour y consacrer les sommes nécessaires à la recherche.

L'équipe de l'UQTR vérifie régulièrement les recherches qui se font ailleurs sur la démoustication. On y trouve, au titre de consultants, les noms du Dr. Ronald Roberts, entomologiste au «Boyce Thompson Institute» de New-York, et du Dr. R. Gruffaz, en charge de la démoustication dans les Alpes françaises. Lors du séminaire international sur la démoustication tenu à l'Université du Québec à Trois-Rivières en mai 1973, des spécialistes européens, américains et canadiens ont fait le point sur les recherches entreprises et les connaissances actuelles dans le domaine du contrôle des moustiques. Ce séminaire a été rendu possible grâce à la collaboration de l'ACFAS et de l'UQTR.

De son côté, le Dr. Robert Harrisson de l'École de médecine vétérinaire de St-Hyacinthe a mis en évidence, lors d'une conférence, la nécessité d'un programme de contrôle des moustiques.

D'un point de vue médical, les piqûres de moustiques, en plus de causer des irritations, transmettent souvent des maladies aux humains, comme par exemple, certaines fièvres et la somnolence qui les accompagne.

D'un point de vue vétérinaire, la lutte contre les moustiques permettra vraisemblablement une baisse de l'encéphalomyélite équine de l'est, maladie du sommeil pour les chevaux, qui a fait récemment son apparition au Québec.

Enfin, ce qui n'est pas négligeable, plusieurs terrains de camping et centres touristiques dévalués

par la trop grande quantité de moustiques, se verront soulager, dans une grande mesure, de ces insectes peu désirables. C'est assez pour nous faire rêver. Bientôt peut-être le camping n'aura plus d'autres inconvénients que celui de compter de trop nombreux adeptes!

Chacun peut, de son côté, mener sa lutte contre les moustiques sans craindre de contrecarrer l'équilibre naturel. C'est prouvé, il y en a trop. Peut-être pourrions-nous, en plus de les écraser du revers de la main quand ils se posent malencontreusement sur nous, jeter un coup d'oeil et nous débarrasser des eaux stagnantes qui se trouvent parfois dans notre entourage (gouttières obstruées, réservoirs qui retiennent l'eau). Ce sont là de véritables incubateurs et de merveilleux paradis pour les moustiques.

**«L'homme qui a fait brûler la glace» ou le père de la glaciologie moderne**

**MARTIN MCCORMACK**



*M. Howard T. Barnes a étudié les propriétés physiques des glaces afin d'empêcher les embâcles sur le Saint-Laurent et aussi pour protéger les navires au large des côtes de Terre-Neuve et du Labrador.*

Les anciens de Jenkins' Cove se rappellent de Howard T. Barnes comme de «l'homme qui a fait brûler la glace».

Par une chaude journée du printemps 1926, le physicien montréalais et deux de ses assistants enfouissent très profondément un cylindre de 500 livres dans un iceberg échoué dans une anse au large de la côte est de Terre-Neuve. Au crépuscule, la population entend un bruit d'enfer, puis voit une gerbe de feu s'élever de l'iceberg à des centaines de pieds de hauteur dans le ciel noir comme de l'encre.

Des morceaux de métal fondu et des fragments de glace en feu tracent un arc dans le ciel avant de s'écraser en sifflant dans la mer à des centaines de pieds de l'iceberg. Par la suite, les gens devaient entendre pendant plusieurs heures les craquements et les gémissements du monolithe glaciaire en train de se désagréger.

La démonstration ne dément pas le goût de Barnes pour le spectaculaire, mais il n'y a pas eu de magie à Jenkins' Cove. Il s'agissait tout simplement d'une des plus importantes réalisations d'un scientifique canadien qui, à lui seul, ou presque, a fait de la technique des glaces un domaine distinct de la recherche scientifique.

La technique des glaces s'occupe surtout de la mise au point de méthodes permettant de contrôler le déplacement des glaces et les conditions qui en favorisent la formation de façon à prévenir l'obstruction des bouches d'approvisionnement en eau des stations de pompage et des centrales électriques par les glaces des lacs et des rivières, et à provoquer la dispersion des glaces qui bloquent les rivières et l'éclatement des icebergs en mer.

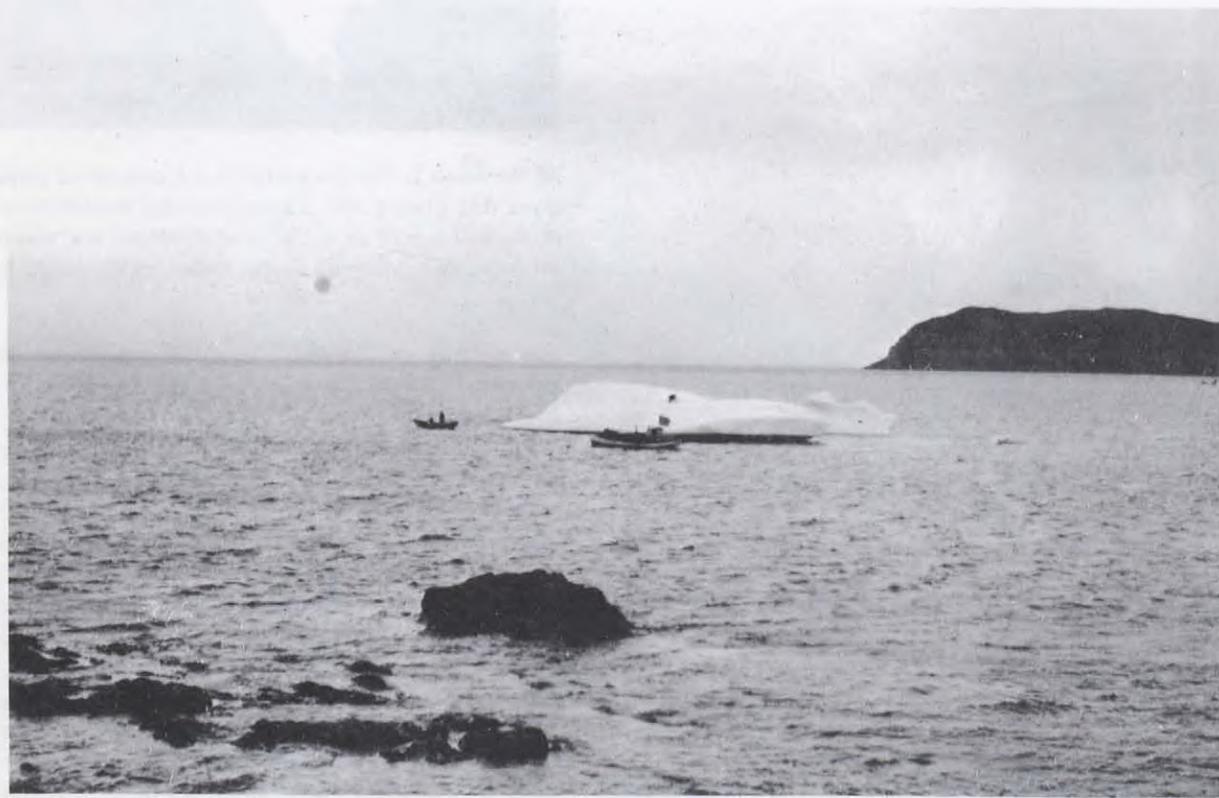
C'est à cette dernière tâche (fractionner une

énorme masse de glace) que Barnes s'affairait ce jour-là à Jenkins' Cove. Il a recours à sa propre méthode que l'on croit être la première approche scientifique du problème du morcellement des icebergs.

Barnes utilise un composé chimique incendiaire appelé thermitite, mélange pulvérisé d'aluminium et d'oxyde ferrique qui brûle à des températures allant de 2,500 à 4,000 °C.

Une telle quantité de chaleur se dégageant pendant une durée de 30 secondes à 1 minute fait craquer la glace sur des centaines de pieds. Les très hautes températures transforment aussi une petite quantité de glace en vapeur d'hydrogène et d'oxygène qui s'enflamment et peuvent brûler pendant cinq à six secondes.

La technique connaît un tel succès que bon



*M. Barnes et ses assistants se préparent à détruire cet iceberg, avec une charge de thermitite.*

nombre de villes maritimes de l'est du Canada et du nord-est des États-Unis demandent à Barnes de briser les glaces qui bloquent leurs cours d'eau. En 1926 seulement, il fait éclater trois icebergs au large de Terre-Neuve.

Le physicien de l'Université McGill emploie la thermite pour la première fois en février 1925 afin de dégager une masse de 250,000 tonnes de glace sur le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Waddington (New York), à mi-chemin environ entre Kingston et Montréal. Au cours des deux années suivantes, il élimine des accumulations de glace sur le Saint-Laurent près d'Ogdensburg (New York), sur la rivière Moire à Belleville (Ontario) et sur la rivière Saint-Maurice à La Tuque (Québec), à

environ 150 milles au nord-est de Montréal. La plus grande débâcle que Barnes ait jamais déclenchée à l'aide de la thermite, il l'effectue à la fin de février 1926 sur la rivière Allegheny, en Pennsylvanie; le « bouchon » est long de 25 milles.

Bien que l'explosion à la thermite se soit révélée très efficace, on n'y a plus recours. Durant les 30 dernières années, les brise-glace ont empêché la formation d'embâcles importants sur les principaux cours d'eau de la plupart des pays nordiques. Aujourd'hui, deux brise-glace du ministère des Transports sillonnent sans répit le Saint-Laurent au cours de l'hiver.

Barnes est le premier à avoir analysé et décrit scientifiquement l'état des glaces que ces bateaux



*Pendant que la thermite chimique incendiaire brûle dans l'iceberg immobilisé, dans la Baie de Jenkin, la chaleur intense change l'oxyde de fer dans des étincelles volantes de fer fondu, et transforme la*

*glace située autour de la thermite, dans de l'hydrogène et dans des gaz d'oxyde. Ces gaz prennent feu et brûlent. Plus tard, l'iceberg fendait en petits morceaux inoffensifs.*

doivent briser, en particulier sur le Saint-Laurent entre la ville de Québec et l'est du lac Ontario. Les canaux peu profonds où les glaces s'accumulent facilement sont les plus difficiles à dégager. Il y a aussi les passages agités et les vastes étendues d'eau où un grand nombre de petits cristaux ronds ou en aiguille se forment à des températures sous zéro.

Les cristaux, que l'on nomme glaces de fond, adhèrent à tout ce qui se trouve sur leur route: rochers en eau peu profonde, dessous des bancs de glace, couches de fond de croûtes de glace flottantes ou grilles des bouches d'eau des centrales électriques et des prises d'eau des stations de pompage des villes.

Barnes a entrepris ses travaux sur la technique des glaces à McGill, en 1895, par une étude sur la formation des glaces de fond. Au cours des trois années suivantes, il effectue des expériences en laboratoire et sur le Saint-Laurent afin d'établir la quantité de chaleur requise pour fondre la glace. S'il ne faut qu'une petite quantité de chaleur, pense Barnes, on peut avoir recours aux techniques mécaniques ou électriques pour chauffer et fondre la glace accumulée sur les turbines, nettoyer les grilles des prises d'eau et ramollir des embâcles de faible envergure.

Au cours d'expériences menées en 1895 et en 1896, Barnes met de la neige propre dans des bechers contenant de l'eau passée rapidement à une température inférieure au point de congélation. Les cristaux de neige provoquent la formation de la glace en masses spongieuses tout comme les amas de glaces de fond. Au moyen d'un thermomètre très précis, le physicien découvre à tout coup que la température de l'eau dans les bechers est de  $-0.014^{\circ}\text{C}$ . à l'instant où les cristaux de glace presque transparents commencent à se former.

Puisque le cinquième des étendues d'eau du Saint-Laurent se transforme en glace au milieu de l'hiver, Barnes prend la température dans les bechers une fois de plus quand 20% de l'eau qu'ils contiennent est gelée. A cette étape des expériences, la température qu'il obtient à tout coup est de  $-0.006^{\circ}\text{C}$ .

En 1897, il prélève la température de l'air et de l'eau aux rapides de Lachine, à cinq milles à l'ouest du centre-ville de Montréal. Le 7 février, il enregist-

tre une température de  $0.019^{\circ}\text{C}$ . pour l'eau, et constate que la glace du Saint-Laurent fond rapidement sous un ciel nuageux et une température ambiante qui se situent au point de congélation. Toutefois, le 12 février, la glace de fond se forme rapidement dans l'eau à  $-0.007^{\circ}\text{C}$ ., refroidie par un vent violent de l'est et une température de l'air de  $-19^{\circ}\text{C}$ .

À partir de ces observations, Barnes conclut qu'une légère variation de la température de l'eau suffit pour que la glace fonde ou se forme. Donc, si les opérateurs de centrales hydroélectriques pouvaient réchauffer les aubes qui en actionnent les turbines et les grilles des prises d'eau qui empêchent les billes flottantes d'entrer, les sociétés hydroélectriques pourraient mettre un terme à la formation des glaces qui bloquent leurs installations et réduisent la quantité d'énergie produite, ou qui, à l'occasion, arrêtent toutes les opérations de la centrale. Les stations de pompage municipales pourraient, de la même façon, chauffer les grilles des bouches d'eau et empêcher ainsi la glace de bloquer les conduites.

En 1906, John Murphy, de la Ottawa Power Company, qui avait lu plusieurs articles écrits par Barnes, réussit à injecter de la vapeur dans les turbines et autour des aubes, là où la glace de fond causait souvent des problèmes. Murphy, le premier Canadien à avoir employé la chaleur pour empêcher la glace d'entraver le fonctionnement des centrales, a également utilisé l'électricité pour réchauffer les barreaux des grilles des bouches d'eau.

Barnes a fait aussi les recommandations suivantes aux centrales électriques et aux stations de pompage:

les prises d'eau doivent être installées en eau profonde, là où les eaux calmes sont habituellement recouvertes d'une mince couche de glace, de décembre à avril. La glace empêche l'eau de se refroidir au contact de l'air, processus qui déclenche la formation de la glace au fond des rivières et la formation de glaces en surface si la température de l'air est assez froide;

les canaux d'entrée, qui acheminent l'eau aux turbines ou aux réservoirs, doivent être profonds et étroits afin de réduire le rayonnement de la chaleur dans l'air. Au cas où l'on ne

pourrait construire des canaux profonds et étroits, les ingénieurs devraient avoir recours à des tuyaux.

Aujourd'hui, les centrales hydroélectriques du Canada et du nord des États-Unis considèrent les suggestions de Barnes comme élémentaires, déclare Elton Pounder, successeur de Barnes en physique des glaces à McGill.

Chaque hiver, de 1908 à 1926, Barnes est à bord d'un brise-glace qui sillonne le Saint-Laurent ou le golfe Saint-Laurent. Il étudie la glace de fond et, à l'aide d'un thermomètre très précis de son invention appelé microthermomètre, il mesure les températures de l'eau, au millième de degré centigrade près, sur des centaines de milles carrés.

Le microthermomètre n'est en fait qu'une bobine électrique qui mesure la résistance de l'eau, propriété qui varie selon la température. Fixée à la coque du navire, à cinq pieds en dessous de la ligne de flottaison, la bobine transmet des mesures de résistance sous forme de courant électrique capté par un enregistreur placé dans une salle de cartes qui trace sur une feuille mobile une courbe représentant la température de l'eau.

À l'aide du micro thermomètre, Barnes prouve qu'au cours de l'hiver 1924-1925, le lac Ontario a constitué un immense réservoir thermique. Il avait installé des enregistreurs de température fonctionnant continuellement à Saint-Lambert, sur la rive sud de Saint-Laurent face à Montréal, et dans les villes ontariennes de Cornwall, Morrisburg, Prescott, Brockville et Kingston, toutes se succédant en direction ouest sur le fleuve. Il a comparé ensuite les températures de l'eau du Saint-Laurent, du 1er octobre au 30 juin, en notant la date de début de la formation des glaces sur le fleuve dans chaque ville.

