

SCIENCE DIMENSION

1978/5



RESEARCH SCORES / DROIT AU BUT

SCIENCE DIMENSION



National Research
Council Canada

Conseil national
de recherches Canada

Vol. 10, No. 5, 1978

ISSN 0036-830X

Indexed in the Canadian Periodical Index

CONTENTS

-
- 4 Slap-shot strategy**
Glass, wood and ice
-
- 8 Terpene analysis**
Boon to tree breeders
-
- 12 A new tool for plant breeders**
Conserving plant cells in liquid nitrogen
-
- 16 Ferritronics Ltd.**
Mobile radio tone and digital signalling replace voice
-
- 18 Computerized rivers**
Fine-tuning hydroelectric networks to save energy
-
- 22 The Mitel telephone exchange**
Innovation creates business boom
-
- 26 New insights into cancer**
Spinoffs through basic research
-

Science Dimension is published six times a year by the Public Information Branch of the National Research Council of Canada. Material herein is the property of the copyright holders. Where this is the National Research Council of Canada, permission is hereby given to reproduce such material providing an NRC credit is indicated. Where another copyright holder is shown, permission for reproduction should be obtained directly from that source. Enquiries should be addressed to: The Editor, Science Dimension, NRC, Ottawa, Ontario. K1A 0R6, Canada Tel. (613) 993-3041.

Cover: Canada's national sport has turned to industrial research to improve the game. One Canadian company, using an industrial research assistance grant from NRC, has introduced new materials and production methods in the manufacture of hockey sticks. Canadian Hockey Industries, of Drummondville, P.Q., using plastics and fibreglass in place of all-wood sticks, has created a line more durable and flexible than the old sticks. Yvan Cournoyer of the Montreal Canadiens is shown here using one of the CHI's sticks in play. (Story p. 4) Painting by Don Anderson; photographed by Charlie King.

Editor Loris Racine
Managing Editor Wayne Campbell
Executive Editor Joan Powers Rickerd
Design John B. Graphics Inc.
Editorial Production
Coordinator Diane Bisson Staigh

P.R.L. Award

The Gordon Royal Maybee Award for significant achievement by a Canadian company or institution in the food industry was presented to NRC's Prairie Regional Laboratory on June 25, 1978. Donated by the Canadian Institute of Food Science and Technology (CIFST), the award was accepted by PRL's Dr. Clare Youngs at the Institute's annual meeting in Edmonton, Alberta. To quote the presentation address, PRL received the award "for its outstanding research in the processing of rapeseed and field peas, and for the development of village-scale milling processes for the less developed countries." The address went on to say that the Canadian rapeseed and field pea processing industries were established largely as a result of PRL's pioneering research and the leadership it provided in encouraging a cooperative team approach among laboratories in government, industry, and the universities.

PRL's interest in rapeseed goes back to the Laboratory's inception in 1948, and a decision by the late Dr. Henry R. Sallans to study the crop as a potential source of edible oil for humans and meal for animal rations (until then, rapeseed's primary use had been as a lubricant for steam engines). Under Sallans, who later became director of PRL, methods were worked out for measuring very small amounts of certain undesirable constituents found in rapeseed oil. With these analytical tools, PRL became the centre of collaborative studies on the breeding of rapeseed, the processing of the seeds, and their nutritional aspects.

During the early phases, Dr. Sallans and Dr. Burton M. Craig, currently Director of PRL, carried out the first complete analysis of rapeseed oil. Later, Dr. Craig developed rapid and accurate analytical methods for fatty acids using very small samples in a gas chromatograph. These procedures were used in subsequent nutrition studies and in breeding programs to develop a rapeseed variety low in erucic acid, a fatty acid implicated in the formation of heart lesions.

Meanwhile, Drs. Leslie R. Wetter and Clare G. Youngs developed analytical methods for measuring minute

quantities of toxic compounds in rapeseed meal which were known to cause thyroid and growth disorders. The procedures were used to reveal the mechanism whereby non-toxic "parent" substances called glucosinolates were broken down enzymatically into toxic products when the seed was crushed. This led to a modification of the crushing process that resulted in destruction of the enzyme before the breakdown could take place. Oil and meal produced by this process demonstrated improved nutritional quality.

The success of this research is reflected in the growth of the oilseed industry on the Prairies. During the last three decades, seven crushing plants have been built in Western Canada and rapeseed, now the third largest crop in Canada, provides cash receipts to farmers averaging \$270,000,000 annually.

Recognizing that a high protein crop was required to supplement agricultural grain and oilseed production in Western Canada, PRL began a program in 1968 to evaluate the protein-rich field pea as a crop for the prairies. The Laboratory initiated a multidisciplinary program involving university and industrial personnel to assist in making this a commercially viable crop. Dr. Youngs developed a process for separating pea flour into protein and starch-rich fractions, and a pilot plant, constructed at PRL to determine optimum processing conditions, was the basis for the Pro-Star Mills Limited plant in Saskatoon which began production in 1977.

PRL extended its food processing research to assist less developed countries. Projects were carried out by Dr. Youngs and Dr. R. Reichert to develop a village-scale milling process under a contract from the International Development Research Centre. Emphasis was placed on the dehulling of sorghum, millet and cowpeas by abrasion. This provided a successful process which is now used by a number of African and Asian countries, particularly in the milling of sorghum. The process has been widely accepted in Botswana and Nigeria where the installation of more mills is planned. □

Wayne Campbell

Distinction décernée au LRP

SCIENCE DIMENSION



Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

Vol. 10, N° 5, 1978

ISSN 0036-830X

Cité dans l'Index de périodiques canadiens

SOMMAIRE

5 Droit au but

Du nouveau pour le hockey

9 L'analyse des terpènes

Nouvel outil pour le pépiniériste

13 La conservation de cultures de cellules végétales dans l'azote liquide

Au secours des espèces végétales menacées d'extinction

17 Ferritronics Ltd.

Les communications dans le service mobile

19 Des rivières automatisées

Comment tirer plus d'énergie de nos rivières

23 Le central téléphonique de Mitel

Un succès éclatant

27 Progrès dans la recherche sur le cancer

Les apports de la recherche fondamentale

La revue Science Dimension est publiée six fois l'an par la Direction de l'information publique du Conseil national de recherches du Canada. Les textes et les illustrations sont sujets aux droits d'auteur. La reproduction des textes, ainsi que des illustrations qui sont la propriété du Conseil, est permise aussi longtemps que mention est faite de leur origine. Lorsqu'un autre détenteur des droits d'auteur est en cause, la permission de reproduire les illustrations doit être obtenue des organismes ou personnes concernés. Pour tous renseignements, s'adresser au Directeur, Science Dimension, CNRC, Ottawa, Ontario, K1A 0R6, Canada. Téléphone: (613) 993-3041.

Notre couverture: Le hockey, sport national canadien, a fait appel à la recherche industrielle pour améliorer certaines performances. Une compagnie canadienne, bénéficiant d'une subvention d'aide à la recherche industrielle du CNRC, a fait entrer de nouveaux matériaux et de nouvelles méthodes dans la fabrication des bâtons de hockey. Les Industries du Hockey Canadien Inc., de Drummondville, dans le Québec, a créé un type de bâton plus durable et plus flexible que les anciens bâtons en bois en utilisant des plastiques et de la fibre de verre. On peut voir ici Yvan Cournoyer, des Canadiens de Montréal, se servant de l'un des nouveaux bâtons de hockey (voir notre article p. 5). Peinture de Don Anderson, photographiée par Charlie King.

Directeur Loris Racine
Rédacteur en chef Wayne Campbell
Rédacteur exécutif Joan Powers Rickard
Conception graphique John B. Graphics Inc.
Coordonnatrice de la rédaction Diane Bisson Staigh

farine de colza mais toutefois responsables de troubles de croissance et de dérèglements thyroïdiens. On a ainsi découvert comment un certain enzyme dégradait des substances non toxiques «apparentées», les glucosinolates, en produits toxiques lors du broyage de la graine. Il a suffi de modifier la méthode de broyage afin de détruire l'enzyme en question avant que le processus de dégradation ne puisse intervenir, pour obtenir une huile et une farine dotées de qualités nutritives améliorées.

Le développement de l'industrie des graines oléagineuses dans les Prairies est le fruit de ces travaux. Depuis trente ans, sept usines de broyage y ont été construites et le colza, devenu la troisième récolte céréalière canadienne, rapporte annuellement environ 270 millions de dollars.

Par ailleurs, le LRP a lancé en 1968 un programme visant à déterminer si la culture du pois des champs, céréale riche en protéines, pouvait être envisagée dans les Prairies. Ce programme pluridisciplinaire auquel collaborent des chercheurs des secteurs universitaire et industriel vise à faire du pois des champs une culture rentable. Le Dr Youngs a réussi à fractionner la farine de pois en concentrés protéiniques et en amidon. Une usine pilote, construite au LRP pour déterminer les conditions optimales de transformation, a servi de modèle à l'usine Pro-Star Mills Limited, de Saskatoon, ouverte en 1977.

Le LRP s'efforce en outre d'aider les pays en voie de développement. Sous contrat du Centre de recherches pour le développement international, les Drs Young et Reichert ont mis au point une méthode de mouture par abrasion, pour le décorticage du sorgho, du millet et du dolique, méthode maintenant utilisée par plusieurs pays d'Afrique et d'Asie, dont le Botswana et le Niger où on envisage de construire d'autres meuneries. □

Texte français: Denise de Broeck

Le 25 juin dernier, lors de sa réunion annuelle tenue à Edmonton (Alberta), l'Institut canadien de science et de technologie alimentaire a décerné au Laboratoire régional des Prairies du CNRC la Gordon Royal Maybee Award, distinction soulignant les contributions à l'industrie alimentaire d'une compagnie ou d'un organisme canadien. Celle-ci a été remise au Dr Clare Youngs, du LRP, «pour les remarquables travaux de recherche du LRP sur la transformation du colza et du pois des champs et sa mise au point de procédés de mouture pour les villages des pays en voie de développement». Les industries canadiennes de transformation du colza et du pois des champs doivent beaucoup, a-t-on souligné, aux travaux de pionnier du LRP qui a incité les laboratoires gouvernementaux, industriels et universitaires à coopérer au sein d'une même équipe de travail.