Même si la température était parfois plus froide près du lac Ontario, la glace s'est formée d'abord à Saint-Lambert aux environs du 10 décembre et

atteignait finalement Kingston vers le 1er février. La raison de la formation de la glace dans le sens est-ouest est le courant continu d'eau tiède provenant du lac Ontario. Selon Pounder, la température de l'eau du lac est rarement inférieure à 4 °C.

Les études menées dans le golfe Saint-Laurent ont permis à Barnes de détruire la croyance populaire que l'eau qui entoure les icebergs soit plus froide qu'ailleurs. En 1908, il découvre que l'eau qui, dans un rayon de cinq milles, entoure un iceberg a une température supérieure d'environ 1 °C. à celle des eaux environnantes, différence considérable pour une science qui considère des variations d'un centième de degré comme importantes.

Barnes explique qu'un iceberg refroidit l'eau qui entoure les neuf dixièmes de sa masse submergée. L'eau refroidie s'enfonce à cause de sa densité supérieure à celle de l'eau qui n'est pas à proximité du banc de glace. C'est alors que l'eau plus chaude remonte à la surface autour de l'iceberg et remplace l'eau froide qui s'est enfoncée. De plus, l'eau fraîche qui provient de la fonte de l'iceberg forme une mince couche qui reste à la surface parce que, d'une part, elle a une densité moindre que celle de l'eau salée et, d'autre part, elle ne se mélange que très lentement à l'eau de mer. Donc, l'eau de fonte d'un glacier reste à la surface assez longtemps pour être réchauffée par le soleil.

Barnes a décrit ses observations et ses théories dans deux livres intitulés *Ice Formation* (1906) et *Ice Engineering* (1928), qui sont considérés comme des ouvrages de base de la glaciologie moderne. Au cours de sa carrière à l'Université McGill, de 1890 au début des années 30, Barnes était membre d'un grand nombre d'organismes scientifiques, notamment la Société royale du Canada, la Royal Society of London, la Physical Society, l'Institut canadien des ingénieurs et la Royal Meteorological Society.

## **Le vaccin contre la peste bovine**

*LINDA CHEMELLI*

Un vaccin mis au point au Québec pendant la Seconde Guerre mondiale pour protéger le bétail nord-américain d'une éventuelle guerre biologique est devenue une arme puissante dont se servent les pays en voie de développement pour combattre une maladie mortelle des animaux: la peste bovine.

Cette maladie, qui ne touche que les ruminants, s'attaque à tous les organes et entraîne la diarrhée, la fièvre, puis la mort.

Avant la découverte, par le Canada, du vaccin contre la peste bovine, plus de deux millions de têtes de bétail et de buffles mouraient chaque année en Afrique, en Extrême-Orient et en Inde des effets de cette maladie extrêmement contagieuse. Tout dernièrement, en 1970, de graves épidémies de peste bovine anéantirent une grande partie du cheptel de 24 pays d'Afrique et, plus particulièrement, ceux qui sont compris dans la bande transcontinentale qui s'étend du Sénégal à la Somalie, au nord, et à la Tanzanie, au sud.

Après le succès des quatre scientifiques canadiens et des quatre scientifiques américains qui tentèrent de mettre au point un vaccin efficace contre la peste bovine en 1946, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture commença à participer à sa fabrication et à sa distribution. Elle fit aussi parvenir des renseignements sur la production et les usages du vaccin aux pays touchés par la maladie ou menacés de l'être, et envoya sur place des experts pour les aider à le fabriquer et à l'administrer.

Nous ne disposons d'aucun chiffre qui aurait pu nous donner une idée de l'étendue de la peste bovine dans certains pays en voie de développement soit avant, soit après la vaccination, mais nous savons que la Chine, qui a connu dans le passé de sérieuses épidémies, n'en a enregistré aucune en 1971 et que les effets de cette maladie en Afrique et en Inde ont aussi considérablement diminué.

Dans le cadre du programme canadien d'aide aux pays étrangers, l'Agence canadienne de développement international a envoyé, en juin 1973, sept vétérinaires et un agent administratif en Éthiopie pour participer au programme éthiopien de lutte contre la peste bovine qui employait ce vaccin canadien.

La partie du programme dont était chargé le Canada, qui avait débuté trois ou quatre ans plus



*Dr. Guilford Reed*



*Dr. Charles A. Mitchell*



*Dr. James Craigie*



*Dr. E.G.D. Murray*

tôt, comprenait la triple vaccination, dans trois provinces du nord-ouest de l'Éthiopie, de dix millions de têtes de bétail au cours des trois années suivantes.

Les travaux sur la peste bovine commencèrent en 1943 dans le plus grand secret à Grosse-Ile, îlot du fleuve Saint-Laurent, situé à 30 milles en aval de Québec.

Bien qu'une grande partie de l'histoire reste encore officiellement secrète, on sait que le Canada et ses alliés craignaient que l'ennemi ne répande la peste bovine sur le continent nord-américain dans le but de détruire une grande partie des ressources alimentaires des soldats combattant outre-mer.

En 1943, une commission mixte canado-américaine de huit membres, dont quatre canadiens, fut créée par le ministre canadien de la Défense nationale et le secrétaire d'État américain à la Guerre pour établir un centre de lutte contre les armes biologiques qui serait chargé de la recherche et du développement d'un vaccin. Les membres canadiens de la Commission étaient le Dr. Charles A. Mitchell, de l'Institut fédéral de recherches vétérinaires, de Hull (Québec), le Dr. James Craigie, chef de la Division de biologie de la faculté d'hygiène de Toronto, le regretté Dr. Guilford Reed, directeur du département de bactériologie de l'Université Queen's de Kingston et le regretté Dr. E.G.D. Murray, directeur du département de bactériologie de l'Université McGill de Montréal. L'entreprise devait se terminer le 28 février 1946.

Le vaccin est un médicament préventif contenant un virus traité d'une manière qui le rend moins virulent. Le virus affaibli ou atténué est introduit dans l'organisme pour provoquer une petite infection qui, à son tour, stimule l'élaboration d'anticorps, substances qui combattent l'infection et immunise réellement l'animal contre une nouvelle maladie.

Le but immédiat du groupe de scientifiques réunis à Grosse-Ile était donc de recueillir une quantité suffisante de virus virulents de la peste bovine dans les poumons et la rate des animaux malades, puis de produire, à partir de ce virus, 100,000 doses de vaccin qui immuniseraient le bétail pour une longue période. Ils pensaient qu'avec une aussi petite dose de vaccin, il serait

possible d'enrayer les épidémies sporadiques de peste bovine au Canada et aux États-Unis.

Des vaccins fabriqués à partir de la rate des animaux avaient déjà été mis au point en Afrique, en Inde, en Chine et dans d'autres pays au cours des années 20, mais ils n'assuraient qu'une brève immunité.

La première méthode utilisée par les scientifiques de Grosse-Ile en vue de produire un virus suffisamment atténué pour servir de vaccin fut maladroite et inefficace. Ils inoculaient d'abord un virus inactivé à un veau qu'ils abattaient au plus fort de sa fièvre afin de pouvoir retirer de la rate la plus grosse quantité possible de virus.

Un veau pouvait fournir une quantité de virus capable de produire un maximum de 350 doses de vaccin seulement et on n'était pas en mesure de traiter plus de 15 veaux chaque jour. Or, une telle méthode n'aurait guère permis d'enrayer les grandes épidémies de peste bovine puisqu'il aurait fallu attendre l'an 2002 avant de pouvoir produire suffisamment de vaccin pour immuniser les 60 millions de têtes de bétail canadien et américain, but à long terme de l'entreprise.

Sachant que les oeufs constituaient un excellent moyen de culture des virus, les chercheurs décidèrent alors d'introduire le virus dans des oeufs de poule fécondés. Il leur semblait ainsi possible de cultiver le virus en grande quantité et à moindres frais. En outre, le virus qui se développe dans les oeufs ne porte aucune bactérie, ce qui n'est pas le cas pour le bétail.

Prenant des oeufs couvés depuis dix jours, le groupe perça à l'aide d'une fraise de dentiste une petite fenêtre carrée dans chaque coquille au-dessus de l'embryon puis laissa tomber sur la membrane chorio-allantoïque qui entoure et protège l'embryon un morceau de tissu de veau de deux à quatre dixièmes de centimètre cube contaminé par un virus de type Kabete, de Rhodésie.

Les oeufs étaient remis ensuite à couver pendant trois jours pour permettre au virus de se développer. Puis, l'embryon et la membrane chorio-allantoïque étaient enlevés, broyés en milieu stérile en congelés. Les chercheurs découvrirent que, gardé à - 20° centigrades, le vaccin conserve toute sa puissance, mais que les virus mouraient quand le vaccin, exposé à la température de la pièce pendant 72

heures, devenait complètement inactif. Le tissu, une fois broyé, était séché sous vide afin de pouvoir être gardé plus facilement et transporté sans rien perdre de son efficacité du lieu de fabrication au point d'utilisation.

Pour l'administrer, on dissolvait une fiole de vaccin lyophilisé dans environ 60 centimètres cubes de solution saline ou phosphatée. Les essais révélèrent que le vaccin était efficace contre tous les types de peste bovine.

Les scientifiques inoculèrent de un à cinq centimètres cubes du vaccin juste en-dessous de la peau de veaux gardés dans des stalles d'isolement. Le premier vaccin fut trop fort et les fit périr.

Pour obtenir un virus moins dangereux, il était donc nécessaire de faire «passer» le virus à travers une série d'oeufs avant de l'inoculer. Ce n'est qu'après avoir effectué quarante fois l'opération que le virus fut vraiment atténué et suffisamment affaibli pour ne causer qu'une infection assez légère en mesure d'immuniser les veaux.

L'autopsie pratiquée sur un grand nombre d'animaux cobayes fournit d'autres renseignements sur les caractéristiques de la peste bovine et permit de découvrir comment le métabolisme du veau essaie de résister à la maladie.

La plupart des animaux soumis aux expériences étaient de race Holstein-Friesian, Jersey ou Ayrshire, mais il y avait également quelques Hereford, Red-Poll, Shorthorn et Guernesey. Ces races réagissent à peu près pareillement au virus de type Kabete.

Pour pénétrer dans la stalle d'isolement du veau contaminé, les scientifiques ou leurs assistants devaient porter des gants, des bottes et une combinaison de caoutchouc, et, une fois sortis,

prendre une douche et se savonner, ce qui représentait un minimum de 20 douches par jour pour chacun.

Les veaux n'étaient pas nourris au foin car il aurait été difficile de se débarrasser de certains éléments de leurs déjections dans les égouts de Grosse-Ile. Leur nourriture se composait plutôt de céréales achetées dans le commerce, mélangées à de la pulpe de betterave séchée et à de la luzerne hachée.

Le groupe se débarrassait des veaux morts en les coupant en pièces suffisamment petites pour entrer dans de grandes poubelles métalliques, qui étaient soigneusement ébouillantées puis conduites jusqu'à un incinérateur.

Tous les déchets provenant des stalles d'isolement étaient évacués dans des réservoirs en béton d'une capacité de mille gallons qui servaient d'étuves à stérilisation: les déchets y étaient chauffés pendant environ quatre heures, jusqu'à ce qu'ils atteignent une température de 80° centigrades et, une fois tout danger écarté, ils étaient déversés dans le fleuve Saint-Laurent.

À la fin de la guerre, le projet de Grosse-Ile fut entièrement repris par les Canadiens, qui reçurent tous des États-Unis la plus haute distinction qui puisse être décernée là-bas à un civil: la Médaille de la Liberté.

Le Dr. Mitchell est maintenant chargé de recherche en microbiologie à l'Université d'Ottawa et il dirige une équipe qui essaie de mettre au point un antisérum pour les êtres humains atteints de la rage. Son projet est financé par le Conseil de recherche pour la défense (Ottawa).

Quant au Dr. Craigie, il se trouve à Londres (Angleterre) où il effectue des recherches sur le cancer.

## Le bégaiement

MARGARET BRASCH

Diderot écrivait: «Je ne connais pas de gens qui aiment plus à parler que les bègues.» En dépit de cette vérité, la conversation du bègue semble souvent amusante ou embarrassante pour l'oreille «normale».

Certes, pour la personne souffrant du bégaiement, toute conversation devient à la fois difficile et gênante. Souvent intelligent et sensible au-delà de la norme, le bègue se sent handicapé lorsqu'il essaie d'exprimer une idée ou de participer d'une façon active à une discussion quelconque.

Affectant près de trois pour cent de la population canadienne, le bégaiement peut se définir comme une névrose des organes de la parole qui se manifeste par des défauts de prononciation sous forme de répétition saccadée d'une syllabe et par un arrêt involontaire des mots.

Les orthophonistes, spécialistes du langage parlé, reconnaissent deux espèces de bégaiement: clonique et tonique. Dans le premier cas, il se présente sous forme de répétition convulsive d'une syllabe avant que ne commence ou ne continue une phrase. Par exemple: «Le, le, le, le, loup a mangé l'agneau.»

Le bégaiement tonique, pour sa part, consiste en un état d'immobilisation musculaire qui empêche absolument la parole; lorsqu'enfin ce spasme cède, la parole du bègue s'élanche de façon rapide, précipitée, en une sorte de débordement très caractéristique.

Le bégaiement se manifeste généralement dès que l'enfant est en mesure de parler. En effet, on sait maintenant que le pourcentage des bègues est très élevé vers les âges de trois à cinq ans, pour ensuite diminuer à trois pour cent vers le temps de la puberté. On calcule le pourcentage en mesurant combien de mots sur cent sont mal prononcés par un bègue.

Autant différent les bègues les uns des autres, autant varient les causes de leur bégaiement. M. Léonce Boudreau, psychologue à l'Université de Moncton au Nouveau Brunswick, racontait l'histoire d'un garçonnet de cinq ans qui, à force d'imiter le bégaiement de son oncle, en avait pris l'habitude et demeurait, à quinze ans, bègue lui-même.

M. Boudreau s'intéressait depuis cinq ans aux causes du bégaiement et surtout aux solutions

appropriées. Subventionné par le Conseil de recherches médicales, il étudiait les effets de généralisation du métronome émettant une pulsation prolongée, sur le bégaiement.

Dans le cadre de son expérience, M. Boudreau recueillait, au moyen d'annonces dans un quotidien régional, des sujets mâles âgés de 13 à 30 ans. Deux raisons motivaient ce choix de sujets masculins: le taux de bégaiement trois fois plus élevé chez l'homme que chez la femme, d'une part, et la volonté de limiter le nombre de variables dans l'expérience, d'autre part.

Les sujets constituaient par ailleurs un amalgame de Canadiens français et de Canadiens anglais. Selon le psychologue lui-même, cet heureux mélange se serait produit tout à fait par hasard.

Les 20 bègues choisis, cotés en moyenne à 16 pour cent de bégaiement, étaient divisés en deux groupes de 10: le premier groupe subissait le traitement, l'autre servait de contrôle ou de témoin de l'expérience. Ce dernier groupe se présentait au laboratoire, mais ne subissait pas de traitement; ainsi, il servait de point de comparaison dans le plan expérimental.

Pendant 21 jours, les bègues allaient au laboratoire de M. Boudreau pour subir, une fois la semaine, des tests qui duraient environ deux heures.

L'expérience se déroulait en quatre étapes: le pré-test, les 10 sessions de traitement, le post-test et le «follow-up». Le pré-test et le post-test se donnaient sans métronome.

Dans le pré-test, le psychologue établissait le degré de motivation, le pourcentage de bégaiement et les besoins individuels de chaque bègue. Après le pré-test, le bègue subissait le traitement même. À l'aide d'écouteurs, il entendait le rythme sonore suivant: deux secondes de pulsations d'un métronome électronique, suivies d'une seconde de silence.

Aidé de Maria Hébert, une étudiante graduée, M. Boudreau exigeait que ses patients lisent un texte durant vingt minutes en suivant le rythme du métronome. Après avoir maîtrisé la lecture synchronisée, le bègue devait adapter cette technique au langage spontané pendant une autre session de vingt minutes. La lecture et la conversation au

métronome constituaient la «tâche» de l'expérience.