Le LRP s'intéresse au colza depuis sa création en 1948. Feu le Dr Henry R. Sallans, futur directeur du LRP, décida d'étudier son potentiel en tant que source d'huile comestible, et de tourteau pour le bétail (le colza servait alors surtout à fabriquer des lubrifiants pour machines à vapeur). Sous la direction du Dr Sallans, on a réussi à mesurer de très petites quantités des constituants indésirables de l'huile de colza. Le LRP est ainsi devenu le centre d'études conjointes sur la culture du colza, la transformation de ses graines et leurs aspects nutritifs. Le Dr Sallans et le Dr Burton Craig (actuel directeur du LRP) ont d'abord procédé à la première analyse complète de l'huile de colza. Plus tard, le Dr Craig a mis au point des méthodes analytiques rapides et précises pour étudier ses acides gras par chromatographie en phase gazeuse de très petits échantillons. Ces méthodes ont été utilisées dans des études sur la nutrition et des programmes de culture visant à créer un colza à faible teneur en acide érucique, acide gras soupçonné de causer des lésions cardiaques.

Dans l'intervalle, les Drs Leslie R. Wetter et Clare G. Youngs mettaient au point des méthodes analytiques pour mesurer les substances toxiques présentes en quantités infimes dans la

Slap-shot strategy

Plastic makes perfect

A new technology in the manufacture of hockey sticks is not only revolutionizing the industry but will stimulate game action as well.

With a crack heard over the noise in the arena, Number 12's stick slaps the puck toward the goal. As the puck drives into the net, the scoring team lift their sticks in a victory salute — hockey sticks probably made in Canada but likely fabricated of foreign woods. What has happened to the hockey stick industry in recent years and why are so many hockey sticks now made of imported woods?

The problem appears to lie with the priorities of Canada's wood manufacturers. These industries put the emphasis of their research and marketing on materials needed by the construction and furniture industries, at the expense of the specialty woods required by hockey stick manufacturers.

A fully automated fibreglass tape winder, designed by Canadian Hockey Industries Inc.

Hence, such woods tend to be imported, particularly from Finland which has become the chief source of high quality plywood in Canada. This trend threatens to dominate not only the specialty wood industry, but the hockey stick industry as well.

In an effort to combat this competition, Canadian Hockey Industries Inc., of Drummondville, Québec, has responded with innovative technology in stick fabrication. Founded in 1969, the firm began the manufacture of traditional wood sticks, trying to compete with less than prime quality wood for the junior models. While the basic new construction design was sound, breakage and glue failure caused a high sales figure to be matched by a high complaint rate.

Knowing his new company would not survive under such conditions, Marc Ruel decided to approach the problems from a fresh perspective and

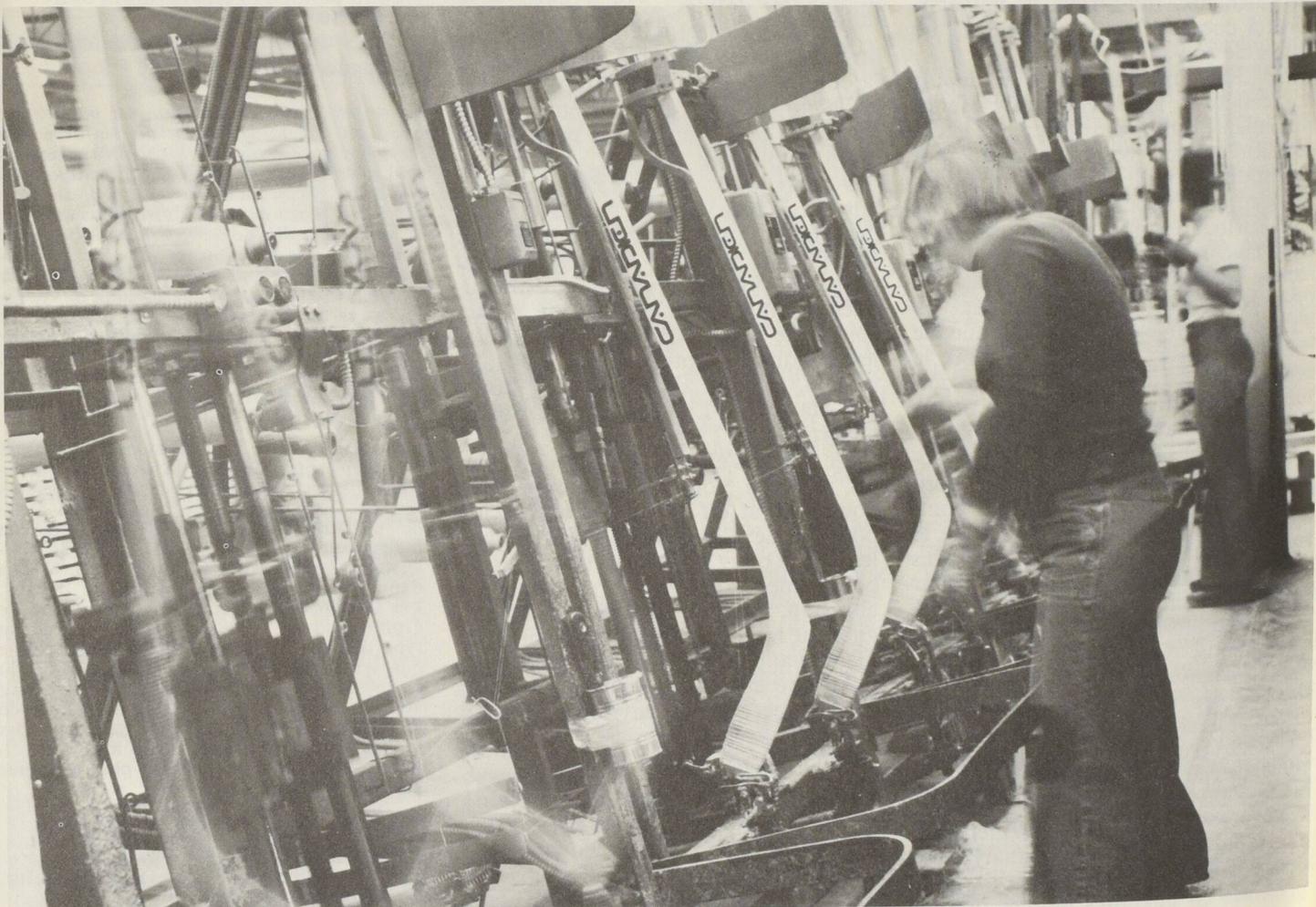
L'enrouleuse automatique mise au point par Les Industries du Hockey Canadien Inc.

sought the assistance of NRC's Industrial Research Assistance Program. A small team that included plastics researcher Léo Tessier, who had the glimmer of an idea about wood and plastic, and Marcel Goupil, a 20-year man in the fibreglass-resin reinforced materials field, began a happy liaison that continued for almost three years.

Léo Tessier is not a white-coat researcher. He seems most content with his fingers sticky with plastics and fiberglass threads in his hair. With the ink barely dry on the IRAP agreement, he began to challenge both the domestic and international hockey stick industry.

The team's first task was to strengthen the heel of the stick, an area often under strain, by adding a plastic part. To anticipate problems resulting from the addition of this new piece, he learned much about the marriage of wood and glass. Domestic quarrels between wood, plastic, glue and epoxy had to be resolved. A three-month effort brought the experiments

Canadian Hockey Industries Inc./Les industries du Hockey Canadien Inc.



Droit au but

La perfection grâce au plastique

L'introduction d'une technologie nouvelle dans la fabrication des bâtons de hockey est en train de révolutionner cette industrie et elle va probablement aussi contribuer à améliorer les performances sportives.

Un bruit sec domine les autres bruits du centre sportif au moment où le numéro 12 frappe le disque en direction des buts. Le disque pénètre dans le filet et les joueurs de l'équipe qui a marqué le point lèvent leur bâton en signe de victoire. Ces bâtons ont probablement été fabriqués au Canada, mais avec du bois provenant de l'étranger. Que peut-il bien se passer dans l'industrie des bâtons de hockey depuis quelques années pour qu'on en fabrique une aussi grande quantité avec du bois importé?

Il semble qu'il faille chercher la réponse dans les options choisies par les industries du bois. Celles-ci font en effet porter le gros de leur effort dans le domaine de la recherche et de la commercialisation sur les matériaux utilisés par les industries de la construction et du meuble au détriment des bois spéciaux nécessaires aux fabricants de bâtons de hockey. Ces bois spéciaux doivent donc être importés, surtout de la Finlande qui est devenue le principal fournisseur du Canada en contre-plaqué de qualité supérieure. Cette situation constitue une menace non seulement pour l'industrie des bois spéciaux mais aussi pour celle des bâtons de hockey. Pour faire face à cette concurrence, Les Industries du Hockey Canadien Inc., de Drummondville, dans le Québec, a appliqué des innovations technologiques à la fabrication des bâtons. Cette entreprise, fondée en 1969, a d'abord fabriqué des bâtons traditionnels en bois, en essayant d'affronter la concurrence avec des bois de moindre qualité pour les modèles junior. La conception fondamentale des nouveaux bâtons était saine et l'on en vendait beaucoup, mais comme ils se cassaient et que la colle ne tenait pas on enregistrait un grand nombre de plaintes.

Sachant très bien que son entreprise ne pourrait survivre dans ces conditions, Marc Ruel décida d'attaquer le problème sous un autre angle et demanda à bénéficier du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du CNRC. Léo Tessier, qui a eu la bonne idée de combiner le bois et le plastique, et Marcel Goupil, qui a vingt années d'expérience dans le domaine des matériaux renforcés de



Canadian Hockey Industries Inc./Les Industries du Hockey Canadien Inc.

The beginning — wood for the manufacture of Canadian hockey sticks being unloaded at the Drummondville factory.

Première étape: le bois servant à fabriquer les bâtons de hockey est déchargé à l'usine de Drummondville.

fibre de verre et de résines, ont fait équipe et travaillé en heureuse collaboration pendant près de trois ans. Léo Tessier ne travaille pas avec des gants blancs. Il semble des plus heureux lorsque ses doigts sont couverts de plastique et qu'il a de la fibre de verre dans les cheveux.

À peine l'aide sollicitée au titre de PARI lui était-elle accordée qu'il se lançait à la conquête des marchés national et international. La première tâche des chercheurs a été de renforcer le talon du bâton, qui travaille beaucoup, en y ajoutant une pièce de plastique. Pour prévenir les problèmes pouvant résulter de l'addition de cette nouvelle pièce, on a dû apprendre beaucoup de choses sur l'association du bois et du verre. Il a fallu également résoudre le problème relié à l'association du bois, du plastique, de la colle et de l'époxy qui possèdent tous des propriétés différentes. Après trois mois d'efforts, les expériences ont été couronnées d'une réussite si retentissante que l'on identifie maintenant la compagnie avec cette technique.