En ce qui a trait au post-test, il ne s'agissait que de coter à nouveau le pourcentage de bégaiement durant la lecture et la conversation sans l'aide du métronome. On établissait ainsi le degré de succès obtenu lors du traitement.

«On espère, notait le psychologue, que la synchronisation deviendra une question d'habitude.» En effet, le but ultime de l'expérience était d'apprendre aux bègues à «généraliser», c'est-à-dire, à passer d'une situation de laboratoire à la condition normale de tous les jours.

Au chapitre des résultats positifs, M. Boudreau notait une baisse significative du pourcentage de bégaiement entre le pré-test et la première séance de traitement au métronome. Le progrès se maintenait ensuite au même niveau durant toutes les sessions de traitement. À la fin de chaque séance, on encourageait les bègues à pratiquer la technique à la maison.

Quatre mois après la fin de l'expérience, les 20 bègues étaient soumis à une session de rappel (le «follow-up»). M. Boudreau notait alors avec enthousiasme que les 10 bègues traités avaient réussi à conserver l'amélioration obtenue lors des traitements.

Ajoutons cependant que M. Boudreau combinait un processus de désensibilisation systématique à celui du traitement au métronome, dans le but de réduire la gêne inhibitrice du bègue. On déterminait d'abord quelles situations étaient plus aptes à augmenter le bégaiement chez chaque bègue. Après quoi, on demandait au bègue d'imaginer la situation la moins anxiogène. Une fois cela établi, le bègue devait pratiquer à parler dans le contexte de cette situation choisie. La désensibilisation s'effectuait par la suite à des degrés de plus en plus élevés.

«Nous sentions le besoin d'un traitement de désensibilisation, faisait remarquer le psychologue, car nous avons noté que le bègue avait beaucoup plus de difficulté à s'exprimer seul que dans un groupe de semblables.»

«Il faut noter que tous les bègues ne répondent pas à ce traitement de la même façon. Ça dépend énormément du degré de motivation,» affirmait le psychologue.

On peut donc dire qu'une grande part du succès

de cette méthode résidait dans la motivation même du bègue. Celui-ci, face à une situation où il se devait de converser, devenait tendu et anxieux. Le rôle du psychologue, à ce moment-là, était d'apprendre au bègue l'art de se relaxer. Et cela souvent sans succès immédiat! Le psychologue devait observer que le facteur «âge» figurait grandement dans le degré de motivation du bègue, les plus jeunes étant plus susceptibles d'accepter le traitement.

Traiter le bégaiement avec le métronome à pulsations n'est pas vraiment une nouveauté; cela date de plus d'un siècle. Toutefois, la combinaison du traitement au métronome avec celui de la désensibilisation systématique constitue l'aspect innovateur de la méthode Boudreau. La preuve se situe dans les résultats du «follow-up».

Mais de quelle valeur pratique s'avère cette technique expérimentale? Selon M. Boudreau, elle serait facilement adaptable aux écoles pour le traitement de jeunes bègues. «Il s'agirait d'enregistrer les pulsations du métronome sur une bande magnétique centrale, après quoi, un nombre illimité de bègues, avec écouteurs individuels, pourraient pratiquer leur conversation et leur lecture sans interruption. De plus, le coût de l'installation serait très minime.»

En effet, M. Boudreau applique présentement cette méthode dans trois écoles régionales de Moncton avec des résultats prometteurs. En augmentant le nombre de sessions au métronome ainsi que la pratique personnelle à la maison et en mettant au point un métronome-écouteur portatif, le psychologue acadien espère aider les bègues à diminuer leur affliction et à mener une vie normale.

## La réimplantation du caribou

CLAUDE BONENFANT

On parle de plus en plus de conservation des ressources naturelles et de protection de l'environnement. Le plus souvent, c'est pour dénoncer des situations déplorables, blâmer des négligences qui mettent en péril l'équilibre naturel ou encore combattre, à juste titre, le laisser-aller qui prédomine souvent dans le secteur écologique. Cependant, il y a des projets dans ce domaine qui sont menés à bien et qui méritent notre attention: c'est le cas du caribou, dont le nom populaire est le renne d'Amérique.

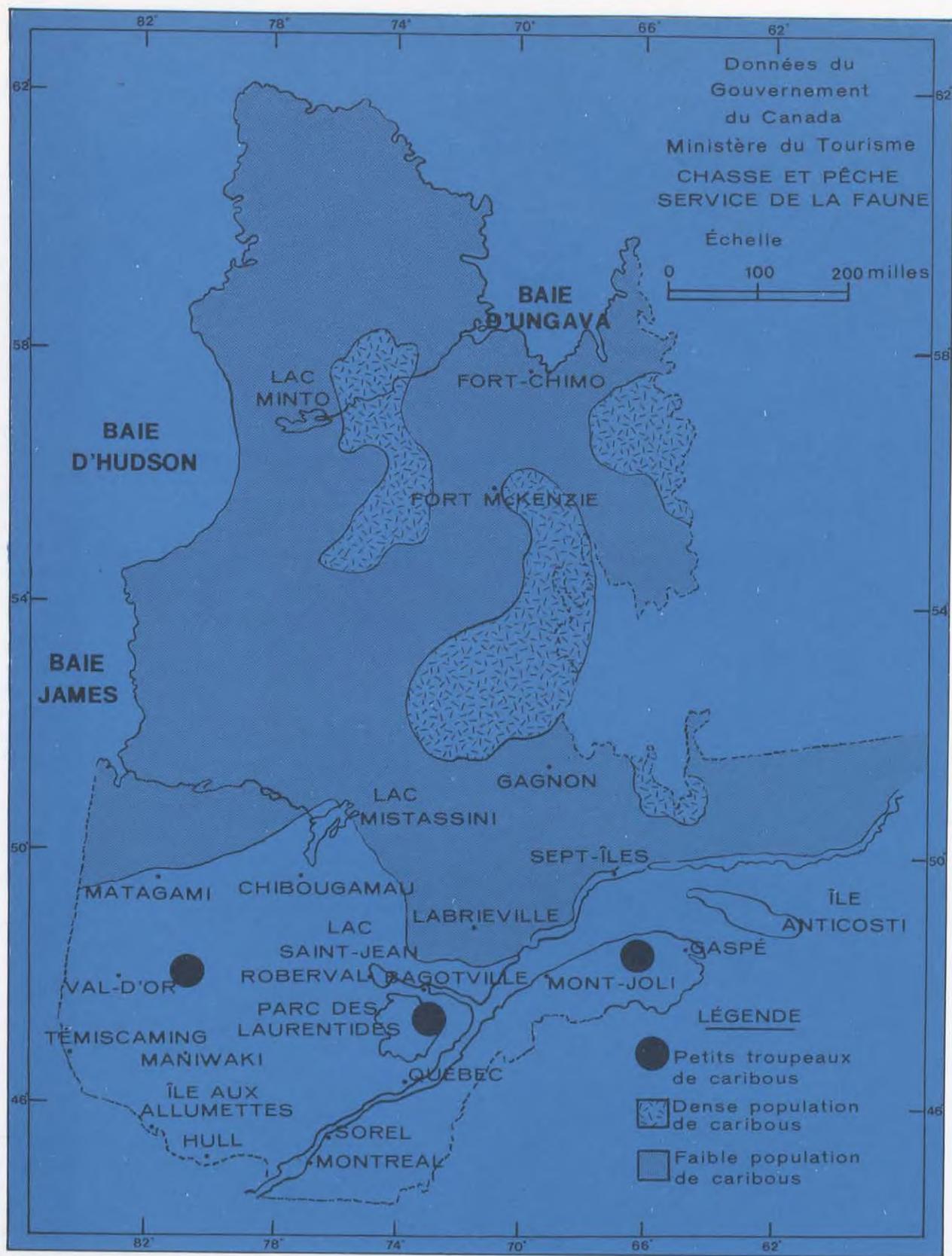
On prédisait, il y a une vingtaine d'années, sa disparition du territoire québécois. Cependant, il s'est multiplié si vite et si bien, qu'aujourd'hui son nombre atteindrait les 100,000 dans le Nouveau-Québec et l'Ungava. Pourtant, le caribou n'a pas eu partout le même heureux sort. C'est pourquoi, depuis 1966, sous l'instigation de M. Pierre Desmeules, on tente de le réimplanter dans le parc des Laurentides, d'où il est disparu vers 1930.

Le caribou fait partie de la grande famille des cervidés. Il aborde le continent américain par l'Alaska, il y a plus de 10,000 ans, au cours de la période du pléistocène. Il se nomme Rangifer tarandus. Son cousin de la zone boréale de l'Europe et de l'Asie est souvent domestiqué: on le nomme le renne d'Eurasie (*R. t. fennicus*).

En Amérique, Rangifer tarandus prolifère vite et se répand bientôt jusqu'au centre des Etats-Unis (Wisconsin). Mais il préfère la vie dure et remonte graduellement vers le nord, en suivant de près le retrait du dernier glacier continental. Il faut dire aussi que depuis belle lurette déjà, il est pourchassé par les Amérindiens et les Esquimaux.

A l'arrivée des explorateurs, Rangifer tarandus peuple la plus grande partie du Canada, de Terre-Neuve à l'Alaska. La colonisation expulse ceux qui restaient du Nord des Etats-Unis et du Sud du Canada. Ce sont les colonisateurs qui le surnomment «caribou», appellation empruntée au micmac «xalibu» ou la bête qui pioche et qui pellette.

Rangifer tarandus se retrouve maintenant sur des grands espaces du Nord canadien, y compris Terre-Neuve, les îles de l'Arctique et la bordure maritime du Groenland et de l'Alaska. Ce magnifique animal prend différents noms: dans les Territoires du Nord-Ouest, il est appelé groenlandicus (caribou de la tundra); en Alaska, granti (caribou de Grant); dans



Répartition du caribou au Québec.

les îles du Grand Nord canadien, pearyi (caribou de Peary) et au Groenland, eogroenlandicus. Enfin, dans l'Est du Canada, on parle du caribou (caribou des forêts). Toutes ces appellations ne sont tributaires que du milieu. Il n'y a pas de démarcation bien définie d'un type à l'autre, si ce n'est la grosseur de l'animal.

La population du caribou dans l'Est du Canada, pour laquelle la chasse est permise, semble se porter à merveille si l'on en croit les statistiques; de 3,000 têtes en 1950, elle passe à 40 ou 50,000 au recensement de 1963. En 1971, le chiffre total se situe entre 75 et 100,000.

Toutefois la chasse n'est pas permise, il va sans dire, pour le petit troupeau de 500 caribous qui survit, sans variation de population depuis 1954, sur les monts Chics-Chocs, en Gaspésie. Le climat et la végétation de cet endroit se comparent à ceux des taigas.

Au début du siècle, le parc des Laurentides, plus précisément le bassin hydrographique de la rivière Malbaie, secteur mieux connu sous le nom de «Grands Jardins», était peuplé d'environ 10,000 caribous. Malgré la création du parc, en 1897, pour protéger les bandes de caribous, la population baisse graduellement pour s'éteindre vers 1930.

A quoi peut-on attribuer cette disparition? Elle ne peut avoir été causée par la chasse légale, puisque la dernière prise a été enregistrée en 1914; ni par le braconnage, puisqu'un troupeau de 10,000 caribous augmente ses effectifs de plus de 1,000 têtes par année. D'après les spécialistes, on ne peut pas invoquer, non plus, la prédation par les loups, ni l'incendie, ni l'épidémie.

A moins que des hivers trop rigoureux et qu'une neige croûtée n'aient empêché les caribous de se procurer les lichens dont ils se nourrissent? Ou bien, simplement, ceux-ci ont-ils fait défaut en regard du grand nombre de caribous? C'est à peu près ainsi, en des termes de surpopulation, que M. Desmeules explique cette disparition: «Limités à un territoire des plus restreints, les caribous des Grands Jardins ont tôt fait, faute d'être contenus par la chasse, de surpasser la capacité de support du milieu. Une disparition rapide des lichens, nourriture de base du caribou, s'est ensuivie, entraînant leur émigration progressive».

Il est intéressant de noter que la disparition du

caribou se produit vers la même époque en Ontario et dans les Maritimes. Les Grands Jardins auraient supporté, en 1900, dix fois plus de caribous qu'ils n'en pouvaient. Une étude, menée en 1965, a démontré que ce territoire pouvait nourrir, de façon soutenue, une population d'environ 1,000 caribous. Le ministère québécois du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche approuve alors sans tarder le projet de réimplantation du caribou sur son ancien territoire.

Mais avant tout, il faut le capturer. On a besoin d'une cinquantaine de caribous pour établir la base d'un troupeau. Le méthode de capture qu'est la poursuite individuelle nécessite trop de temps et est trop dispendieuse; on met donc au point une méthode de capture massive.

Dans un premier temps, il faut localiser un troupeau mixte de 30 à 100 bêtes, il est préférable qu'il y ait beaucoup de femelles; elles se prendront plus facilement dans les filets, car elles portent encore leur panache à cette époque. La fin de l'hiver ou le début du printemps est le moment le plus propice.

Le troupeau doit se trouver sur un lac gelé, assez grand pour permettre les manoeuvres. En travers des sentiers battus qui relient le lac à la forêt, on installe des filets. D'abord on a utilisé des filets de pêche, en nylon, à mailles de trois ou quatre pouces; mais, par la suite, les filets pour phoques, à mailles de dix pouces, se sont avérés plus résistants. On tend ceux-ci jusqu'à 20 pieds de hauteur sur une largeur de 300 ou 400 pieds; on les dispose en forme de U, à 50 ou 100 pieds du rivage. Occasionnellement, on place des pièges à jambes, sorte de noeuds coulants, solidement attachés aux arbres. Mais on abandonne bientôt cette dernière méthode, à cause des fractures et des contusions que le caribou surexcité peut s'infliger.

A l'aide de deux avions, on dirige le troupeau vers les sentiers. Ne voulant pas quitter la neige dure pour se lancer dans la neige molle en bordure du lac, le caribou suit le sentier pour aller se prendre dans les filets dissimulés par la forêt.

Le succès de l'opération réside surtout dans la maîtrise du troupeau par les avions. Ils commentent par survoler le troupeau en décrivant des cercles, afin de la circonscire dans le plus petit

espace. Il est très important qu'ils ne passent pas au-dessus du troupeau, car alors il s'éparpillerait.

Ensuite l'avion, posé sur le lac, dirige les caribous vers les sentiers en les suivant quelque 100 pieds en arrière, à une vitesse qui les fait avancer au petit trot. Ainsi l'avion peut ramener à l'ordre ceux qui voudraient s'éloigner du groupe. A 1,000 pieds des filets, l'avion accélère et les caribous s'engagent dans les sentiers pour aller s'empêtrer dans les filets.

Là, une équipe au sol de cinq ou six hommes s'en charge. Les caribous sont ligotés aussi rapidement que possible. Lors des premières captures en 1965, on injectait à l'animal un tranquilisant de succinylcholine. Par après, l'équipe devenant de plus en plus experte, cela n'a plus été nécessaire.

L'équipe a ainsi fait 33 prélèvements dans 15 sites différents. Une première période de capture en mars 1965 comportait 13 expéditions; il y a eu quatre expéditions en mars 1966 et 16 autres, en mars 1967. Onze expéditions ont utilisé la méthode des avions, sans toutefois qu'aucun ne se pose pour des manoeuvres au sol; on y a capturé 19 caribous. La méthode «en-l'air-au-sol», celle qui a donné les meilleurs résultats, a été employée dans 21 expéditions pour capturer 60 caribous. Une autre expédition du même genre, utilisant un avion et un véhicule à neige, a permis la meilleure prise jusqu'alors, soit huit captures.

L'opération ne dure pas longtemps. Une équipe de six hommes, pour les opérations au sol, fixe les filets en l'espace d'une heure. La poursuite des caribous et leur conduite exige environ un quart d'heure; une demi-heure est requise pour ficeler les caribous capturés et les transporter dans l'enclos où ils attendent l'heure du départ. L'opération complète dure donc moins de deux heures.

En 1966, sur 18 caribous capturés au lac Raimbault, 13 ont été transportés au Lac Turgeon des Grands Jardins. Deux femelles ont succombé à l'arrivée à cause de la manipulation et deux autres ont été blessées durant l'été. Avec les nouveaux petits, il restait 11 caribous. En 1967, on a transporté 35 caribous en provenance des lacs Pierre, Dolbel et Go au nord de Sept-Iles. Neuf femelles sont mortes à la suite du stress provoqué par la capture et le transport. Il restait donc, en 1967, 37 caribous aux Grands Jardins.

Afin de faire échec à l'émigration éventuelle de ces «déportés», les responsables du projet ont graduellement libéré de l'enclos les plus jeunes, c'est-à-dire ceux qui étaient habitués à leur nouvel habitat. On a constaté cependant qu'il y avait eu beaucoup d'émigrés; on en a retrouvé notamment dans la région de Tadoussac.

Un recensement effectué à l'hiver 1973 pour dénombrer les caribous en liberté établissait à 42 la population des Grands Jardins. L'augmentation n'est pas trop éloquente. Cependant, tout porte à croire, selon les spécialistes, que ce nouveau troupeau presque complètement renouvelé, composé essentiellement des plus jeunes, nés en captivité et n'ayant pas connu le pays de leurs ancêtres, optera pour la nouvelle contrée qui lui est destinée. Moins téméraires qu'au début, les observateurs assurent une augmentation annuelle de six ou sept pour cent.

Présentement, en 1973, le Service de la Faune tente de mettre fin au braconnage dont est victime ce troupeau si précaire. Dans les deux dernières années, 12 cas de braconnage ont été rapportés. Cette portion du parc des Laurentides est dorénavant surveillée par des associés de conservation. De plus, des inspections aériennes ont lieu régulièrement pour assurer une protection adéquate. Enfin, l'accessibilité à ce territoire est contrôlée et limitée.

A l'hiver 1973, les caribous qui étaient encore à l'enclos ont été relâchés. On considère maintenant que le troupeau est en mesure de survivre par lui-même, tout en demeurant indirectement l'objet d'une surveillance et d'une protection vigilantes.

Si l'augmentation du troupeau n'a pas été spectaculaire jusqu'à maintenant, la captivité des caribous a au moins permis de réaliser bon nombre d'études qu'il aurait été impossible de faire autrement, ayant trait notamment à leurs habitudes alimentaires, leur comportement, leur croissance et leur reproduction.

Le caribou peut se nourrir d'une grande variété d'aliments, depuis l'écorce des arbres et les champignons, jusqu'aux mousses et lichens en passant par les arbustes et les feuilles. Les lichens (association d'algues et de champignons) obtiennent particulièrement leur faveur. Une étude faite en 1966, a démontré leur préférence pour les cladonies, espèce de lichens la plus abondante dans le secteur des

Grands Jardins. Chacun des caribous gardés en captivité consommait en général 17 ou 18 livres de lichens (poids humide) par jour et cinq livres de provende commerciale.

Les habitudes de reproduction ont également été étudiées. La gestation dure 240 jours; la mise-bas se situe vers la fin de mai ou le début de juin. A partir des 28 femelles transportées au parc des Laurentides durant leur période de gestation et ayant été accouplées à l'état sauvage, on a pu établir que la période du rut est plus tardive pour les populations du Nord du Québec que pour celles de Terre-Neuve ou de l'Alaska; par contre elle est plus hâtive que chez celles du Territoire du Nord-Ouest. La mise-bas des femelles accouplées en captivité se produit régulièrement une semaine plus tôt que

chez celles accouplées à l'état sauvage. De même, toutes sortes de renseignements ont été amassés, aussi bien sur la croissance que sur le comportement des caribous.

Le projet de réimplantation du caribou dans le parc des Laurentides a été subventionné et supervisé par le Service de la Faune du ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec. A l'heure des préoccupations écologiques, il est heureux de constater qu'un tel projet, non encore achevé bien sûr (le peuplement naturel des Grands Jardins demandera encore 20 ou 30 ans), vient réparer l'oeuvre destructrice de l'homme et les caprices que la nature se permet parfois. Le caribou restera toujours une richesse naturelle irremplaçable dans les régions inhospitalières.

## Les satellites ionosphériques

*MARTIN MCCORMACK*

Au cours de leurs recherches sur la prévision des perturbations des communications radio dans le Nord, les physiciens de l'Université de Calgary et du Centre de recherches sur les communications du gouvernement canadien ont réussi à obtenir les photographies d'aurores boréales les plus nettes qu'on ait jamais prises d'un satellite.

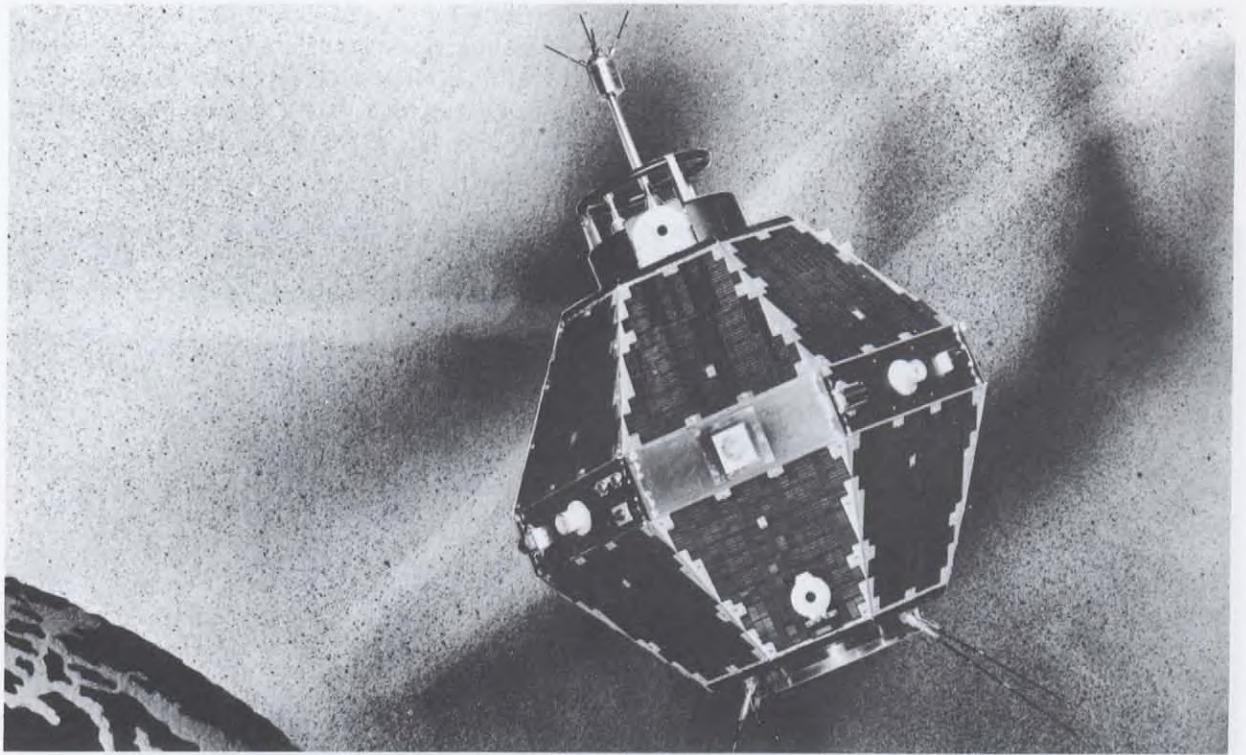
Leur appareil photographique, quelque chose que l'on appelle un photomètre auroral, se trouve à bord du satellite canadien ISIS-II, en orbite à 890 milles de la terre. Ce photomètre, essentiellement une caméra de télévision assez primitive, sert à l'une des douze expériences que l'on effectue sur différents aspects de la haute atmosphère à l'aide de ce satellite.

Grâce aux données obtenues, on espère pouvoir prédire les perturbations assez fréquentes de la haute atmosphère qui gênent les communications radio arctiques et antarctiques. De nombreux villages isolés du Nord canadien dépendent uniquement de la radio pour leurs contacts avec le monde extérieur et les pilotes dépendent des faisceaux radio pour la navigation; toute perturbation des communications radio peut donc avoir des conséquences graves.

La qualité des communications radio aux hautes latitudes septentrionales dépend surtout de la quantité et de la répartition de l'énergie dans la haute atmosphère, et c'est cette énergie qui produit les aurores boréales. Dans les régions Arctiques où cette énergie change souvent rapidement, la brillance et la persistance des aurores boréales reflètent l'ampleur des perturbations de la haute atmosphère.

En règle générale, lorsque les aurores boréales sont brillantes et prolongées, les communications radio sont mauvaises. Bien que les scientifiques canadiens s'intéressent surtout au phénomène arctique, les mêmes effets se produisent dans les régions antarctiques.

Les photographies prises grâce au photomètre couvrent toute la région arctique. La nuit, les aurores boréales (*Aurora borealis*) apparaissent comme un large anneau brillant entourant le pôle magnétique, présentement situé au nord-ouest du Groenland. La bande annulaire a environ 200 milles de largeur, elle passe au-dessus de l'Islande, du nord du Labrador, du nord du Manitoba, du



*Le satellite ISIS-II a été construit par des scientifiques et des ingénieurs du Centre de recherches sur les communications près d'Ottawa, de la RCA*

*Victor de Montréal et de la Spar Aerospace de Toronto. Il a été mis en orbite par la NASA aux États-Unis.*

Grand Lac des Esclaves, du nord de l'Alaska, pour ensuite recouvrir l'Océan Arctique.

ISIS-II parcourt son orbite en 113 minutes. Toutes les deux heures on peut donc faire une nouvelle photographie des zones aurorales du nord et du sud. Les physiciens peuvent actionner le photomètre pendant n'importe lequel des douze passages d'une vingtaine de minutes que le satellite fait au-dessus d'une région polaire donnée au cours d'une journée, et interpréter presque immédiatement les perturbations de la haute atmosphère qui se produisent dans tout l'hémisphère.

De tous les pays du monde, le Canada est sans doute le mieux placé pour étudier les aurores puisque les aurores boréales se trouvent surtout au-dessus de son territoire. C'est pour cette raison qu'au cours de l'année géophysique internationale (1957-1958), les scientifiques canadiens et amé-

ricains étudiant les aurores ont lancé des fusées du polygone d'essai de Churchill, dans le nord du Manitoba, où les aurores se produisent presque chaque nuit.

Fin 1958, l'établissement de recherches sur les télécommunications du ministère de la Défense, qui est devenu le Centre de recherches sur les communications en 1969, a proposé à la U.S. National Aeronautics and Space Administration de lancer un satellite, dans le cadre d'un projet conjoint de recherche sur la haute atmosphère.

Depuis lors, le Centre de recherches sur les communications, l'industrie canadienne et le Goddard Space Flight Centre en Virginie ont conçu et construit quatre satellites, Alouette I lancé en 1965, ISIS-I en 1969 et ISIS-II en 1971 à un coût total d'environ \$30 millions. Tous ces satellites ont été lancés des États-Unis.

## ISIS II

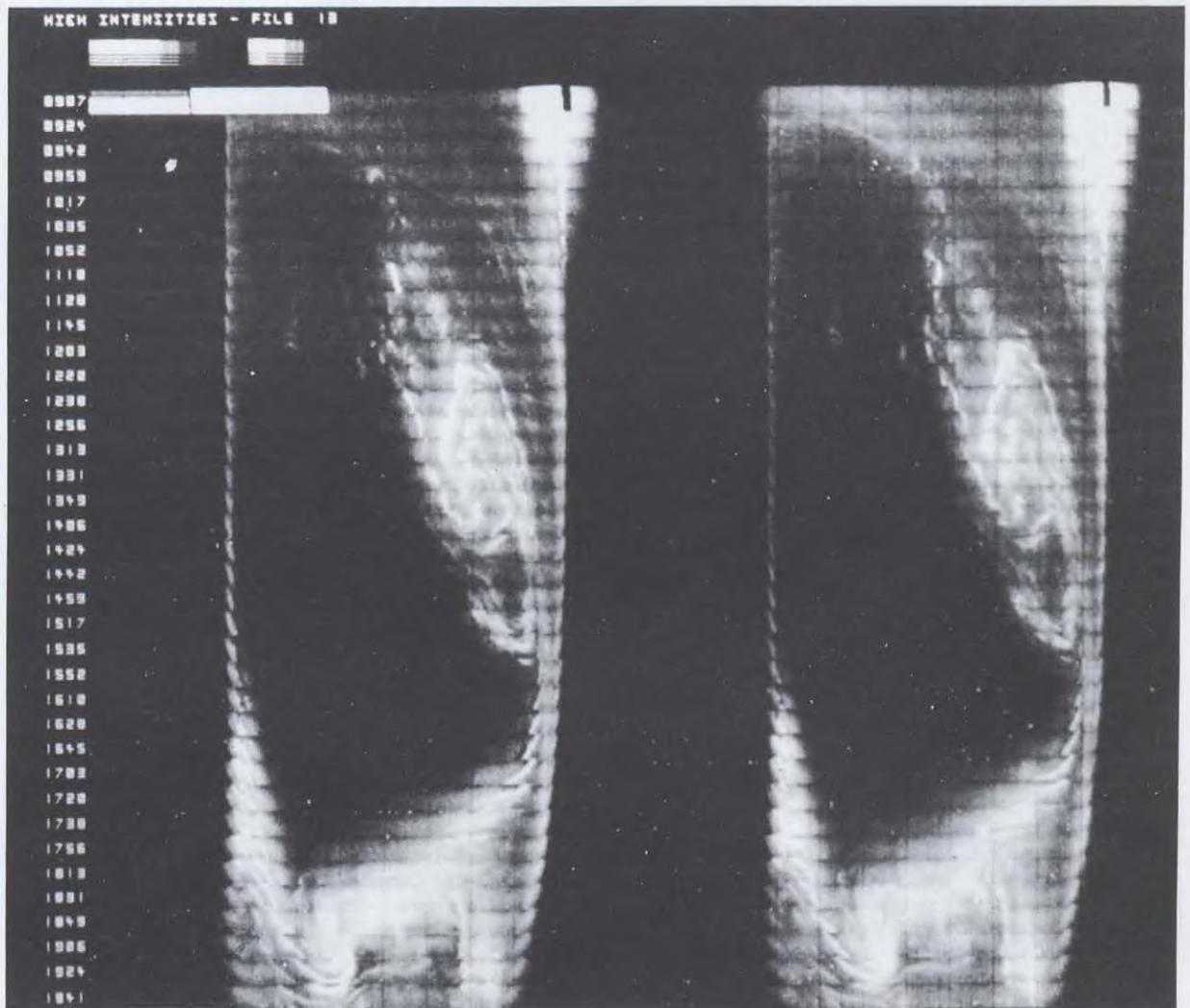
Expérience	Chargé de l'expérience	Organisme
Sonde électrostatique cylindrique	L. Brace J. A. Findlay	GSFC
Analyseur à potentiel de freinage	J. Donley E. Maier	GSFC
Spectromètre de particules peu pénétrantes	W. J. Heikkila	Université du Texas
Spectromètre de masse ionique	John H. Hoffman	Université du Texas
Particules énergétiques	I. B. McDiarmid J. R. Burroughs	CNR
Appareil photographique à balayage permettant l'étude des aurores 3914/5577A <sup>o</sup>	C. D. Anger	Université de Calgary
Photomètre d'étude de la raie rouge de l'oxygène atomique (6300A <sup>o</sup> )	G. Sheperd	Université York
Receveur TBF, impédance des antennes	R. E. Barrington	CRC
Radiophares	P. A. Forsyth G. Lyon	Université Western Ontario
Bruits cosmiques	T. R. Hartz	CRC
Sonde radio	L. Petrie G. Lockwood	CRC

Ce tableau indique toutes les expériences menées à bord d'ISIS-II.