Les deux chercheurs se sont ensuite attaqués au problème du manche, dont la fabrication nécessite l'importation de contre-plaqué. Les 41 couches du

contre-plaqué finlandais allie la résistance à l'élasticité, caractéristiques exigées par les professionnels et les amateurs. «Notre objectif était de reproduire les caractéristiques du bois en associant la fibre de verre, le plastique et l'époxy», nous a dit Léo Tessier. «Le résultat a dépassé notre attente puisque l'on a obtenu une résistance supérieure avec une élasticité et un poids comparables.

Le groupe de Drummondville a introduit une innovation dans l'industrie en recouvrant le manche des bâtons de minces couches de verre. L'essai de différentes sortes de bois avec, à un moment donné, un contrôle sévère à la réception de la qualité des matériaux, a permis la réalisation, après un an de travail, d'un modèle très réussi. Marc Ruel ne s'est pas contenté de révolutionner la fabrication des bâtons de hockey, il a aussi pensé qu'une partie du manche, qui était de couleur blanche, pouvait bénéficier d'une amélioration esthétique. C'est ainsi que la compagnie a été amenée à fabriquer les premiers bâtons de hockey à manche de couleur. Marc Ruel sait parfaitement qu'une bonne esthétique aide à vendre mais il s'empresse d'ajouter que l'on n'a pas pour autant sacrifié la

to a conclusion so successful it has become a company trademark.

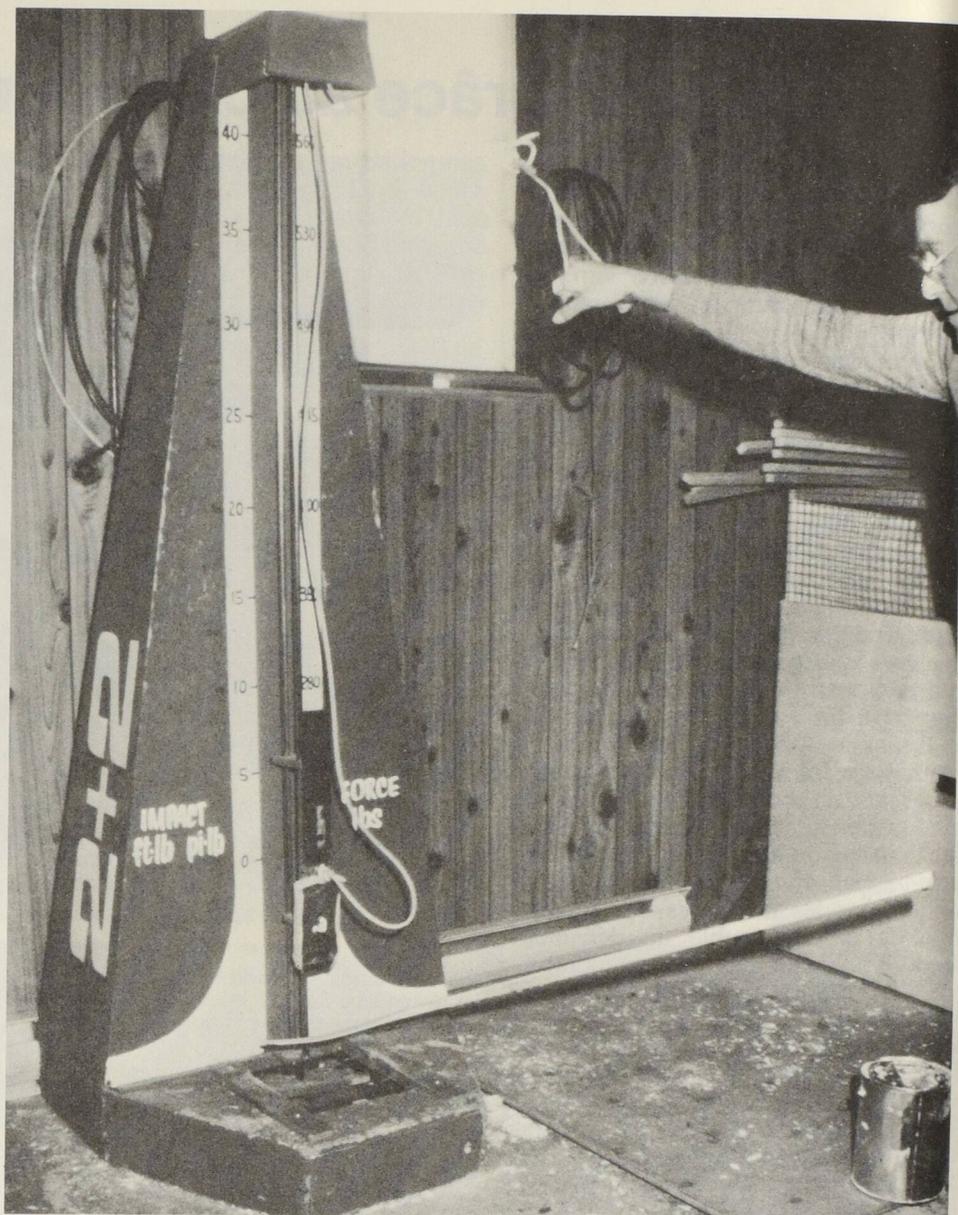
From this first step the research team turned to the problem of the stick handle and it is here that the issue of foreign plywood is of major concern. Those 41-ply Finnish handles combine strength with flexibility — characteristics demanded by professionals and amateurs alike. "Our aim was to combine fibreglass, plastic and epoxy to duplicate the character of wood," Tessier says. "And we have actually surpassed it by adding strength while keeping flexibility and weight."

The Drummondville group began by laminating glass to the handles — a pioneer move in the industry. Experiments with woods — including, at one point, 100 per cent incoming quality control — led to a truly successful model after a year's work. Not content with revolutionizing the manufacturing of hockey sticks, Marc Ruel viewed the spare, white length of the handle as another area for innovation. As a secondary development the company began to produce the first colored handles in the trade. Marc Ruel does not deny that "cosmetics enhanced sales", — but he notes that improved appearance was not achieved by sacrificing quality, rather the reverse.

With these innovations Léo Tessier's development team kept pace with a full range of manufacturing technology. Hand operations were reduced to a minimum. Where competitors used fibreglass tape to strengthen blades, they turned to yarn, and the team produced a machine to wrap it uniformly and quickly. A press for the lamination process was designed and built as was an oven for curing. In fact, the fabrication area now contains only one commercially available machine, a sander for shaping wood blades. Semi-automated methods have raised the level of output to 2,600 sticks per day — but sales have outstripped production capability.

Léo Tessier attributes success to his insistence on maintaining quality in the product — and the standard of excellence used is the best professional wood stick. Duplicating or surpassing the best wooden stick in synthetic materials is his goal.

How well they succeeded is, literally, in the hands of hockey players. The crowning achievement of this effort is the company's new stick with an all glass and plastic blade. When Canadian Hockey Industries Inc. first approached the IRAP office with a research proposal, an all synthetic stick idea was simply a concept. No prototype existed, and the manufacturing methods were bridges in the future to be crossed. Léo Tessier's design team



Stephen A. Haines, NRC/CNRC

Testing the product. A weight is dropped on the blade of one of the all-plastic sticks designed by Canadian Hockey Industries Inc. to determine its impact strength. Strength and flexibility are major features of the new plastic sticks.

Le produit à l'essai. On laisse tomber un poids sur la lame de l'un des bâtons en plastique fabriqués par Les Industries du Hockey Canadien Inc. pour déterminer sa résistance au choc. La résistance et l'élasticité sont les principales caractéristiques de ces nouveaux bâtons.

spent more than a year on blade design and manufacture. The result: a plastic core sandwiched between fibreglass layers. The blade is strong, lightweight and more elastic than wooden ones. Even more significant is the blade's thin cross section. An airborne puck is a goalie's nightmare and the synthetic blade allows the shooter to loft the puck higher when making a slap shot.

Professional acceptance of the new stick has been slow, but it is growing. Synthetic sticks have been tested in laboratories and arenas and have surpassed the designer's own expectations. "We expect younger players to use it first, then take it with them into

the professional ranks," he says. "We are world leaders in synthetic materials and we expect to stay there."

He is quick to praise the IRAP philosophy in contributing to his success. "It is the perfect government program," he stresses. "The combination of funding with the use of consultants, universities and government information services to develop the concept into a product is an ideal situation for a beginning company. We would not be where we are today without NRC and the IRAP program." A significant statement from a man whose concept helped generate \$5 million in annual sales in eight years. □

Stephen A. Haines

qualité, bien au contraire.

Ce faisant, l'équipe de Léo Tessier a appliqué toute une gamme de progrès technologiques à la fabrication. Les opérations manuelles ont été réduites au minimum. Alors que ses concurrents utilisaient un ruban de fibre de verre pour renforcer les lames, elle a adopté la fibre de verre filée et inventé une machine permettant un enroulement uniforme et rapide et, enfin, conçu et fabriqué une presse pour le laminage et un four pour le durcissement. L'aire réservée à la fabrication ne comporte d'ailleurs plus, maintenant, qu'un seul appareil de série; il s'agit d'une sableuse servant à façonner les lames de bois. Des processus semi-automatiques ont permis de faire passer la production quotidienne à 2 600 bâtons mais, malgré cela, la demande excède les possibilités de fabrication.

Léo Tessier attribue cette réussite à l'intransigeance dont on a fait montre sur la qualité du produit; l'objectif visé n'était rien moins que de réaliser le meilleur bâton de classe professionnelle, c'est-à-dire un bâton en matériaux synthétiques de qualité égale ou

supérieure à celle du meilleur bâton en bois.

Le succès de leur entreprise est littéralement dans les mains des joueurs de hockey. Le nouveau bâton, dont la lame est composée de verre et de plastique, constitue le couronnement de leurs efforts. Lorsque Les Industries du Hockey Canadien Inc. a proposé ce projet de recherche aux responsables de PARI, le bâton fait entièrement de matériaux synthétiques n'était encore qu'une idée. Il n'en existait pas de prototype et les méthodes de fabrication restaient à inventer. Le bureau d'études de Léo Tessier a consacré plus d'un an à la conception et à la fabrication des lames. Le résultat: une âme de plastique recouverte de plusieurs couches de fibre de verre. Elle est solide, légère et plus élastique que le modèle courant en bois. Le plus frappant, c'est la faible épaisseur de sa section. La hantise d'un gardien de but est de devoir arrêter une rondelle en vol et la lame synthétique permet au joueur d'envoyer le disque à une plus grande hauteur lors d'un lancé frappé.