Ces satellites étaient équipés pour répondre à des questions précises: Combien d'énergie solaire parvient dans la haute atmosphère? Quels genres d'énergie atteignent la Terre? Comment l'énergie est-elle répartie dans la haute atmosphère? Quels

genres de réactions chimiques et électriques s'y produisent? Combien de temps des «nuages» d'énergie en excès restent-ils à quelques centaines de milles au-dessus du sol?

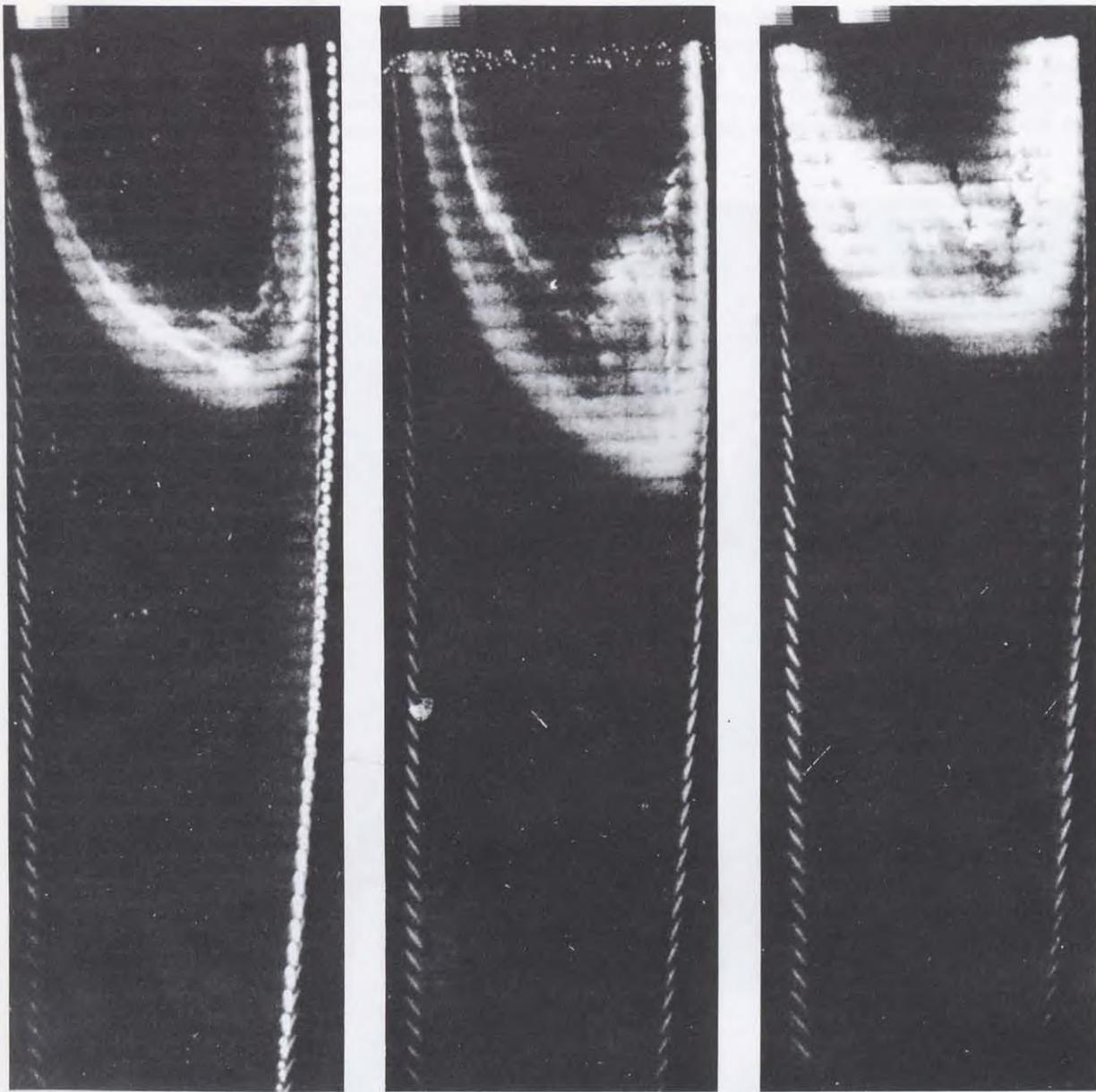
Pour répondre à ces questions, on a demandé aux



*Ce tourbillon de l'aurore boréale est apparu une nuit mais ne s'est pas reproduit depuis. L'extrémité supérieure gauche de la formation se trouve au-dessus du pôle nord géographique; l'extrémité inférieure de la photo représente la côte nord de la Norvège.*

*Les chiffres à gauche indiquent les minutes et les secondes au cours du déplacement d'ISIS-II, du nord au sud. Donc, la photographie représente un intervalle d'environ 10 1/2 minutes, enregistré en phases horizontales successives par le satellite.*

*La ligne courbe sur la droite représente la lisière de la terre.*



*Cette série de photographies montre, de gauche à droite, la zone des aurores boréales à l'état calme, légèrement perturbée et très perturbée. Chacune des photographies a été prise au cours d'un orbite différent de ISIS-II.*

*La courbe à droite représente la lisière de la terre. Le point brillant vers le bas de la photo a été causé par une variation latitudinale de l'intensité lumineuse de l'air.*

scientifiques du Canada et des États-Unis de proposer des expériences. ISIS-II permet au CRC, au Conseil national de recherches du Canada, au Goddard Space Flight Centre, à l'Université du Texas, à l'Université Western Ontario, à l'Université York et à l'Université de Calgary de se livrer à des recherches.

Les douze expériences sont prévues pour un travail commun. Quel que soit son degré de perfectionnement, aucune expérience ne peut permettre à elle seule d'étudier complètement un phénomène complexe de la haute atmosphère. En conséquence, ISIS-II est un laboratoire en orbite qui fournit simultanément des données sur, par exemple, le nombre d'électrons présents dans la haute atmosphère, la quantité de rayons cosmiques qui atteignent la Terre et leur énergie, et examine les caractéristiques des aurores.

Tous les trois mois les chercheurs qui travaillent sur les données fournies par ISIS-II se rencontrent pour discuter des résultats obtenus. Selon le M. Eldon Warren, directeur de la recherche radio au CRC, cette coopération était, jusqu'à ces derniers jours, une caractéristique unique du programme de satellites internationaux d'études ionosphériques (International Satellites for Ionospheric Studies alias ISIS).

Les résultats de toutes ces expériences contribuent à concevoir des instruments aérospatiaux plus sûrs pour les besoins scientifiques ou militaires et à comprendre les perturbations qui gênent les communications radio. Une fois établies les caractéristiques de ces perturbations, on pourrait avertir les opérateurs radio d'utiliser des moyens différents pour émettre ou de passer temporairement sur les micro-ondes qui sont moins affectées par les perturbations aux hautes altitudes.

Afin de mieux comprendre de quelle façon l'observation des aurores peut contribuer à assurer la permanence des communications radio, il faudrait expliquer brièvement la relation entre la haute atmosphère et les communications radio.

Pour les communications à longue distance, les faisceaux radio sont réfléchis sur diverses couches de l'ionosphère, c'est-à-dire la région extérieure de l'atmosphère qui s'étend de 50 milles jusqu'à un millier de milles de la terre.

Dans l'ionosphère, le rayonnement ultraviolet du

soleil frappe les molécules d'air et les ionise, c'est-à-dire qu'il les sépare en électrons et en ions positifs plus gros. À certaines altitudes, ces ions et ces électrons peuvent se concentrer suffisamment pour se comporter comme un «miroir» vis-à-vis des ondes radio.

Malheureusement, ces miroirs ne sont pas totalement stables. Dans certaines conditions, des îlots d'ions forment soudainement des couches réfléchissantes à un endroit imprévu. D'autres conditions entraînent l'absorption des ondes courtes. Ce phénomène est habituellement dû à des collisions exceptionnellement fréquentes entre les électrons et les molécules neutres de l'air.

Au-dessus de la plus grande partie du monde, l'ionosphère est relativement stable mais aux hautes latitudes l'instabilité est de règle. En conséquence, les communications dans le nord du Canada sont souvent perturbées.

Les principales perturbations sont dues au vent solaire, résultat d'éruptions à la surface du soleil qui propulsent d'énormes quantités d'énergie dans l'espace. Bien que ces vents solaires puissent se produire n'importe quand, ils tendent à suivre un certain cycle présentant un maximum tous les 11 ans. Le dernier maximum s'est produit en 1967.

En plus des formes d'énergie familières, la chaleur et la lumière, le soleil émet également des quantités variables de rayons X, d'ondes ultraviolettes, de protons et d'électrons. Theodore Hartz, conseiller sur la haute atmosphère auprès du CRC à Shirley's Bay près d'Ottawa, explique que la façon dont l'énergie des vents solaires atteint la terre suit certaines règles générales.

Les rayons X et les ondes lumineuses arrivent environ 8 minutes après l'explosion, les protons et les électrons de haute énergie mettent entre 15 minutes et plusieurs heures pour atteindre la terre, et le gros de l'énergie arrive une journée ou deux après l'éruption.

En raison de la forme du champ magnétique terrestre, les électrons, les protons et les rayons X pénètrent beaucoup plus l'ionosphère aux latitudes élevées. Ces formes d'énergie, lorsqu'elles sont trop abondantes, produisent les aurores brillantes et la plupart des perturbations des communications radio. La surveillance des aurores boréales peut donc fournir des informations sur les perturbations

possibles.

Pendant les fortes «tempêtes», les aurores et l'absorption des ondes radio peuvent durer plusieurs jours. Ensuite, une partie de l'énergie en excès se dissipe et le reste quitte l'ionosphère et se perd dans l'espace.

Jusqu'en septembre 1962, les scientifiques devaient se contenter d'étudier l'absorption des ondes radio et les autres phénomènes ionosphériques à partir du sol ou, de temps à autre, à partir de sondes portées par des fusées. Les études à partir du sol ont fourni une quantité énorme d'informations mais jusqu'à une hauteur de 190 milles seulement. Les ondes radio assez puissantes pour atteindre les hautes altitudes ne sont pas réfléchies du tout et se perdent dans l'espace; elles ne peuvent donc fournir aux observateurs au sol aucune information sur l'ionosphère au-delà de 190 milles d'altitude. Les instruments portés par les fusées ne sont au-dessus de cette altitude que durant des périodes trop courtes pour permettre une observation valable.

Par contre, un satellite en orbite est suffisamment haut pour porter des instruments qui observent l'ionosphère d'au-dessus. Alouette I, Alouette II, ISIS-I et ISIS-II travaillent ainsi et fournissent des informations extrêmement intéressantes sur les conditions ionosphériques entre 150 et 1800 milles d'altitude.

Selon les MM. Warren et Hartz, les images des photomètres auroraux sont sans doute les résultats les plus spectaculaires fournis par ISIS-II. La principale expérience effectuée par le satellite sur les aurores relève de l'Université de Calgary et est dirigée par le physicien C.D. Anger. L'équipement permet d'examiner le violet lointain et le vert des aurores et, au stade final, de composer une image qui montre les aurores avec beaucoup de détails.

Une expérience voisine, dirigée par G.G. Sheperd de l'Université York de Toronto, permet d'examiner la lumière rouge présente dans certaines aurores et dans le phénomène que l'on appelle rougeoiement. Ce rougeoiement se situe à des altitudes de 150 à 200 milles partout dans l'ionosphère et pas seulement dans les hautes latitudes.

Les photomètres utilisés pour ces expériences ont quatre caractéristiques qui permettent d'analyser les aurores avec suffisamment de détails pour

permettre des prévisions et des études plus poussées des perturbations ionosphériques.

Premièrement, en parcourant l'orbite, l'équipement explore une grande étendue et, pour avoir une image complète, il faut faire une exploration avec un grand angle. Les photomètres auroraux examinent, la nuit, une succession de bandes horizontales de la Terre. Ces bandes vont d'un horizon à l'autre ou de l'horizon jusqu'à la ligne de lever du soleil.

Deuxièmement, il suffit à ISIS-II d'un temps très court pour examiner une grande surface. Après 10 à 15 minutes, les photomètres peuvent construire une image suffisamment grande pour couvrir toute la région arctique déclare le M. Anger. Ces images ont montré que la zone aurorale est en effet un anneau continu au-dessus de la terre, un anneau qui encercle le pôle magnétique qu'il s'agisse du pôle nord ou du pôle sud. C'est un concept qui fut longtemps disputé par certains scientifiques.

Troisièmement, une séquence d'images fournies par le photomètre peut montrer l'évolution des aurores en fonction de l'influx d'énergie provenant des vents solaires. Lorsque le soleil «s'active», les bandes aurorales deviennent plus brillantes et plus larges.

Une fois l'excès d'énergie du vent solaire dissipé dans l'ionosphère, les bandes aurorales s'obscurcissent et reviennent à leur taille normale, et la qualité des communications radio s'améliore.

Quatrièmement, l'équipement du M. Anger est conçu pour interpréter l'altitude de l'aurore en mesurant l'intensité de la lumière verte et violet foncé. Le M. Anger déclare que lorsque des électrons de haute énergie frappent des atomes d'azote neutre dans la basse ionosphère, il se produit une lumière violet foncé. En règle générale, une lumière violet plus clair indique que l'aurore se produit à des altitudes plus basses.

La lumière verte, par contre, provient des altitudes plus élevées où les atomes d'oxygène simple sont excités par le rayonnement solaire. En conséquence, une aurore verdâtre est plus élevée qu'une aurore bleue ou violette. En moyenne, une aurore bleutée se produit à environ 60 milles d'altitude.

Les renseignements sur l'altitude, en même temps que les mesures de brillance, de taille et de durée, sont fournis à un bureau du service atmosphérique, aéronautique et océanographique natio-

nal des États-Unis (U.S. National Oceanographic, Aeronautical and Atmospheric Service) à Boulder (Colorado), qui publie des bulletins deux ou trois fois par jour sur les conditions de l'ionosphère. Ce

sont en quelque sorte des avis aux opérateurs radio et aux pilotes leur annonçant des difficultés éventuelles dans les communications en raison de perturbations de la haute atmosphère.

## Ernest Lepage

MARGARET BRASCH

«Le cartable sous le bras, malgré le froid, le brouillard et la pluie fine qui nous glacent, nous partons en quête de plantes.»

C'est dans cet esprit d'aventure que l'abbé Ernest Lepage, pionnier de la flore nordique, débute le récit de sa première exploration dans le grand Nord québécois.

En effet, si l'on doit la «Flore laurentienne» au frère Marie-Victorin, c'est à l'abbé Ernest Lepage que l'on doit la «Flore subarctique du Québec». Même si la Baie James venait à être surpeuplée de barrages hydroélectriques, nous pourrions toujours observer, grâce à M. Lepage, des spécimens-vedettes de la flore en bordure des lacs et rivières du Nord.

Né à Rimouski, le premier juin 1905, le jeune Ernest prit vite goût à l'exploration de la verdure gaspésienne. Ordonné prêtre en 1929, il poursuivit un cours d'agronomie à l'École supérieure d'agriculture de Sainte-Anne-de-la-Pocatière, où il fut diplômé en 1936, sous l'égide de l'Université Laval.

Sept ans plus tard, il retournait à l'Université dans le but d'approfondir ses connaissances botaniques, tout en obtenant une maîtrise en sciences agricoles.

En 1943, M. Lepage entreprit le premier de 20 longs voyages au pays de la toundra et des Indiens voyageurs. L'Américain Arthème Dutilly, O.M.I., devait être son compagnon de voyage lors de cette première expédition et durant 16 voyages subséquents.

«Armés» d'un simple canot et des vivres essentielles, leur but était d'explorer et d'identifier les variétés et espèces végétales dans les régions de la Baie James et de la Baie d'Ungava. Voici, à titre d'exemples, quelques-unes de leurs excursions: — en 1944, aperçu de la flore subarctique du côté est de la Baie James et de la Baie d'Hudson. Etudes des mousses et des lichens.

— En 1945, traversée de l'Ungava. Plusieurs collections recueillies en bordure des rivières Koksoak, Mélézes et Kaniaspikau. De ce voyage et d'un voyage subséquent dans les mêmes régions, en 1951, nous conservons les spécimens de 129 espèces végétales.

— En 1946, exploration de la rivière Harrican à l'embouchure de la Baie James, du côté sud.



*Ernest Lepage, debout près de sa tente au Golfe de Richmond.*

Aperçus sommaires de la géologie et de la flore de cette région. — En 1950, explorations des rivières Albany et Attawapiskat au Nord de l'Ontario, en bordure de la Baie James.

— De 1953 à 1956, explorations des côtés sud-ouest et est de la Baie James. Ces voyages ont permis la récolte de plus de 300 espèces végétales différentes.

En tout et partout, M. Lepage, maintenant âgé de 68 ans et curé de la paroisse de Saint-Simon à Rimouski, a traversé une quinzaine de rivières et parcouru plus de 4,500 milles dans le Nord du Québec.

Selon le Dr. Fabius Leblanc, botaniste à l'Université d'Ottawa, M. Lepage aurait identifié et classifié plusieurs espèces végétales du Nord, demeurées, jusqu'alors, inconnues. «Il fut sans doute un des pionniers dans le domaine de la flore du Nord québécois — surtout en ce qui a trait à son travail dans la taxonomie des plantes supérieures» ajoutait le D<sup>r</sup> Leblanc.

On qualifie de 'supérieure' toute plante qui a

atteint un certain niveau de complexité dans le développement de ses organes — les tiges, les feuilles, les racines et les parties sexuées. Dans cette catégorie, on retrouve, par exemple, les arbres, les roses, les avoines, les orchidées et les arbustes. Par contre, les mousses, les lichens et les algues sont classifiés comme plantes 'inférieures'.

L'abbé Lepage estime que son travail de classification et d'identification des épervières est le plus «réussi» de point de vue scientifique. En effet, près d'une trentaine d'espèces (incluant diverses variétés) doivent leur identité aux recherches du prêtre-botaniste, qui s'y intéressa d'autant plus que «personne ne pouvait m'aider à les classifier.»

L'épervière est une plante supérieure 'dicotylédone', de la famille dont les fleurs sont dites «composées». Cette illustre famille, la plus nombreuse des familles végétales, comprend, entre autres, l'artichaut, le chrysanthème, le dahlia, la laitue, l'hélianthe, la marguerite et le pissenlit. Les taxonomistes, qui étudient les lois de la classification des végétaux, ont choisi de lui donner un nom

latin (*Hieracium*) et en ont reconnu plusieurs variétés dont la piloselle (oreille de souris) et l'épervière des murs (pulmonaire de Français).

Cette plante, d'origine européenne, aux petites touffes de fleurs jaunes, fut introduite au Québec vers les débuts du dix-neuvième siècle. A ce jour, nous en retrouvons plus de 400 espèces différentes au Canada, dont la majorité dans le Nord du Québec.

L'épervière s'adapte si bien à un nouveau milieu que sa croissance devient souvent embarrassante. «Dédaignées du pâturage, par la plupart des animaux de la ferme, elles sont aussi détestées par les agriculteurs, parce qu'elles tiennent en échec la croissance de meilleures plantes de fourrage et provoquent, à la récolte, une toux désagréable par leurs fines aigrettes en suspension dans l'air,» nous explique M. Lepage.

Une épervière, l'*Hieracium Ungavense*, identifiée par l'abbé Lepage en 1945, se retrouve dans le Nord du Québec «sur les sables et les rochers granitiques acides, parfois le long de la côte de la Baie James, mais surtout à l'intérieur, depuis les environs de la rivière Fort George jusqu'à la rivière Eastmain.»

Voici comment nous la décrit M. Lepage, dans un article du *Naturaliste Canadien*, publié en 1958: «Racine robuste, horizontale à subsépendante. Tige (haut. 2-7 cm) sans rosette basale, munie de 1 à 12 capitules, grêle à robuste (diam. 1-5 mm à la base) dressée, dépourvue de glandes, plus ou moins densément villeuse (poils blancs, lumeux et flexibles de 1.5-3.5 mm de long) sur la moitié inférieure avec poils clairsemés plus haut, plus ou moins floconneuse (poils étoilés ou ramifiés) surtout sur la moitié supérieure — Styles jaunes. Akènes roux-purpurins de 3.8-4.0 mm de long. Réceptacle denté.»

Un taxonome, qu'il soit amateur ou professionnel, doit être doué d'une patience sans borne. A la manière de l'abbé Lepage, il doit partir à la recherche des plantes avec une connaissance de l'environnement de même qu'une anticipation du genre de spécimens qu'il espère y trouver.

La classification des végétaux suit des lois très rigides et le taxonome doit porter une attention minutieuse à tous les détails structurels d'un spécimen, car la présence de trois, au lieu de cinq pétales, dans une fleur, placerait une plante dans

une catégorie complètement différente.

M. Lepage partait donc dès la levée du jour, cartable sous le bras, et s'arrêtait ici et là pour recueillir une plante-vedette, représentante d'une espèce quelconque. Il devait délicatement déraciner la plante choisie, car tout aspect de sa structure, comme nous l'avons déjà noté, est fondamental pour la classification et l'identification exacte de l'espèce. De retour au camp, il plaçait chaque spécimen de sa collection dans une 'presse'. Celle-ci ressemble à une grosse encyclopédie, dont l'extérieur serait fabriqué de bois et l'intérieur, composé de feuillets de buvards et de papier-journal, afin d'absorber toute humidité et de préserver la forme naturelle de la plante.

Cette étape du travail — l'assèchement — pouvait souvent durer jusqu'à deux jours. De retour à Rimouski, il se donnait à la tâche de l'identification complète de ses spécimens (sa récolte). Cela terminé, il faisait souvent parvenir son butin au Musée national des sciences naturelles à Ottawa, où, au département de l'herbier national (collection de plantes), les préposés à la taxonomie donnent à chaque spécimen un numéro de fiche, qui sert par la suite de référence internationale.

Si l'étude des épervières a quelque peu dominé les travaux de M. Lepage, ce n'est pas au détriment d'observations plus générales d'autres espèces végétales. Il s'intéressa, entre plusieurs autres, aux avoines, aux algues, aux champignons, aux sapins, aux mousses, aux lichens, aux orchidées, aux iris, enfin — à toute la gamme des végétaux que l'on rencontre dans les régions du Nord québécois.

Nous jetons parfois un regard dédaigneux sur ce genre de travail, préférant plutôt la recherche spectaculaire ou celle qui aura une portée plus directe sur notre bien-être quotidien. Nous risquons ainsi d'oublier que le travail d'amateurs dans les domaines de l'astronomie, de la géologie et des sciences naturelles fut la pierre angulaire sur laquelle se fonda la recherche de nombreux professionnels. En effet, la taxonomie n'a fait ses progrès que grâce aux travaux d'un nombre incalculable d'amateurs. Le Dr. Leblanc affirme que «l'abbé Lepage a contribué beaucoup plus à la science que certains professionnels, en dépit du fait qu'il n'était pas éligible comme boursier du Conseil national des recherches du Canada.»

Ce curé de campagne a produit plus d'une soixantaine d'articles. Ses 30 années de recherche ont porté fruit dans deux domaines en particulier: elles ont contribué à la connaissance de la flore nordique et ont aussi permis aux écologistes de mieux connaître les végétaux des régions du Nord québécois, avant d'entreprendre l'étude des relations entre les divers spécimens et l'environnement.

On peut se demander si, à 68 ans, l'abbé Lepage peut toujours se permettre de si long voyages. Ce n'est pas la volonté qui manque mais, malheureusement, Arthème Dutilly est décédé au mois de janvier 1973. Sans lui, il est impossible de récupérer les fonds nécessaires à de tels projets. L'abbé Lepage se contente donc maintenant de partager ses nombreuses connaissances avec la jeunesse agricole de Rimouski.

## Interférométrie à grande base

*MARTIN MCCORMACK*

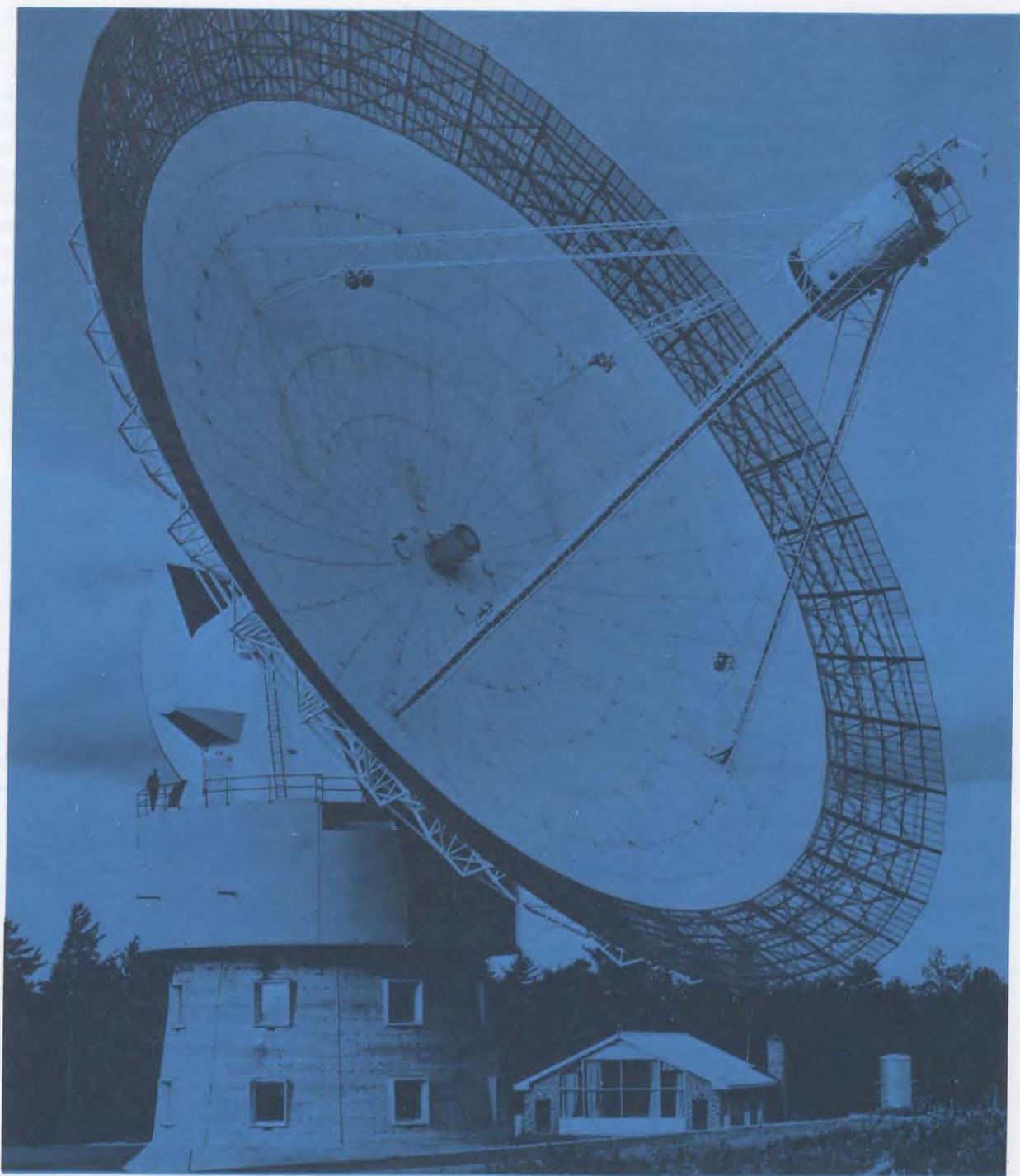
Les radioastronomes canadiens ont franchi un grand pas dans la recherche de l'origine de l'univers quand, en 1967, ils ont mis au point un modèle de télescope si sensible qu'il peut mesurer des objets de la taille d'une balle de golf à 4,000 milles de distance dans l'espace.

Ce modèle, appelé interféromètre à grande base, a été conçu afin de mesurer les corps célestes connus sous le nom de quasars, puissants émetteurs d'ondes radio que l'on croit être les objets les plus éloignés de la terre. Depuis la découverte des quasars en 1960, date à laquelle ces ondes radio ont été captées pour la première fois sur la terre, les astronomes croient qu'en les connaissant mieux, on pourrait confirmer la théorie voulant que l'univers soit né d'une gigantesque explosion il y a des milliards d'années.

Une analyse des ondes radio révèle que les quasars sont de 100 à 1,000 fois plus petits que les plus minuscules objets que l'on peut voir à l'aide des plus puissants télescopes, ceux qui utilisent des miroirs ou des lentilles pour amplifier et régler l'image visuelle d'une étoile, d'une planète ou d'une galaxie. Les quasars, toutefois, peuvent être mieux perçus à l'aide de radiotélescopes, grands instruments en forme de disque qui captent les ondes émises par un corps céleste et les reproduisent sous la forme d'un graphique plutôt que sous celle d'image de l'objet même.

Les astronomes ont compris qu'on ne peut obtenir une image détaillée d'objets aussi petits que les quasars à moins d'utiliser un système composé de deux radiotélescopes situés à des milliers de milles l'un de l'autre et fonctionnant de façon coordonnée, pratiquement comme un seul télescope géant.

Avant l'initiative du Canada dans ce domaine, des astronomes britanniques avaient utilisé, en 1965, deux radiotélescopes situés à 76 milles l'un de l'autre pour détecter ou observer des objets qui, de la terre, apparaissent comme ayant un diamètre de 0.1 de seconde d'arc, soit environ 18,000 fois plus petits que la taille visible de la lune. Cependant, peut-être la moitié des quasars connus en 1965 étaient d'une taille inférieure à 0.1 seconde d'arc. Les astronomes du monde entier ont convenu que la distance séparant les deux télescopes, c'est-à-dire la base, doit être beaucoup plus grande que



*L'observatoire Algonquin de radioastronomie, grâce à son antenne parabolique d'une largeur de 140*

*pieds, constitue l'extrémité est d'une ligne de base d'une longueur de 1,900 milles utilisée en 1967.*

76 milles si l'on veut capter les quasars les plus petits ou les plus éloignés.

Une équipe d'astronomes et d'ingénieurs du Conseil national de recherches à Ottawa, de l'Université de Toronto, de l'Université Queen's à Kingston, du Dominion Radio Astrophysical Observatory en Colombie-Britannique et de l'Algonquin Radio Observatory en Ontario décidèrent de déterminer la taille des quasars les plus éloignés.

Parmi les principaux membres du groupe, figuraient les astronomes Allen Yen, de l'Université de Toronto, John Galt, de l'observatoire Dominion, Jack Locke et Norman Broten, du Conseil national de recherches, et feu M. Robin Chisholm, ingénieur électricien à l'Université Queen.

Le groupe s'est réuni à Ottawa en octobre 1965 afin de préparer la construction du plus grand interféromètre du monde. Un interféromètre a pour but essentiel de déterminer la dimension d'un petit objet éloigné en mesurant l'angle que font, à leur arrivée sur la terre, deux ondes lumineuses ou deux ondes radio distinctes émises par la même source.

Une étoile, une galaxie ou un quasar émettent des radiations de différents points de leur surface ou de l'intérieur. C'est pourquoi les ondes provenant de la partie supérieure d'un quasar chemineront jusqu'à la terre suivant une trajectoire légèrement différente de celle parcourue par les ondes émises par la partie inférieure. Durant leur long parcours, les ondes radio ou lumineuses peuvent se croiser et produire des interférences.

S'ils sont suffisamment distants l'un de l'autre et syntonisés sur les mêmes signaux, provenant de la même source à la même longueur d'onde, deux radiotélescopes peuvent détecter l'interférence. Une image de celle-ci est alors projetée sur un écran de télévision ou reproduite sur un papier où elle apparaît sous la forme d'une succession de sommets et de creux réguliers, un peu comme un électrocardiogramme.