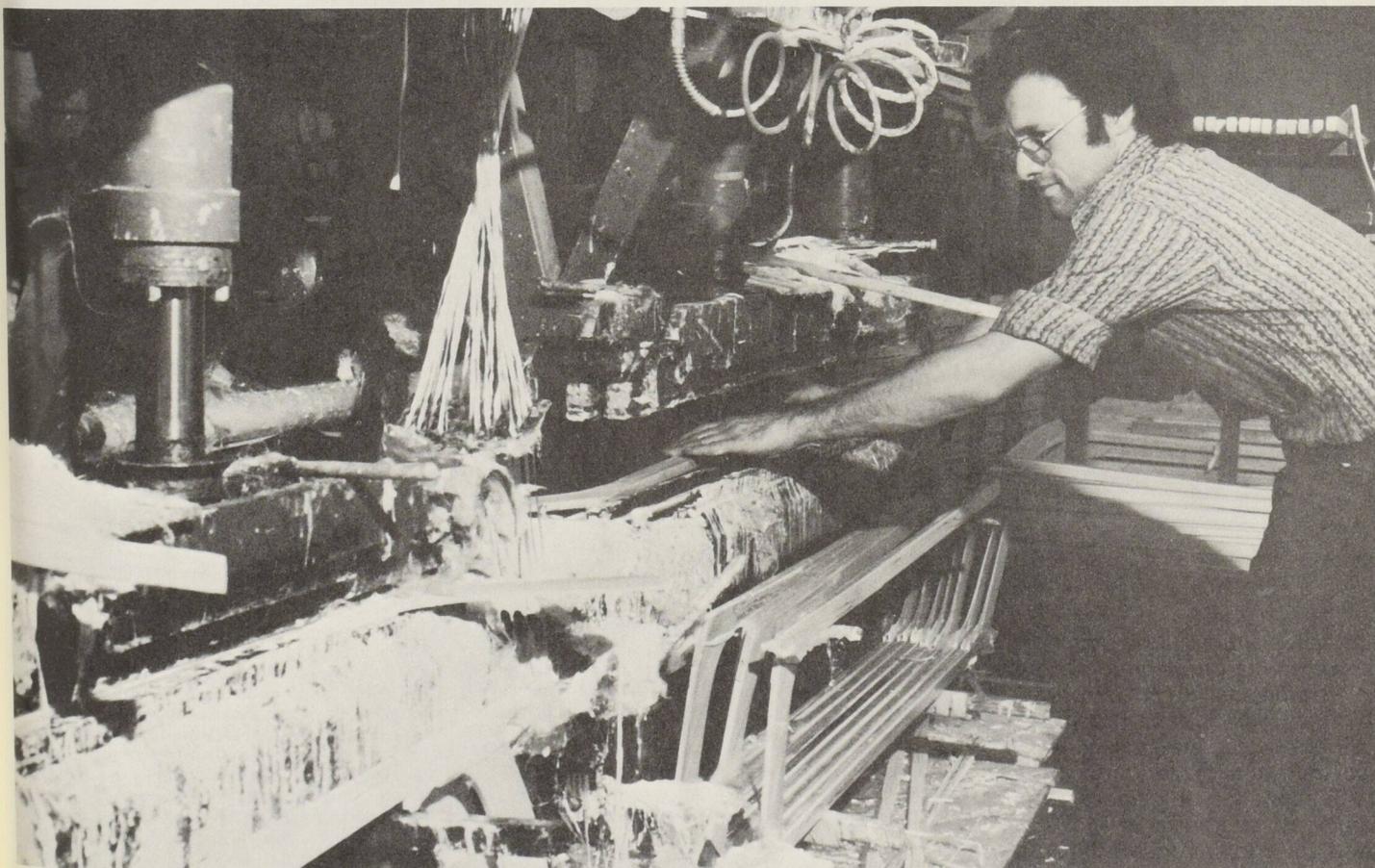
L'âme de bois du manche est recouverte de plusieurs couches de fibre de verre. Cette machine, conçue par Les Industries du Hockey Canadien Inc., permet à l'opérateur d'enrober une lame de bâton toutes les 60 secondes.

Les joueurs professionnels ont mis beaucoup de temps à adopter ce nouveau bâton mais il devient de plus en plus populaire. Les bâtons synthétiques ont subi des tests en laboratoires et sur les patinoires et ont plus que comblé les espoirs de celui qui les a conçus. «Nous pensons que les jeunes joueurs seront les premiers à les utiliser et qu'ils les amèneront dans le circuit professionnel», nous a dit Léo Tessier, qui a ajouté, «nous occupons une des premières places sur le marché mondial des matériaux synthétiques et nous entendons nous y maintenir.»

Il s'est empressé de faire l'éloge de la philosophie qui préside à PARI et qui a grandement contribué à la réussite de ce projet. «C'est», a-t-il souligné, «le programme gouvernemental idéal. L'association du financement, des experts-conseils, des universités et des services d'information gouvernementaux permettant de passer de la théorie à la pratique est une formule idéale pour une jeune entreprise. Nous n'en serions pas là aujourd'hui sans l'aide du CNRC et du programme PARI.» C'est là une remarque à retenir, quand on sait qu'elle vient d'un homme qui a eu une idée ayant permis de réaliser en l'espace de huit ans un chiffre d'affaires annuel de l'ordre de 5 millions de dollars. □

Texte français: Denise de Broeck

Canadian Hockey Industries Inc./Les Industries du Hockey Canadien Inc.



Terpene analysis Chemical clues to conifer kinship

The composition of terpenes, a class of substances found in all conifer species, appears to be genetically determined. In fact, they can be used as chemical "fingerprints" to separate morphologically similar trees and identify the parentage of pine hybrids.

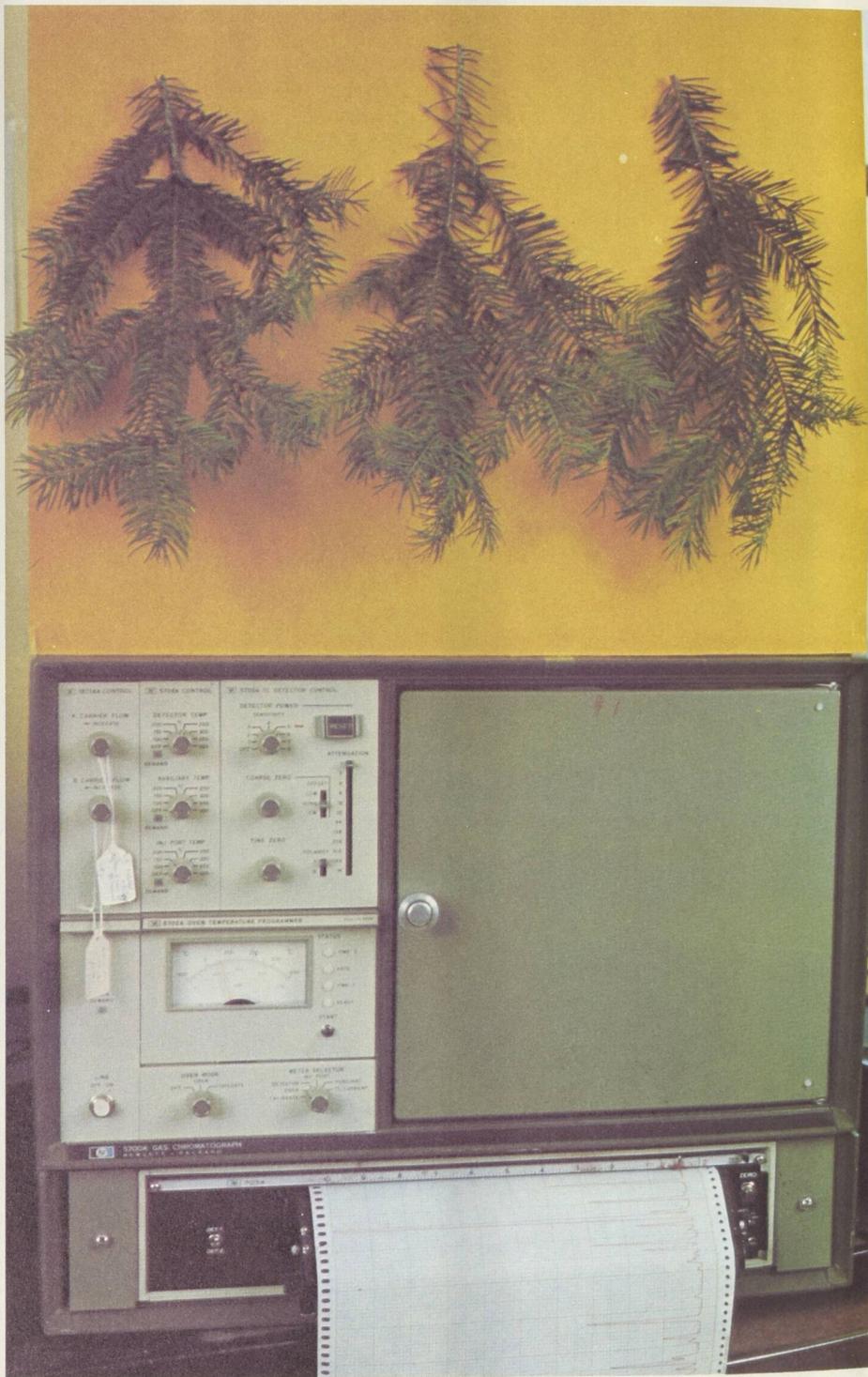
Jasmine oil, rose petal extract, a whiff of patchouli... to a highly trained "nose" or odor specialist in the French perfume industry, these are clearly discernible notes in the glorious odor symphony evoked by a great French perfume. Should one of the great French "noses" take a stroll in a Canadian conifer forest, he would be struck by the rich variety of pine and cedar fragrances in the air. These fragrances come from terpenes, a group of compounds which accumulate as volatile oils in conifers, a family of trees that include pines, spruces and firs.

However, besides conferring this pleasant piney scent on forest meadows, terpenes also play important biological roles; for example, they are linked with the tree's ability to defend itself against attack by such pests as the pine bark beetle and the spruce budworm. For man, they represent the base material from which such familiar products as turpentine and camphor oil are produced and, if a study at NRC's Prairie Regional Laboratory in Saskatoon, Saskatchewan, lives up to expectations, they will ultimately serve as valuable genetic markers in the hybridization programs of tree breeders.

For several years now, terpenes have been a subject of great interest to NRC's Dr. Ernst von Rudloff. Says Dr. von Rudloff: "Evergreen forests are one of Canada's most valuable renewable resources, and here, in the Forest Product group, we are using our knowledge of terpene chemistry to tackle some of the practical problems encountered in the forest industry."

One of these practical problems involves the breeding of better trees for reforestation. The Canadian forest industry is long past the stage where it can just harvest trees indiscriminately from virgin forest expanses, confident that the supply of trees in Canada is without limit. Forest exploitation is now more akin to tree farming, with a careful cycle of tree planting, growth and harvesting designed to produce optimum qualitative and quantitative yields.

In tree nurseries, breeders try to combine many of the desirable traits of existing tree species in new hybrids for



NRC/CNRC

Looking at the branches of these three varieties of Douglas fir, not even an experienced tree breeder can tell them apart. NRC scientists are able to distinguish them, however, by analyzing the terpenes found in their foliage oil. The centre species is a cross (or hybrid) between a coastal-type fir on the left and an interior-type fir on the right. The terpene profile of the hybrid is a mix of those exhibited by the two parents.

Même un arboriculteur expérimenté ne saurait, à première vue, distinguer ces trois variétés de sapins de Douglas. Les chercheurs du CNRC sont cependant en mesure de les identifier en analysant les terpènes contenus dans l'huile de leur feuillage. L'espèce que l'on voit au centre est le résultat d'un croisement (hybride) entre un sapin de Douglas du type poussant sur le littoral, à gauche, et du type poussant dans l'intérieur, à droite. Le profil terpénique de l'hybride est un mélange des profils des deux arbres dont il est issu.

L'analyse des terpènes

Les empreintes digitales des conifères

La composition des terpènes, substances chimiques présentes dans les conifères, semble refléter le patrimoine génétique de chaque espèce. Les terpènes peuvent ainsi jouer le rôle d'une véritable « empreinte digitale » chimique permettant l'identification d'espèces aux caractéristiques apparentes très semblables et l'observation de la transmission des traits génétiques aux hybrides de pins.

Huile de jasmin, eau de rose, un soupçon de patchouli... Pour l'un des grands « nez » de la parfumerie française, ce sont là les notes bien distinctes de la symphonie d'odeurs qu'évoque un parfum français prestigieux. Dans les grandes forêts de conifères du Canada, un tel spécialiste des parfums humerait avec délices la riche gamme des odeurs de pin et de cèdre dans l'air embaumé. Ces odeurs sont celles des terpènes, famille de composés aromatiques présents sous forme d'huiles volatiles dans les pins, les sapins et les cèdres.

En plus d'embaumer l'air des forêts, les terpènes jouent un important rôle

biologique chez les conifères. C'est ainsi, par exemple, qu'ils les protègent des assauts de certains insectes tels que le scolyte de l'écorce du pin et la tordeuse des bourgeons de l'épinette. L'homme en tire des dérivés aussi répandus que la térébenthine et l'huile de camphre, et bientôt, si une étude effectuée au Laboratoire régional des Prairies du CNRC à Saskatoon, dans la Saskatchewan, porte fruit, les terpènes serviront de précieux indices génétiques facilitant les programmes d'hybridation des pépiniéristes.

Depuis nombre d'années, le Dr Ernst von Rudloff, chercheur au CNRC, s'intéresse de près aux terpènes. « En effet », dit-il, « les forêts de conifères sont l'une des richesses naturelles renouvelables les plus précieuses du Canada, et notre groupe des produits forestiers s'efforce donc d'appliquer ses connaissances dans le domaine de la chimie des terpènes à la solution des problèmes rencontrés par l'industrie forestière. »

L'un des principaux problèmes en question a trait à l'amélioration des arbres utilisés pour le reboisement.

L'industrie forestière canadienne a cessé depuis longtemps de n'exploiter que de vastes forêts vierges, supposées sans limites. L'exploitation des forêts ressemble maintenant davantage à une forme d'agriculture nécessitant une succession méticuleuse de plantation d'arbres, de contrôle de leur croissance et de cueillette au moment le plus opportun du point de vue du rendement qualitatif et quantitatif.

Dans les pépinières, les spécialistes de l'hybridation s'efforcent de créer des croisements d'arbres réunissant les meilleures qualités des variétés existantes en vue du reboisement des forêts. Cette tâche n'est pas facile en

L'exploitation des ressources forestières canadiennes s'appuie sur une succession méticuleuse de reboisement, de culture et de récolte des arbres, visant à l'obtention du meilleur rendement possible. L'analyse des terpènes de conifères pourrait permettre aux arboriculteurs d'améliorer les espèces existantes.

In Canada, forest exploitation requires a careful cycle of tree planting, growth and harvesting designed for optimum yield. Terpene analysis might help tree breeders to improve existing conifer strains.

Canadian Government Photo Centre / Centre de photographie du gouvernement canadien



use in reforestation. One of the difficulties of this work is the long life cycle of trees, which can take ten or fifteen years to grow past the seedling stage to a size at which the presence or absence of the desired qualities will show up. The conifers' characteristic smell, originating in the volatile terpene mixtures, promises to provide important identifying clues for the tree breeder.

Explains Dr. von Rudloff: "Even to the untrained person, some species of trees have a very distinctive smell; for instance, western red cedar has a very pungent and heavy odor while the yellow cedar has a fresh smell. All one has to do to tell them apart is to break a twig: if the smell is pungent, it is red cedar.

"While this is a useful method for identifying some species of trees, the human nose is not precise enough for quantitative work and we have to use a sensitive analytical technique called gas-liquid chromatography. What we do, basically, is collect leaf samples from a conifer tree at any time during the dormant season (September to April in Canada), a period in which the leaf oils have a stable composition. After the leaves are carefully steamed in a special still to extract their volatile oils, the gas chromatograph separates the constituent compounds and registers them as peaks on a recorder chart. Each peak position corresponds to a specific terpene while the area under the peak is a measure of the quantity of the compound."

After studying several samples from each of the 30-odd species of Canadian woody conifers, von Rudloff's group showed that each tree species has a distinctive terpene composition. More important, the composition remains the same irrespective of the tree's age or where it is grown; thus, a tree's terpene composition acts as a chemical fingerprint of the species, being as much a part of the genetic make-up of the tree as its shape and other morphological characteristics. In fact, when hybrids are created from two different tree species, such as black spruce and white spruce, the terpene profile of the hybrid is a composite of those exhibited by the two parents, the mix reflecting the number of genes provided by each parent.

The result of this work is a novel way of classifying conifers based on the chemical nature of their terpenes. Called chemotaxonomy, the system has been shown to correlate well with the traditional scheme based on the appearance or morphology of trees; as such, it represents a fast, reliable method for mapping the geographical distribution as well as the variation of

closely related species in the conifer family. According to Dr. von Rudloff, plant breeders are finding chemotaxonomy particularly useful as a diagnostic tool for identifying hybrids or intermediates formed from similar conifer species, a task that can be both difficult and time-consuming. For example, it has been used to show the intermediacy between the coastal and interior Douglas-fir varieties. In a recent study, chemotaxonomy showed that coastal alpine fir differs so much from those in the interior of British Columbia, Idaho and Montana that they may have to be considered as separate species. "Furthermore," says von Rudloff, "we are working with the British Columbia Forestry Service in a search for chemical clues that may be linked to desirable properties such as a fast rate of growth. There is no obvious reason why a particular terpene composition should be linked to

faster growth, but genetically, two different characteristics are often linked: for instance, blue eyes are often associated with blonde hair in people. So, if a certain chemical fingerprint was found to be genetically linked to a desirable property in a conifer, it could act as a convenient marker; for instance, a tree breeder could snip off a twig from a two-year-old seedling and determine if the grown tree would have a straight trunk, without having to wait 20 or 30 years for the answer."

Concludes Dr. von Rudloff: "We are now getting the wrinkles out of our terpene analysis technique, with the hope of making it a simple tool that forestry people will be able to use on a routine basis for tree selection and species identification. The positive reaction of forest geneticists to our work in recent months has been very encouraging." □

Michel Brochu



Canadian Government Photo Centre/Centre de photographie du gouvernement canadien

The end product of tree farming: the magnificent conifer forests of Western Canada, a valuable renewable resource.

Grâce à l'arboriculture, nous sommes assurés de pouvoir continuer d'exploiter les magnifiques forêts de conifères de l'Ouest canadien, précieuse richesse naturelle renouvelable.

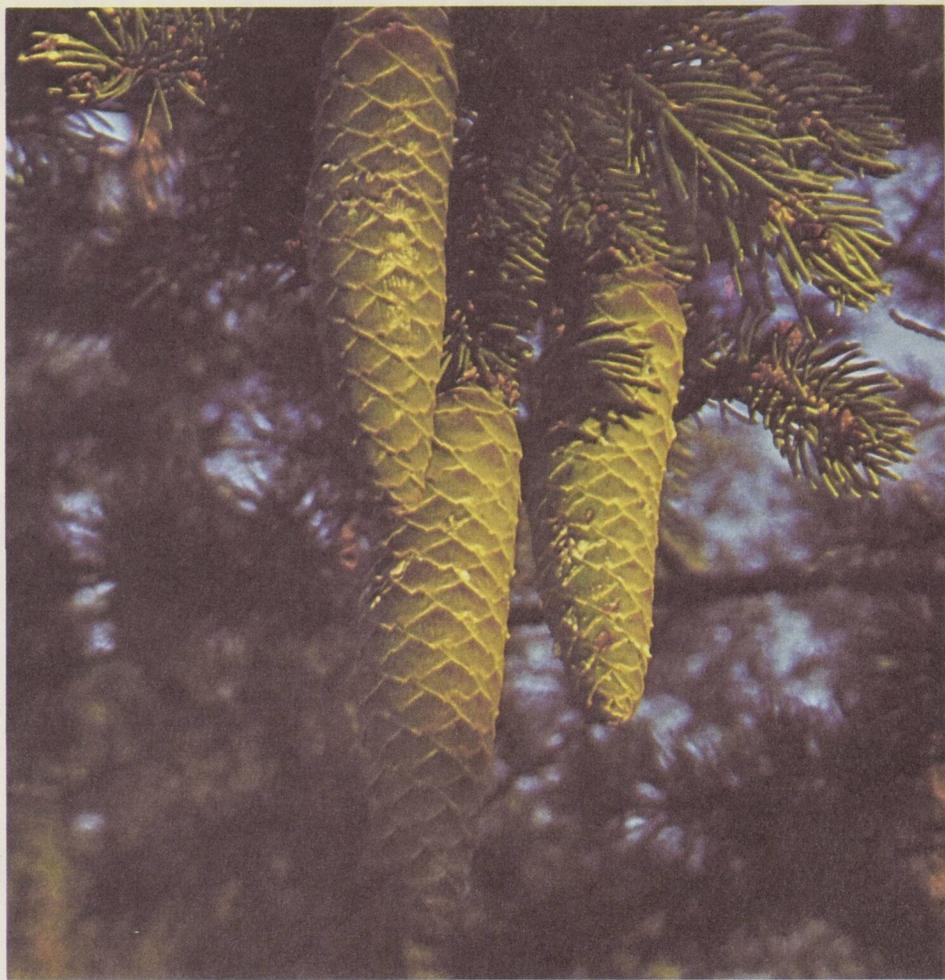
raison de la croissance très lente des arbres: il peut s'écouler dix ou quinze ans avant que la présence ou l'absence d'un trait désirable dans un jeune arbre ne soit manifeste. L'odeur caractéristique des conifères, reflétant la composition de leurs terpènes volatiles, pourrait cependant fournir de précieux indices.