Une fois les différentes images d'interférence — ces lignes en dents de scie formées de sommets et de creux réguliers — enregistrées pour un certain nombre de longueurs d'onde, les astronomes retiennent alors la plus courte de ces dernières dont ils ont une image bien nette et définie; selon eux, on obtient le diamètre de l'objet émetteur en divisant

cette longueur d'onde par la distance entre les radiotélescopes.

Le groupe canadien a choisi une base de 1,900 milles qui s'étire de l'observatoire Algonquin, à 160 milles au nord-ouest d'Ottawa, jusqu'à l'observatoire Dominion, à 15 milles au sud de Penticton (C.-B.). Les deux observatoires disposaient du matériel nécessaire et d'un personnel suffisamment expérimenté pour procéder à l'essai. Cette base de 1,900 milles a permis de mesurer des objets de dimension inférieure à 0.1 de seconde d'arc, qui est le maximum obtenu par les Britanniques en 1965.

Quand deux radiotélescopes, ou «disques», sont fort éloignés l'un de l'autre, ils se comportent comme deux points diamétralement opposés sur le bord d'un énorme disque. Les astronomes canadiens ont choisi pour interféromètres les observatoires Algonquin et Dominion.

Si l'on peut établir un disque aussi énorme, une onde émise par un quasar éloigné atteindrait le périmètre le plus distant de ce dernier très peu de temps après avoir touché le périmètre le plus rapproché. Quand on utilise deux radiotélescopes au lieu d'un seul disque géant, il faut retarder l'horloge interne du télescope le plus voisin du quasar parce qu'il est nécessaire de comparer des ondes ayant quitté le quasar exactement au même moment.

Cette opération exige une horloge qui n'avance ni ne retarde de plus d'un milliardième de seconde par jour. Pourtant, les astronomes et les ingénieurs canadiens ont dû se tirer d'affaire avec une horloge atomique donnant lieu à des erreurs de plusieurs milliardièmes de seconde par jour. L'équipe est parvenue à tourner la difficulté en ajustant manuellement les bandes porteuses des images d'interférence jusqu'à ce qu'elles coïncident et donne des courbes suffisamment nettes. Ces ajustements ont exigé deux semaines de patients efforts.

Les deux télescopes d'un système à grande base doivent aussi être sensibles à la même gamme de longueurs d'onde, sans quoi les images d'interférence seront floues ou déformées. Le groupe canadien a eu recours à des dispositifs appelés oscillateurs pour s'assurer que les deux télescopes reçoivent théoriquement des «paquets» identiques de radiations. Les oscillateurs étaient si précis qu'ils

ont permis aux astronomes de mesurer des longueurs d'onde avec une marge d'erreur inférieure à 1 centimètre sur 100 milliards.

Enfin, les appareils enregistreurs d'images d'interférence doivent pouvoir opérer pour un certain nombre de longueurs d'ondes. La plupart des magnétophones classiques ne peuvent enregistrer une gamme de longueurs d'ondes aussi étendue que celle qui concerne l'étude des quasars.

Par ailleurs, les radiations provenant d'objets célestes atteignent la terre à très grande vitesse. Si l'on veut obtenir des courbes très nettes, il faut les enregistrer sur une bande tournant à très grande vitesse.

Les scientifiques Canadiens ont constaté que les magnétoscopes et les bandes magnétiques de deux pouces répondent à ces deux conditions.

L'expérience canadienne de l'interféromètre à grande base, qui a demandé 19 mois d'efforts et coûté environ 300,000 dollars, a donné ses premiers résultats en mai 1967, lorsque les astronomes ont constaté qu'une partie d'un quasar avait un diamètre de 0.02 de seconde d'arc. Celui-ci était de loin le plus petit jamais relevé pour un objet de l'espace extragalactique.

Les Canadiens ont battu les Américains avec une semaine d'avance dans l'utilisation réussie d'un interféromètre à grande base. La réalisation a valu au groupe une médaille d'or et une médaille d'argent décernées par l'Académie américaine des arts et des sciences. C'était la première fois que ces médailles, appelées prix Rumford, étaient attribuées à un groupe de scientifiques.

Après ce succès, le groupe canadien, en collaboration avec des astronomes d'autres pays, ont exploré le noyau des quasars et d'autres puissants émetteurs d'ondes radio. Pour ce faire, les scientifiques ont utilisé des bases plus grandes et des longueurs d'ondes plus courtes, ce qui a permis aux interféromètres de mesurer des objets d'un diamètre aussi minuscule que 0.0003 de seconde d'arc,

exploit comparable à la lecture d'un journal dans le ciel de Vancouver par une personne se trouvant à Winnipeg.

Les astronomes ont aussi constaté que certains quasars ne sont pas formés d'une seule grosse masse, mais sont plutôt constitués de deux ou plusieurs amas extrêmement brillants qui doivent avoir un diamètre de quelque 100 milliards de milles, ce qui est bien minuscule à l'échelle galactique. Le diamètre de notre propre galaxie, la Voie lactée, est cinq millions de fois plus grand. Les astronomes pensent que le diamètre des noyaux des quasars est encore plus remarquable parce que plusieurs de ces amas chauds, mis ensemble, irradieraient une énergie égale à celle de 30 à 100 galaxies normales, soit environ 10 billions d'étoiles.

D'autre part, on croit que les quasars sont distants de 1.5 à 12 milliards d'années-lumières. Une année-lumière est la distance parcourue par la lumière en une année, soit environ six billions de milles. Les rayonnements des quasars qui atteignent la terre doivent remonter à plusieurs milliards d'années; aussi les dimensions, les formes et les structures des quasars peuvent-elles fournir des indications sur ce que devait être l'univers il y a des milliards d'années.

«Actuellement, la plupart des astronomes pensent que l'univers doit avoir été formé par une terrible explosion», déclare M. Locke, du CNR, qui ajoute: «L'évolution des galaxies en est un indice. Nous sommes certains, dit-il, que les galaxies évoluent effectivement, et une part du jeu consiste à suivre cette évolution. Il est fort possible que les quasars aient un lien quelconque avec les galaxies normales. Mais nous avons besoin de beaucoup plus d'informations avant de pouvoir affirmer si les quasars sont des galaxies récemment formées ou en voie de disparition, ou bien encore des fragments d'une explosion remontant aux premiers âges du monde. Notre groupe tâchera d'en savoir davantage à ce sujet.»

## Déchets et incinération

*CLAUDE BONENFANT*

Si vous habitez au Québec et que vous consommez comme la plupart des gens, vous produisez journalièrement quelque 6.2 livres de déchets de source urbaine: soit 2.5 livres de déchets domestiques telles les ordures ménagères; 3.3 livres de déchets commerciaux, comprenant, entre autres, les rebuts de construction et de démolition, les déchets humains et médicaux; enfin 0.4 livre de déchets publics, incluant des choses aussi diverses que les résidus des traitements de l'eau que vous buvez, la carcasse de votre chat mort dernièrement ou encore celle de votre vieille automobile.

Vous ne pensiez pas laisser tant de déchets derrière vous en une seule journée! Il n'empêche que, selon une étude menée au Québec en 1970, ils vous sont bel et bien dévolus. Et ce n'est pas tout! Puisque nous partageons le bon air (quand il y en a!) et la bonne eau et tout ce qu'il y a de bon, pourquoi ne pas partager aussi la responsabilité des déchets, quels qu'ils soient? Vous saurez alors que les déchets de source industrielle (industrie du bois, du meuble ou du papier) ajoutent à votre crédit 31 livres par personne par jour (ppj); les déchets de source agricole, 27 livres/ppj; et les déchets miniers, ne se contentant pas de peu, 91.7 livres/ppj. Voilà une somme rondelette de près de 150 livres de déchets, imputable à chacun d'entre nous à tous les jours.

Le Québec a donc produit, en 1970, 163 millions de tonnes de déchets solides; ce chiffre n'inclut pas les déchets liquides comme ceux des égouts ou des eaux industrielles (déversés dans l'eau), ni les déchets gazeux comme, par exemple, les fumées d'usines (répandus dans l'air). Les déchets solides comprennent, comme nous l'avons vu, les déchets de source urbaine, industrielle, agricole et minière; ne pouvant être laissés là où ils se trouvent, ces déchets nécessitent un transport mécanique.

Dans la plupart des cas, à l'exception des déchets de source urbaine, le soin d'évacuer et de gérer les déchets revient à leurs propriétaires ou, disons mieux, à ceux qui en sont la cause. Ainsi toutes les industries doivent pourvoir à la gestion de leurs déchets, à l'exception des déchets radio-actifs sur lesquels le gouvernement fédéral opère un contrôle; cette responsabilité du gouvernement fédéral portera, dans un avenir souhaité prochain, sur les

déchets chimiques, les déchets humains et médicaux, tous dangereux pour la santé publique et l'environnement.

Les déchets de source urbaine, dont nous parlons plus particulièrement, sont sous la responsabilité des municipalités. Bien que le Livre blanc sur la gestion des déchets, présenté en décembre 1972 au ministre responsable de la Qualité de l'Environnement, laisse prévoir une planification éventuelle de la gestion des déchets par le gouvernement du Québec, le rôle de ce dernier s'est limité, jusqu'à maintenant, à des pouvoirs supplétifs, qui se concrétisent dans certaines lois: la loi de l'hygiène publique (surveillance des méthodes d'élimination des déchets et d'entretien des dépotoirs), la loi de la régie des eaux, le code de la route, la loi sur les explosifs et sur les mines.

Les municipalités sont donc laissées, pour une large part, à leur propre initiative. Le procédé qu'elles utilisent le plus fréquemment est sans doute l'enfouissement sanitaire. Cette méthode, fort simple, s'est avérée particulièrement économique au Québec à cause de la forte concurrence dans l'entreprise privée pour l'enlèvement des déchets et aussi à cause du manque d'intérêt pour l'élimination qui, de ce fait, est plus ou moins garantie. En effet, on ne compte, au Québec, que neuf décharges contrôlées en regard d'un millier non-contrôlées (avec ou sans brûlage). Ces terrains vacants, de plus en plus rares à proximité des milieux urbains, sont souvent choisis à mauvais escient et constituent, une fois utilisés comme dépotoirs, une menace éventuelle pour l'hygiène publique ou la préservation de l'environnement.

On reproche souvent à cette méthode le gaspillage qu'elle occasionne du point de vue des ressources naturelles: les matières premières, après usage par la population de ses produits finis, ne peuvent d'aucune manière être réutilisées. Ce procédé très économique mais qui retire néanmoins du marché un potentiel réutilisable, devrait obéir à des normes très strictes. Aussi le Livre blanc sur la gestion des déchets recommande-t-il une étroite surveillance de la part du gouvernement à l'égard de ce procédé que la grande majorité des municipalités confient, en totalité ou en partie, à l'entreprise privée, en

général peu soucieuse de la qualité de l'environnement. Que dire, à cet égard, des 5000 «cimetières d'autos» qui sont parsemés à travers la province?

Le compostage, procédé peu employé parce que peu rentable, permet une récupération des matières organiques. Le compost, qui peut se comparer à un engrais, est le résultat de la fermentation des matières organiques et minérales contenues dans les déchets; avec des produits chimiques, on peut réaliser cette fermentation en trois ou quatre jours. Le compost favorise une action physique, chimique et biologique et fertilise ainsi le sol où il est épandu. Il peut aussi servir de matériau de recouvrement pour les dépotoirs. Cependant le marché est peu sûr, surtout du côté agricole; de plus, les mois d'hiver exigent un entreposage du compost et les matières synthétiques, de plus en plus courantes dans les déchets, réduisent sa qualité.

L'incinération est surtout reconnue pour son efficacité dans les zones urbaines. L'enfouissement sanitaire, pour les déchets d'une grosse ville, requiert d'immenses dépotoirs qui, forcément, doivent être assez éloignés. L'espace réduit que nécessite l'installation d'un incinérateur ainsi que le coût amoindri pour le transport en font présentement le procédé le plus adéquat dans les agglomérations urbaines. De plus la récupération d'énergie, sous forme de vapeur, pour le fonctionnement de l'incinérateur ou pour la vente, est un facteur important qui milite en faveur de ce procédé.

Un des inconvénients majeurs de l'incinération a été jusqu'ici la pollution atmosphérique locale qu'elle pouvait occasionner. C'est le cas des petits incinérateurs (immeubles à logements, édifices commerciaux). En général, la combustion, à l'air libre, est incomplète et les systèmes contre la pollution sont assez sommaires voire inexistants. Sur 4000 petits incinérateurs dans l'île de Montréal, 3500 ont été fermés depuis 1970.

La Communauté urbaine de Montréal (CUM) s'est dotée, en 1970, d'une usine d'incinération des déchets domestiques. Cet incinérateur, d'une capacité nominale de 1200 tonnes par jour, est considéré comme le plus moderne en Amérique du Nord. Quand on songe que la production de déchets de la CUM s'élève à 5000 tonnes par jour, l'incinérateur municipal des Carrières digère, à lui

seul, quelque vingt pour cent des déchets domestiques de la métropole.

L'incinération se définit comme une oxydation à haute température, qui transforme les déchets combustibles solides en anhydride carbonique, en vapeur d'eau et en cendres. Pour faire échec à la pollution qu'entraînent les gaz de combustion (qui transportent des particules et des cendres contenant des matières inertes et non complètement oxydées), ces émissions doivent être rigoureusement surveillées. L'incinérateur de la CUM satisfait aux normes les plus strictes; en effet, il est équipé de précipitateurs électrostatiques réduisant les émissions de poussière de 95 pour cent.

L'usine d'incinération de la CUM a apporté plusieurs améliorations à ce procédé déjà en usage ailleurs. Le quai de déchargement possède 18 postes de déversement sur la fosse à déchets d'une capacité de 2500 tonnes. Les déchets sont transportés de la fosse au four par une grue sur pont-roulant. Avant de pénétrer dans le four, les déchets sont déchiquetés par un broyeur à cisailles. Les fours, au nombre de quatre, sont dits aquatubulaires. Autrement dit, ils comportent chacun une chemise d'eau de refroidissement, sous contrôle thermostatique, qui ceinture le four et permet un réglage automatique de l'air de combustion. Chacun de ces fours incinérateurs est muni de trois grilles, inclinées en cascade: l'une sert au séchage et à l'allumage; une autre, au brûlage; et une troisième, à la finition.

Les résidus journaliers, pour le traitement d'environ 1000 tonnes, sont de 200 à 250 tonnes: ils représentent donc 20 à 25 pour cent du poids total des déchets. Leur volume initial est cependant réduit de sept à dix fois. Ces résidus, qui permettent, pour la plupart, une réutilisation, contiennent à peu près 10 à 20 pour cent de fer, qui peut éventuellement être récupéré à cause de ses propriétés magnétiques; 40 à 50 pour cent de verre, fréquemment utilisé comme sous-couche de route ou matériau de remplissage; 15 à 20 pour cent de matières incombustibles; 0 à 5 pour cent de métaux (autres que le fer) et 5 à 10 pour cent de scories diverses. Les cendres volantes peuvent être utilisées dans la fabrication de la brique ou du béton.

L'usine d'incinération est dotée d'un système de

récupération d'énergie sous forme de vapeur. Cette énergie thermique sert au chauffage de l'usine et au fonctionnement des turbines pour les ventilateurs de tirage et les pompes d'alimentation en eau. La valeur énergétique moyenne des déchets est de 4000 BTU par livre.

L'incinérateur des Carrières est en opération 24 heures par jour; le personnel d'exploitation consiste en une équipe de huit hommes par période de huit heures. Le coût de construction de l'incinérateur s'est élevé à 13,200,000 dollars, soit 4,500,000 pour la bâtisse et ses dépendances et 8,700,000 pour les systèmes d'incinération et de production de vapeur.