Comme nous l'explique le Dr von Rudloff, «même pour le profane, certaines espèces d'arbres ont une odeur bien caractéristique; par exemple, le cèdre rouge du Pacifique a un parfum assez lourd et piquant. Par contre, le cèdre jaune a un parfum plus discret. Il suffit donc de froisser un rameau de l'un de ces arbres pour les identifier: une odeur piquante indique qu'on est en présence d'un cèdre rouge.»

«Bien que ce soit là une utile façon d'identifier certaines espèces d'arbres, notre sens de l'odorat n'est pas assez développé pour fournir des résultats quantitatifs et il faut donc faire appel à une technique d'analyse chimique très sensible, la chromatographie en phase gaz-liquide. Il s'agit, en somme, de prélever des échantillons d'aiguilles de conifères à n'importe quel moment au cours de leur période de croissance nulle (de septembre à avril au Canada); les huiles de ces aiguilles ont alors une composition stable. Nous les distillons dans un alambic spécial pour en extraire les composantes volatiles, et grâce au chromatographe en phase gazeuse, il est ensuite possible d'en séparer les composantes dont la présence se manifeste sous la forme de pointes sur la courbe d'un enregistreur. La position de chaque pointe signale la présence d'un terpène déterminé dont la concentration est fonction de l'aire sous la pointe de la courbe.»

Une étude d'échantillons prélevés sur des arbres appartenant aux quelque trente espèces différentes de conifères du Canada a permis au groupe de chercheurs dirigé par le Dr von Rudloff de montrer que chacune de ces espèces possède un «profil de terpènes» bien caractéristique. Qui plus est, ce profil de terpènes est constant quel que soit l'âge de l'arbre ou sa provenance: il s'agit donc d'une véritable empreinte digitale chimique de l'espèce, qui fait partie de son bagage génétique au même point que les autres caractéristiques de forme, de couleur, etc. Lors de la création d'un hybride à partir de deux espèces d'arbres différentes, on observe même que le profil terpénique du rejeton reflète celui des deux parents, en fonction de la proportion des gènes fournis par chacun d'eux.

Grâce à ces travaux, on dispose maintenant d'une nouvelle façon de classer les conifères à partir de la



John Brittain

composition de leurs terpènes, la chimiotaxonomie. Les résultats obtenus au moyen de ce nouveau système de classification concordent bien avec les données que fournissent les méthodes traditionnelles fondées sur l'apparence ou la morphologie des arbres et permettent donc une étude rapide et précise de la répartition géographique et de la variation génétique d'espèces étroitement apparentées. Selon le Dr von Rudloff, la chimiotaxonomie est d'un grand secours pour les pépiniéristes et leur permet d'identifier les hybrides et les sujets intermédiaires issus d'espèces de conifères voisines, tâche auparavant longue et laborieuse. C'est ainsi qu'on a pu étudier la relation entre le sapin de Douglas qui pousse sur le littoral de la Colombie-Britannique et celui qui pousse à l'intérieur des terres. Une récente étude chimiotaxonomique a démontré que les sapins de type alpin qui poussent sur le littoral sont si différents de ceux qui poussent à l'intérieur de la Colombie-Britannique, de l'Idaho et du Montana qu'on pourrait voir là une espèce différente.

«Par ailleurs», ajoute le Dr von Rudloff, «nous travaillons en collaboration avec les services forestiers de la Colombie-Britannique à découvrir des

indices chimiques associés à des traits désirables tels qu'un taux de croissance rapide. Logiquement, on ne voit pas pourquoi un profil terpénique particulier devrait être associé à un taux de croissance rapide, mais en génétique, on observe souvent une relation entre deux caractéristiques différentes; par exemple, les personnes blondes ont souvent les yeux bleus. Si donc nous pouvions trouver un indice chimique associé génétiquement à la présence d'un trait désirable chez un conifère, nous disposerions d'une indication très commode: le pépiniériste n'aurait qu'à prélever un rameau d'un pin de deux ans et pourrait déterminer si son tronc serait droit, à l'âge adulte, sans qu'il soit nécessaire d'attendre 20 ou 30 ans pour s'en assurer.»

Le Dr von Rudloff conclut sur ces paroles: «Nous travaillons maintenant à perfectionner notre technique d'analyse terpénique, afin d'en faire un outil d'usage très simple que les pépiniéristes pourront employer de façon routinière pour la sélection des arbres et l'identification des diverses espèces. Nous avons dernièrement été vivement encouragés par la réaction favorable que nos travaux ont suscitée chez les arborogénéticiens.» □

Michel Brochu

A new tool for plant breeders

Quick-freezing plant cell cultures

At NRC's Prairie Regional Laboratory, a new method of quick-freezing plant material has been developed. Because techniques for regenerating entire plants from cell material have already been worked out for many species, this innovation may solve a pressing problem for plant geneticists: how to safely preserve genetic variety in plants.

For the Canadian "green thumb", amateur gardening brings many joys and occasional sorrows as prized tomatoes develop mysterious diseases and wilt, or potatoes fall prey to armies of bugs. Ordinarily, not much more than the gardener's pride is hurt if his pampered plants succumb to disease or poor weather conditions, but in other parts of the world, crop failure can mean famine and starvation for millions of people.

At NRC's Prairie Regional Laboratory in Saskatoon, Saskatchewan, some far-reaching research projects are aimed at counteracting the effects of plant disease in Canada and the developing countries, in cooperation with the International Development Research Centre. A recent development, actively explored by PRL's Dr. Kutty Kartha, shows considerable promise towards solving some of the problems experienced by plant breeders as they attempt to improve important food crops such as cassava and members of the pea family.

Dr. Kartha and his colleagues have pieced together experimental clues in cell culture that now allow them to preserve plant genetic material in frozen form, alive and retaining the potential of producing full-grown plants when needed.

The new freeze preservation technique is an offshoot of a plant reproduction technique called "meristem" culture. Explains Dr. Kartha: "The extreme tip of a growing plant contains a group of active, growing cells called the meristem. These so-called "undifferentiated" cells divide and ultimately differentiate into leaves, branches and flowers according to the growth phase of the plant. If these cells are isolated under the microscope in aseptic con-

ditions and cultured in a growth medium containing the appropriate nutrients (minerals, vitamins and hormones), they will grow into an exact replica or clone of the mother plant. More important, meristem cells are mostly disease-free. The cloned plant will therefore be healthy even if the mother plant carries infection."

If techniques could be developed to store these meristem cells in frozen form, to be thawed out for growth into

plants as needed, one of the principal difficulties of plant breeding would disappear.

Currently, plant breeding stations devoted to the improvement of plants such as the field pea, must maintain a large collection of individual plants representing the thousands of strains and varieties whose genes might some day be needed to create a new pea variety. Until Kartha's work, the only practical method of preserving them



Thanks to work at PRL, ampules containing cultures of live plant cells can now be stored for several months in liquid nitrogen at temperatures as low as -196°C . Thawed under carefully controlled conditions, these cultures can be induced to grow, forming tops (left), then roots, and eventually normal whole plants (right). The field peas shown were obtained from cultures kept for seven months in liquid nitrogen.

Kutty Kartha, NRC/CNRC

La congélation des cellules végétales

Progrès en phytogénétique

Les chercheurs du Laboratoire régional des Prairies du CNRC viennent de mettre au point une nouvelle méthode de congélation rapide de matériel cellulaire de plantes. Grâce aux techniques déjà établies qui permettent de reconstituer de nombreuses espèces de plantes à partir de quelques cellules, il pourrait être ainsi possible de résoudre l'un des grands problèmes de la phyto-génétique: comment préserver la diversité génétique des plantes?

Beaucoup de Canadiens se livrent à l'agréable passe-temps du jardinage, occupation qui leur apporte bien des joies, et quelques déceptions quand leurs tomates attrapent de mystérieuses maladies et flétrissent, ou que des légions d'insectes ravagent leurs pommes de terre. La fierté du jardinier amateur peut souffrir quelque peu des ravages infligés par le mildiou ou la mauvaise température à ses plantes si dorlotées mais les conséquences de ces méfaits

de la nature sont beaucoup moins sérieuses ici que dans d'autres régions surpeuplées du monde où une mauvaise récolte peut condamner des millions de personnes à la disette et à la famine.

La lutte contre les diverses maladies qui frappent les récoltes au Canada et dans les pays en voie de développement fait l'objet d'un certain nombre de projets de recherche de grande portée au Laboratoire régional des Prairies du CNRC à Saskatoon (Saskatchewan), en collaboration avec le Centre de recherche pour le développement international. Grâce à une découverte récente du Dr Kutty Kartha, chercheur au LRP, et de ses collègues, on a bon espoir de résoudre plusieurs des problèmes qu'éprouvent les généticiens travaillant à l'amélioration de plantes qui fournissent des récoltes importantes telles le manioc et les diverses espèces de pois.

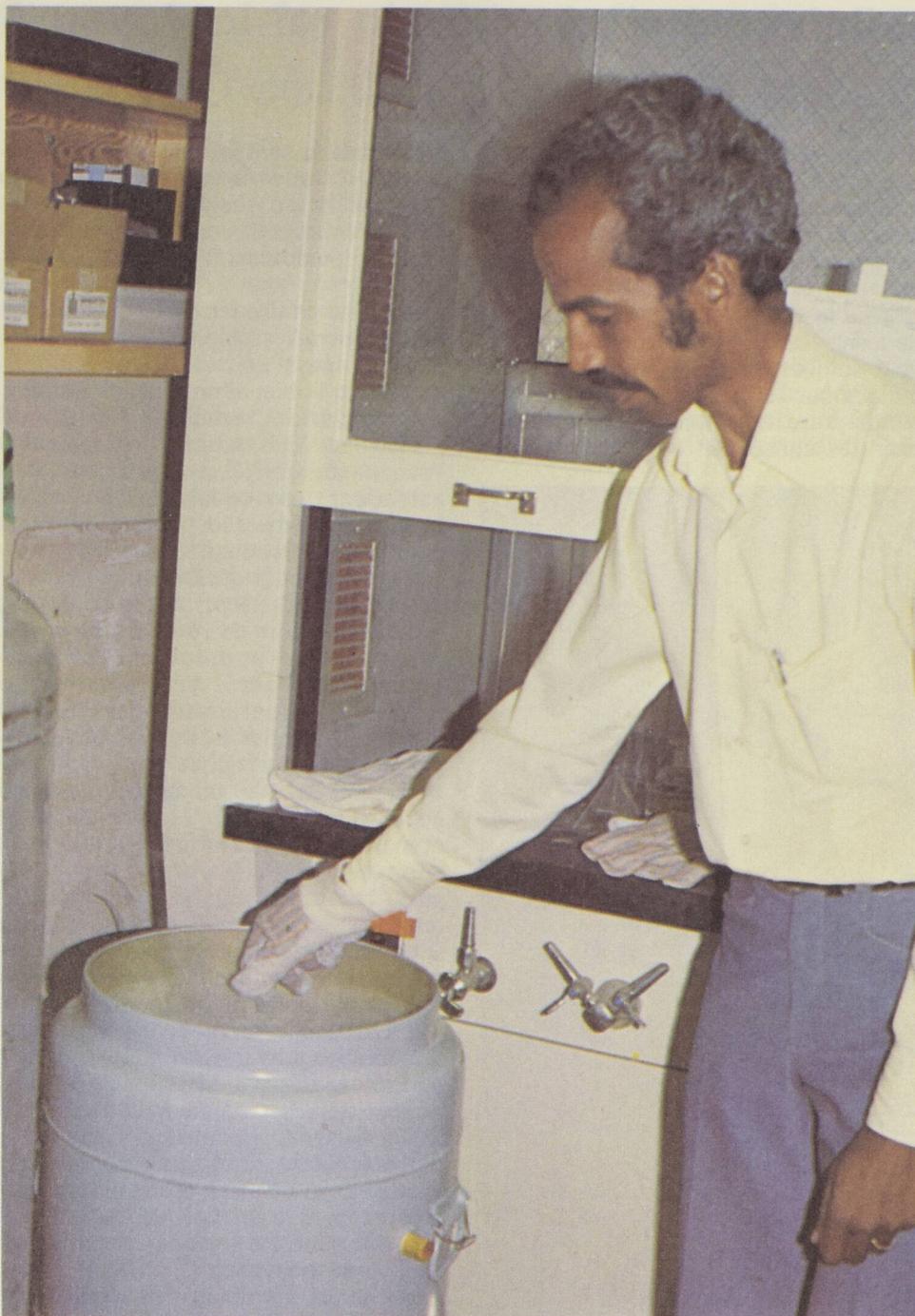
S'appuyant sur un certain nombre de développements récents dans le domaine de la culture des cellules végétales, le Dr Kartha et ses collègues sont parvenus à conserver le matériel génétique de certaines plantes sous forme de parcelles congelées, capables de reprendre vie et de produire une plante normale au besoin.

La nouvelle méthode de conservation des plantes dérive d'une méthode de culture des plantes appelée culture de méristèmes. Comme nous l'explique le Dr Kartha, «le bourgeon terminal d'une plante en croissance contient un groupe de cellules en croissance vigoureuse appelé le méristème. Ces cellules non différenciées se divisent et produisent éventuellement les feuilles, les branches et les fleurs de la plante au cours de ses diverses phases de croissance. Il est possible d'isoler ces cellules, sous conditions stériles, à l'aide d'un microscope, et de les cultiver dans un milieu nutritif contenant les minéraux, les vitamines et les hormones dont elles ont besoin. On obtient ainsi une réplique exacte (un clone) de la plante dont elles sont issues. Comme ces cellules de méristème sont généra-

Les chercheurs du LRP ont mis au point une méthode permettant de conserver des cellules végétales vivantes dans de l'azote liquide (à une température de -196°C) pendant plusieurs mois. Il est ensuite possible de les décongeler, de provoquer la formation de la tige de la plante (à gauche), puis de ses racines. On obtient ainsi une plante tout à fait normale (à droite) qu'on peut cultiver de la façon habituelle. Les pieds de pois des champs que l'on voit ici proviennent de cellules conservées pendant sept mois dans de l'azote liquide.



Kutty Kartha, NRC/CNRC



Michel Brochu, NRC/CNRC

Dr. Kutty Kartha withdraws an ampule of frozen plant material from a container of liquid nitrogen. His new plant preservation technique may prove very valuable to plant breeders.

Le Dr Kutty Kartha retire d'un récipient rempli d'azote liquide un échantillon de matériel cellulaire de plante. La nouvelle méthode de conservation des plantes qu'il a mise au point pourrait être d'une grande utilité pour les pépiniéristes.

was to grow them in the field, an expensive and risky business as a single outbreak of disease or a spell of bad weather could wipe them out, destroying irreplaceable strains.

According to Dr. Kartha, research at his Saskatoon laboratory promises to make the freeze preservation of living plants a practical proposition: "Working with field peas, we have developed through careful experimentation a method of freezing pea meristem cells sealed in tiny glass ampules.

Protected against freeze damage by a solution of the chemical dimethylsulfoxide (DMSO), they are brought down from $+4^{\circ}\text{C}$ to -40° at a controlled rate. It is in this critical temperature range that the risk of damage from ice crystal formation in the cell is greatest."

If the cells can be kept alive during this phase, further cooling will not matter, and the temperature can be lowered to -196°C , the temperature of liquid nitrogen. At this point, al-

most all biological activity is at a standstill and the cells exist in a kind of "suspended animation", little affected by the passage of time. They could conceivably be kept there for several years without losing their vitality. In fact, the technique is similar to the cryogenic process in which animal sperm is preserved in special "sperm banks".

The thawing of the cells, the reverse process, is equally critical. Dr. Kartha found through extensive tests that the best way to do it was to bring the cells to 37°C for 90 seconds. They can then be cultured in special growth media to produce normal plants.

"So far," he says, "we have stored pea meristems in liquid nitrogen for seven months and successfully revived them for growth into normal plants. As a result, we are hopeful that the day will come when many important plant varieties can be kept for long periods in liquid nitrogen, possibly in internationally operated "banks" of genetic material.

"Of course, the precise method of protecting each plant species against freeze damage in cooling and thawing will have to be worked out, but the technique appears very promising, and we are now applying it to several important food crops such as cassava, the field pea and the chick pea."

One of the most interesting outcomes of Dr. Kartha's work may be in resolving the conflict between our need to exploit natural resources and the desirability of preserving wild plant species threatened with extinction because of the destruction of their habitat. For example, in the United States, the fate of the little-known Furbish lousewort (a small weed related to the snapdragon) has pitted environmentalists against dam builders in a protracted legal battle. Under the terms of the Endangered Species Act of 1973, the construction of a dam that would destroy the main known habitat of this plant has been challenged in court.

"Now, it might seem foolish to halt a multi-million dollar dam construction project because of a few dozen snapdragon plants," says Dr. Kartha. "However, who is to say that at some future time mankind will not have a pressing need for the genetic material of this apparently useless species, perhaps as a new source of food or drugs? Once a plant is extinct, it is lost forever. To ensure that future generations have access to the genetic material of threatened plants is therefore worthwhile, for both practical and aesthetic reasons." □

Michel Brochu



Michel Brochu, NRC/CNRC

Dr. N. G. Nair, a visiting scientist from India, is learning the new technique of meristem culture from PRL's Nick Leung. The technique is now being used in East Africa and Taiwan by technicians trained at PRL.

Nick Leung, technicien du LRP, enseigne la technique de la culture de méristèmes au Dr N. G. Nair, scientifique de l'Inde qui effectue un stage au LRP. Des techniciens formés au LRP emploient maintenant cette technique en Afrique orientale et à Taïwan.

lement saines, on peut obtenir un clone sain même à partir d'une plante infectée.»

S'il était possible de mettre au point des techniques permettant de congeler ces cellules, et de les décongeler au besoin pour produire des plantes vivantes, on résoudrait l'un des principaux problèmes reliés à la culture de nouvelles variétés de plantes.

Les stations expérimentales consacrées à l'amélioration de plantes telles que le pois des champs doivent actuellement cultiver un grand nombre de plantes individuelles représentant les milliers de variétés et de types différents dont les gènes pourraient éventuellement être nécessaires en vue de la création de nouvelles variétés. Avant les travaux du Dr Kartha, la seule façon pratique de conserver ces plantes était de les cultiver, opération coûteuse et risquée car la maladie ou une période de mauvais temps pouvaient à tout moment les ravager et détruire ainsi un matériel génétique irremplaçable. Selon le Dr Kartha, les recherches entreprises à son laboratoire de Saskatoon pourraient rendre possible et commode la conservation par congélation de plantes vivantes: «Grâce à des travaux expérimentaux très méti-

culeux, nous avons mis au point une méthode de congélation de cultures de cellules de méristèmes de pois des champs conservées dans de minuscules ampoules de verre. Il s'agit de protéger ces cellules au moyen d'une solution d'un produit chimique, le diméthylsulfoxyde (DMSO), et de les refroidir graduellement de $+4^{\circ}\text{C}$ à -40°C . Cet intervalle de température est très critique et c'est alors que les parois cellulaires risquent le plus d'être endommagées en raison de la formation de cristaux de glace.»

Si on réussit à faire subir cette phase de refroidissement aux cellules sans dommage, on peut facilement les refroidir bien davantage et les amener à la température de l'azote liquide (-196°C). À une telle température, toute activité biologique s'arrête et la vie des cellules n'est plus soumise à l'empreinte du temps. On pourrait sans doute les conserver ainsi dans l'azote liquide pendant bien des années sans affecter leur vitalité, un peu à la façon dont on conserve des échantillons de sperme animal dans des «banques de sperme».

La décongélation de ces cellules est une phase tout aussi critique que leur congélation. Après de nombreux es-

sais, le Dr Kartha a découvert que la meilleure procédure à suivre est de les porter à 37°C pendant 90 secondes, ce qui permet ensuite de les cultiver dans un milieu de culture spécial et d'obtenir des plantes tout à fait normales.

«À ce jour», de dire le Dr Kartha, «nous avons réussi à conserver des méristèmes de pois dans de l'azote liquide pendant sept mois, et à les décongeler pour produire des plantes normales. Il nous est donc permis d'espérer que le jour viendra où il sera possible de conserver pendant de longues périodes de nombreux échantillons de plantes importantes dans de l'azote liquide, ce qui pourrait peut-être se faire dans des «banques» internationales de matériel génétique.»

«Il faudrait naturellement mettre au point une méthode précise de protection de chaque type de plante contre les dommages dus à la congélation et au dégel, mais cette nouvelle technique est très prometteuse et nous l'utilisons maintenant dans le cas de diverses plantes alimentaires importantes telles que le manioc, le pois des champs et le pois chiche.»