L'incinérateur de la Communauté urbaine de Québec (CUQ), actuellement en construction, posédera, comme celui de Montréal, un équipement contre la pollution de l'air et un système générateur de vapeur. Le surplus d'énergie thermique sera vendu à une usine avoisinante de pâtes et papiers; on sait qu'en Europe, cette énergie sert fréquemment à la production d'électricité ainsi qu'au chauffage urbain, commercial ou industriel. Le nouvel incinérateur de la CUQ aura une capacité de 1000 tonnes par jour, pour desservir les 27 municipalités de la Communauté urbaine totalisant 425,000 personnes.

L'incinération, qui permet une récupération d'énergie, est un premier pas vers une économie à boucle fermée, c'est-à-dire qui, à l'intérieur du circuit production-consommation-recyclage, réutilise d'une quelconque façon les matières premières. Cependant, l'incinération ne récupère qu'une fraction de l'énergie. C'est pourquoi d'autres procédés, comme celui de la pyrolyse, méritent notre attention.

La pyrolyse est un procédé chimique de gazéification des matières organiques par la thermolyse (action de la chaleur en l'absence d'oxygène). Au lieu de renvoyer les déchets à l'écosystème, partiellement comme le fait l'incinération en laissant des résidus, ou entièrement comme le laissent supposer l'enfouissement sanitaire, le broyage et le compostage, la pyrolyse est un cycle artificiel qui permet de récupérer presque entièrement la valeur énergétique des déchets, sous forme de combustible non-polluant ou de produits recyclés pour l'industrie de la synthèse chimique. Les frais de construction et

d'exploitation des pyrolyseurs sont sensiblement les mêmes que ceux des incinérateurs. Les municipalités sont cependant encore peu familières avec cette technique, mais plusieurs spécialistes souhaitent que cette méthode connaisse une grande utilisation dans le futur; elle est particulièrement appropriée aux plastiques (PVC), de plus en plus en usage dans les produits d'emballage.

Le Club de Rome, association internationale formée de 75 savants réputés, n'hésite pas à

prédire une catastrophe mondiale d'ici une cinquantaine d'années. Au rythme où s'accumulent les déchets, conséquence de notre société dite de consommation et de notre mentalité du «prêt à jeter», nous aurons à faire face à un manque d'espace et à des niveaux intolérables de pollution. Aussi faut-il nous convaincre que, pour répondre à un tel problème, nous devons opposer les moyens les plus adéquats que la technologie met à notre disposition.



*Le Gammacell 220 est l'un des premiers appareils d'irradiation d'usage général.*

## Les gammabeams et les gammacells

MARLENE SIMMONS

Pendant que la fabrication des armements nucléaires par les grandes puissances retenait l'attention du monde en 1956, les atomistes canadiens développaient des technologies d'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques qui ont même servi, dans certains cas, à sauver des vies humaines.

Grâce à la mise au point du Gammacell, premier irradiateur commercial de recherche au monde, et à la réalisation subséquente du Gammabeam, encore plus puissant, les scientifiques canadiens ont permis d'exposer sans danger à des doses contrôlées de radiation nucléaire, des objets animés ou inanimés, grands ou petits.

Ce travail, qui a coûté 50,000 dollars à la Division des produits commerciaux de l'Énergie atomique du Canada, Limitée (Ottawa), a conduit à toute une série de développements en médecine, chimie, recherche spatiale, technologie alimentaire et agriculture.

«Le Canada est un pionnier dans ce domaine et, à mon avis, personne n'envisagerait sérieusement l'achat d'un autre irradiateur commercial», a affirmé M. H.E. Johns, chef du département de physique à l'Institut du cancer de l'Ontario (Toronto).

Et de fait, on avait vendu jusqu'au début de 1973 plus de trois cents Gammacells et Gammabeams de fabrication canadienne, au prix approximatif de 16,000 à 70,000 dollars l'unité, plus les frais d'installation. «Ce ne sont pas seulement les grandes puissances qui achètent nos irradiateurs, mais aussi de petits pays comme le Bangladesh, Guam, la Jamaïque et le Chili» a précisé un porte-parole de l'EACL.

Il suffit de donner quelques exemples des applications de plus en plus variées que l'on a tirées de ces appareils pour en montrer l'extrême souplesse d'utilisation.

L'un des produits industriels les plus récents qu'ils ont permis de fabriquer consiste en un plancher très durable fait de bois «pénétré» de plastique. On pompe l'air du bois, on injecte le plastique dans les interstices et on irradie l'amalgame plastique-bois pour modifier la structure moléculaire du plastique et la rendre très dure.

Au Canada, aux États-Unis et dans d'autres pays, on a aussi employé les Gammacells et les



*Le Gammabeam permet d'irradier des échantillons de grandes dimensions ou plusieurs échantillons à la fois, placés à diverses distances de la source radioactive. La matière radioactive, du Cobalt-60, est isolée dans la partie inférieure de l'appareil. Lorsqu'on utilise l'appareil, une partie de la matière radioactive se déplace vers le haut en passant par un ou plusieurs des douze tubes pneumatiques.*

Gammabeams, à titre expérimental aussi bien que commercial, pour stériliser les aliments afin de tuer les bactéries qui en causent la détérioration. Les expériences effectuées ont démontré qu'il est possible, par exemple, de prolonger de sept à dix jours la durée de conservation du poisson, de la volaille et de la viande au moyen d'un traitement par radiation.

Les autorités canadiennes ont autorisé que les pommes de terre et les oignons soient soumis à de légères doses de radiation qui provoquent l'interruption de la germination pour une période de dix mois au maximum en arrêtant la division cellulaire. On emploie aussi des doses légèrement plus élevées pour détruire les insectes nuisibles dans la farine blanche et la farine brune de blé entier.

Les Gammacells et les Gammabeams servent également à déterminer l'effet précis de différentes doses de radiation sur diverses formes de cancer, de même qu'à stériliser les instruments médicaux. On a, de plus, stérilisé des insectes mâles dans le cadre des efforts déployés pour combattre la prolifération des insectes nuisibles comme la pyrale des pommes et la mouche à fruits.

Pour comprendre comment on peut appliquer les irradiateurs à des domaines aussi variés, il importe d'avoir au moins une idée générale de la façon dont les radiations agissent sur différents objets.

On peut distinguer trois espèces de radiations nucléaires: alpha, bêta et gamma. Les radiations alpha et bêta se composent de particules très excitées, de haute énergie. Les radiations gamma sont formées d'ondes à haute énergie. Le cobalt 60, source de rayonnement la plus couramment utilisée dans les Gammacells et les Gammabeams, émet des radiations bêta et gamma.

Ces formes de haute énergie entrent en interac-

tion avec les atomes constitutifs des substances inorganiques et avec les cellules végétales et animales. Dans le cas des substances inorganiques, il se produit un changement dans la structure moléculaire. Pour les substances végétales ou animales, il s'ensuit une mutation ou la mort de la cellule.

Les atomes sont composés d'un noyau de charges positives autour duquel gravitent un certain nombre de charges négatives. La somme des charges négatives étant égale à l'ensemble des charges positives du noyau, les atomes sont neutres.

Lors du bombardement des atomes par la radiation nucléaire, celle-ci peut ou bien arracher les électrons à l'atome pour le transformer en ion positif, ou bien amener les électrons à graviter autour du noyau de l'atome, pour le transformer en ion négatif.

Cette réaction forme souvent des paires d'ions - un ion positif et un ion négatif produits simultanément par le transfert d'un électron d'un atome à un autre.

Au niveau des cellules, l'énergie nucléaire affecte les chromosomes, corpuscules filiformes qui se trouvent dans le noyau, et le centre de croissance et de développement de la cellule. Les gènes, porteurs des caractéristiques héréditaires de l'organisme, sont disposés à la file le long de chaque chromosome. Les radiations nucléaires séparent et dispersent les chromosomes de telle façon que leurs gènes se trouvent mêlés ou répartis différemment. Comme la disposition des gènes détermine les caractéristiques de l'organisme, leur emmêlement peut provoquer des transformations chez les plantes et les animaux. Si les radiations sont suffisamment puissantes, les cellules meurent.

Selon le porte-parole de l'EACL, les Gammacells et les Gammabeams ont été réalisés parce qu'on avait besoin d'un petit irradiateur polyvalent. 'La plupart des laboratoires intéressés par l'irradiation avaient construit, dit-il, leur propre 'serre chaude' - salle dont les murs ont une épaisseur de trois pieds avec des fenêtres en verre au plomb - pour y effectuer leurs expériences. On utilisait des bras mécaniques pour mettre en place les objets à irradier. Le procédé tout entier était assez grossier et embarrassant'.

«La beauté de nos appareils réside dans leur simplicité, a poursuivi le porte-parole, précisant qu'ils fonctionnent fort bien et qu'il est relativement facile de les réparer. Depuis leur mise au point, a-t-il ajouté, nous ne leur avons apporté que des modifications mineures, comme l'amélioration des commutateurs; c'est en gros le même appareil qui est en service depuis le début».

Le Gammacell, premier irradiateur commercial mis au point, est un appareil complètement autonome. On peut l'installer dans un laboratoire ordinaire parce qu'il ne nécessite pas la construction d'une salle spéciale pourvue d'un blindage destiné à empêcher les radiations de traverser les parois.

On utilise les Gammacells principalement dans les expériences d'irradiation relativement simples sur les grains, les insectes et les petits animaux. Tous les Gammacells ont à peu près les mêmes dimensions qu'une essoreuse mais sont d'une grande variété allant du Gammacell 20, en forme de boîte, d'un poids de trois tonnes environ, et utilisée principalement pour irradier des petits objets, au Gammacell 220, en forme de cruche, d'un poids de 8,300 livres et qui constitue un irradiateur vraiment polyvalent, utilisable pour des animaux de la taille d'un rat. L'EACL construit également des irradiateurs sur commande, suivant les spécifications du client.

Le Gammacell 220 est le modèle qui se vend le mieux. Le porte-parole de l'EACL l'a qualifié d'«automobile à quatre portes du domaine de l'irradiation». Il coûte environ 16,000 dollars et le prix des sources de cobalt 60 que l'on utilise dans le dispositif de génération de la radiation varie entre 1,000 et près de 16,000 dollars. «C'est comme si vous achetiez des moteurs de différente puissance pour votre voiture», affirme le porte-parole, «en ajoutant; le prix de l'appareil dépend de la quantité

de radioactivité de la source que vous achetez».

Les Gammacells étant auto-protégés - la source est fixée à l'intérieur d'un blindage en plomb dans l'appareil, on doit placer les objets à irradier dans la partie inférieure de celui-ci pour la traiter.

Au centre du Gammacell 220, se trouve une cavité avec un anneau de sources de cobalt 60. On place l'objet à irradier dans une chambre d'échantillons circulaires, d'une hauteur de huit pouces et d'un diamètre de six pouces environ, qui descend et se met en place automatiquement au moyen d'un simple élévateur.

Le blindage en plomb entourant la source s'ouvre automatiquement, laissant échapper la radiation. L'objet «cuit» pendant la période de temps voulue où il est exposé à la radioactivité, puis est remonté par l'élévateur et recueilli par l'opérateur.

Grâce à un système de verrouillage électrique et mécanique, le blindage renfermant la source ne peut s'ouvrir que si la chambre des échantillons est hermétiquement fermée, mettant ainsi les opérateurs de l'appareil à l'abri de tout danger de radiation.

Les Gammabeams servent, par ailleurs, à irradier les objets volumineux qui n'entreraient pas dans la chambre aux dimensions réduites du Gammacell. Les appareils sont deux fois plus hauts que des essoreuses et à peu près de la même largeur. La plupart ont une base en forme de caisse sur laquelle repose un cylindre qui ressemble à une soupière géante.

Le Gammabeam 650, le plus grand de ces appareils, est conçu de façon différente. Douze tubes recourbés prennent naissance dans un cylindre, qui ressemble davantage à une turbotière qu'à une soupière.

Le Gammabeam doit être installé dans une salle blindée dont les murs, le plafond et le plancher, en béton, ont une épaisseur de trois pieds. Le coût d'une salle blindée varie de 25 à 1000 dollars le pied carré, en fonction de la puissance de radiation que l'on veut y utiliser.

Au lieu de placer l'objet à irradier au centre de l'appareil, on le pose à certaines distances déterminées de celui-ci et on soulève la source de cobalt 60 au moyen d'un mécanisme à air comprimé situé à l'intérieur de la machine, et tout ce qui est dans la salle est exposé à la radiation.

Un opérateur actionne le Gammabeam à partir d'une «console» située à l'extérieur de la salle blindée. L'appareil est conçu de telle sorte que, lorsque les objets sont exposés à la source de cobalt 60, la porte donnant accès à la salle ne peut pas s'ouvrir. En cas de rupture de courant, le moteur générateur de l'air comprimé qui fait monter le cobalt 60 du centre du Gammabeam cesse de fonctionner et la source retombe à l'intérieur de l'appareil.

La source du Gammabeam 650 est répartie entre douze tubes à commande distincte. Pour modifier la quantité de radiation, l'opérateur n'a qu'à changer le nombre de sources ouvertes. Une plate-forme centrale des échantillons permet de soumettre de petits objets à de fortes doses de radiation.

Les tubes recourbés sont pivotants de manière à ce qu'on puisse orienter la partie recourbée vers l'intérieur de la plate-forme des échantillons pour augmenter la puissance de radiation, ou bien vers l'extérieur pour la réduire.

## Provenance des photos

Titre	Provenance	Page(s)
<b>Véhicules à chenilles</b>	Bruce Nodwell	17, 18, 19, 20
<b>Sir William Logan</b>	Commission géologique du Canada	25, 26, 28
<b>La tectonique des plaques</b>	Bureau du Directeur du Collège Erindale	31
	Selon John Dewey (1972) et Peter Rona (1973)	34
	Selon Patrick Hurley (1968)	32
	Technology Applications Centre, Albuquerque (N. -M.); photographies officielles de la NASA	30, 35, 36
<b>Imax</b>	Place de l'Ontario	41
<b>Le fongicide de l'orme-liège</b>	Environnement Canada	44, 45, 46
<b>Une soufflerie</b>	Laboratoire d'étude de la couche limite (soufflerie), photographie Ron Nelson	50
<b>Les eaux usées et la tourbe</b>	Université de Sherbrooke	54, 55
<b>Sables bitumineux</b>	Société Sun Oil	59
<b>Groupe d'enregistrement</b>	Etablissement de recherches pour la défense; région du Pacifique	66, 67

<b>Le microscope électronique</b>	Centre des sciences de l'Ontario	70
	M. James Hillier	71, 74
	Philips Electronic Industries, Ltd.	72
	Selon Radio Corporation of America	73
<b>Echos météo</b>	Technology Applications Centre; photographies officielles de la NASA	84, 85
	Stormy Weather Group, Université McGill	82, 86, 87, 88
<b>La tordeuse des burgeons de l'épinette</b>	Environnement Canada	92, 93
<b>Inventaire de nos glaciers</b>	British Columbia Department of Travel Industry	101, 102
	C. S. L. Ommanney, Environnement Canada	103, 104, 105
<b>Piège à insectes</b>	M. S. R. Loschiavo	108, 109, 110
<b>Nouvelle table d'opérations</b>	Centre de la recherche industrielle du Québec	116
<b>Le père de la glaciologie moderne</b>	M. W. H. Barnes	121, 122, 123
<b>Vaccin contre la peste bovine</b>	Dr. Charles Mitchell	127
<b>Les satellites ionosphériques</b>	Centre de recherches sur les communications	139
	M. C. D. Anger	141, 142
<b>Ernest Lepage</b>	Ernest Lepage	147

APR 31 1982

**Interférométrie  
à grande base**

Conseil national  
de recherches

151

**Les gammabeams  
et les  
gammacells**

Energie atomique du  
Canada, Limitée,  
Produits commerciaux

158, 160

**(Le dos de la  
couverture)**

Technology Applications  
Centre, Albuquerque  
(N. -M.), photographies  
officielles de la NASA

Présentation: Art et Dessin MEST

Composition: Alphatext Ltd.

**DATE DUE**


Q  
180  
C3C36  
v12



*Une zone de basse pression, que nous révèle la forme tourbillonnaire des nuages, commence à se dissiper au-dessus de l'océan Pacifique.*