L'une des retombées les plus intéressantes des travaux du Dr Kartha pourrait permettre de résoudre le conflit latent entre notre besoin d'exploiter les richesses naturelles et notre désir de conserver les espèces végétales sauvages menacées de disparition par la destruction de leur habitat. Aux États-Unis, le sort du très rare pédiculaire de Furbish, (une petite plante de la famille des mufliers) a longuement opposé devant les tribunaux les constructeurs de barrages aux défenseurs de l'environnement. S'appuyant sur la loi de protection des espèces sauvages menacées d'extinction promulguée en 1973 (Endangered Species Act of 1973), les environmentalistes s'opposent à la construction d'un barrage qui détruirait le principal habitat de cette plante rarissime.

«Il peut paraître stupide d'abandonner la construction d'un barrage coûtant des millions de dollars pour sauver quelques mufliers sauvages», d'ajouter le Dr Kartha, «mais qui peut dire que l'humanité n'aura pas un jour un besoin pressant du matériel génétique de cette espèce de plante apparemment bien inutile, peut-être pour l'obtention d'un nouveau médicament ou d'une source de nourriture? Une plante éteinte est perdue à jamais. Il importe donc de préserver à l'usage des générations futures le matériel génétique des plantes menacées de disparition, à la fois pour des raisons pratiques et esthétiques.» □

Michel Brochu

Ferritronics Ltd.

Radio communication without voice

Ferritronics Ltd. has developed several tone and digital signalling devices which help to reduce mobile radio traffic and allow greater sharing of the airways.

In the last few years, mobile radio communication has become an integral part of every form of motor fleet and even private cars. This sudden expansion in mobile radio use has spurred electronics firms to devise systems to reduce overcrowding of the airwaves. Ferritronics Ltd., of Richmond Hill, Ontario, with the assistance of an NRC IRAP (Industrial Research Assistance Program) grant, has developed several tone and digital signalling systems which will help to alleviate the problem. Used as adjuncts to mobile radios, these new systems can convey certain standard messages without voice transmission, thus speeding up communication and allowing greater sharing of the airwaves.

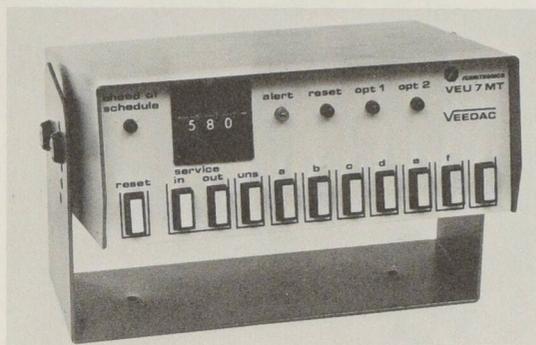
"Ferritronics made its inroad into the field of tone signalling by developing a frequency filtering device called an 'active filter,'" explains president Ray Hogue. "The filter was incorporated into 'tone modules' which are used in combination with existing mobile radios. The module, a signalling device which generates a low frequency tone, is capable of recognizing the same tone. Each fleet sharing the airwaves has its own tone frequency. When one unit transmits, the radios of all the cars in that fleet are turned on while the other fleets receive a busy signal and, therefore, do not overhear the ensuing conversation. This, in effect, creates a private channel for each fleet."

After their initial success with tone modules, Ferritronics developed a new digital signalling system. A digital decoder and number identifier were built into the system so that radio communication could be conducted with only one person without interference or interception by others. An automatic number identifier immediately reveals by digital display which operator is calling the central dispatcher. This system has been well received by several taxi firms because it prevents abuse of the mobile radio communication system by individuals who prevent others from communicating by noise or jamming their microphone switch.

Another Ferritronic's invention aimed at reducing voice communication is the "status monitor". It is an elaborate tone signalling device con-

sisting of a panel with up to nine buttons, each one representing a particular function or status. This system is particularly useful for fleets such as cement trucks where the status of the vehicle is crucial to prevent waste of material or time. The system contains a switch panel with buttons which, when pressed, indicates automatically to the central office that the operator is out of his truck, or unloading, or en-route, or any other function involved in cement haulage. When linked

nalling units have been placed in each bus and they are in communication with a computer at the terminal. The buses are polled by the computer every few seconds to determine where the bus is and what it is doing. The mileage is automatically transmitted to the computer which calculates the bus' progress along the route. When a passenger calls for information, he or she also dials digits which code the route and nearest bus stop. The computer, when informed of the route and bus



Herbert J. Holton, Ferritronics Ltd.

Two types of status monitors which can communicate the operator's status to a central dispatcher without voice. Each vehicle in a fleet is simultaneously monitored on a TV screen at the head office.

Ces deux types de moniteurs de fonctions et de statut peuvent communiquer le statut du chauffeur à un bureau central sans communication verbale. Tous les véhicules d'une même flotte sont surveillés simultanément à l'aide d'un écran cathodique situé au bureau central.

to a computer, the central office can monitor the exact status of each of its vehicles on a television screen.

Ferritronics has also developed a system which allows supervision of equipment in remote locations. By using a two-way signalling device a tone can remotely turn-on a pump which then activates its own tone module and signals the central office that the operation has been completed.

For anyone who has had to wait for a late-arriving bus, there is some consolation for the future. In Mississauga, Ontario, a federal government-funded test program called "Easy Rider" is using Ferritronics equipment to make bus travel more pleasant. Digital sig-

stop, does split second calculations and tells the person of the arrival of the next two buses.

"By developing such innovative products and maintaining strict quality control, Ferritronics has quadrupled its sales in the last five years and increased its exports from 18 to 75 per cent," says Mr. Hogue. "The single most important event that spurred business was the intensification of research supported by NRC's IRAP grants." The company expects to be able to fully support its own research and development when the current IRAP program is completed. □

Sadiq Hasnain

La compagnie Ferritronics Ltd.

Communications sans paroles

La compagnie Ferritronics Ltd. a mis au point plusieurs dispositifs de signalisation à tonalité, et à affichage numérique, qui permettent de réduire le trafic radioélectrique dans le service mobile et assurent une utilisation plus efficace des ondes hertziennes.

Depuis quelques années, un nombre croissant de flottes de véhicules de toute nature et même de véhicules privés sont équipés de moyens de communications radio. Cet accroissement soudain de l'utilisation des appareils radio mobiles a incité les compagnies de fabrication d'équipement électronique à mettre au point des systèmes visant à réduire l'encombrement hertzien. C'est ainsi que, grâce à une subvention accordée dans le cadre du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du CNRC, la compagnie Ferritronics Ltd., de Richmond Hill, dans l'Ontario, a réalisé plusieurs systèmes de signalisation à tonalité, et à affichage numérique, qui permettront d'atténuer ce problème. Ces nouveaux systèmes, utilisés de pair avec des appareils radio mobiles, peuvent transmettre certains signaux de base sans avoir recours à la parole, ce qui accélère les communications et permet une utilisation plus efficace des ondes hertziennes.

«Ferritronics s'est bâti une renommée dans le domaine de la signalisation à tonalité avec un filtre électrique appelé 'filtre actif', nous explique M. Ray Hogue, président de cette compagnie. «Ce filtre est un élément constitutif des 'modules de tonalité' utilisés avec les appareils radio mobiles existants et qui peuvent émettre et reconnaître une tonalité de basse fréquence particulière. Ces dispositifs s'avèrent d'une grande utilité pour les flottes de véhicules radio qui utilisent la même bande de fréquence car elles peuvent ainsi disposer d'une tonalité individuelle. Lorsqu'un émetteur dans une flotte donnée transmet un signal, seuls les récepteurs assignés à cette flotte reçoivent le message. Les autres flottes utilisant la même bande de fréquence sont averties par un signal lumineux que le canal est occupé et un dispositif spécial les empêche d'intercepter la conversation en cours. De cette façon chaque flotte de véhicules dispose d'un canal privé.»

À la suite du succès commercial remporté avec les modules de tonalité, la compagnie Ferritronics a mis au point un nouveau système de signalisation à affichage numérique muni d'un

décodeur et d'un identificateur numériques permettant des communications radio avec une seule personne sans risque d'interférence ou d'interception. L'identification numérique informe automatiquement le régulateur de l'origine des appels. Ce système a été bien accueilli par plusieurs compagnies de taxis parce qu'il empêche des utilisateurs malveillants de brouiller les communications au moyen de différents bruits ou en bloquant le bouton de leur microphone.

Une autre invention de Ferritronics qui vise à réduire la communication verbale est le «moniteur des fonctions et de statut». Il s'agit d'un émetteur de tonalité constitué d'un tableau de commande pouvant comporter jusqu'à neuf boutons correspondant chacun à une fonction ou à un statut donné. Ce moniteur s'avère notamment utile pour les flottes de véhicules de transport comme les camions malaxeurs, par exemple, où il est nécessaire de suivre l'évolution du statut des véhicules si l'on veut éviter des pertes de matériau et de temps. Grâce à lui, le chauffeur peut indiquer automatiquement au bureau central s'il descend du camion, s'il le décharge, s'il est en chemin ou bien s'il est engagé dans d'autres manœuvres liés au transport du ciment. Il suffira au bureau central d'associer le moniteur à un ordinateur pour connaître le statut exact de tous les véhicules placés sous son contrôle.

La compagnie Ferritronics a également mis au point un système permettant de surveiller l'équipement utilisé dans des régions isolées. Il s'agit d'un dispositif de signalisation à deux voies où une tonalité peut déclencher la mise en marche d'une pompe qui active à son tour un module de tonalité et signale au bureau central que l'opération a été exécutée.

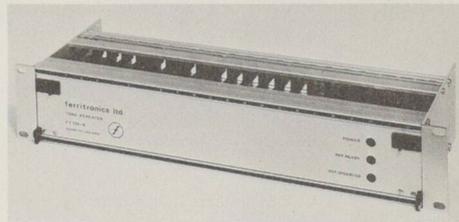
Comme nous allons le voir, ceux qui ont dû attendre un autobus en retard n'ont pas été oubliés. À Mississauga, dans l'Ontario, on essaie, grâce à une subvention gouvernementale, un système de radioguidage appelé «Easy Rider» qui fait appel à de l'équipement mis au point par Ferritronics pour rendre les voyages en autobus plus agréables. Chaque véhicule est muni d'un dispositif de communication à affichage numérique qui communique avec un ordinateur situé au terminus. L'ordinateur appelle les autobus à intervalles de quelques secondes pour connaître leur emplacement et leur statut. D'après le kilométrage, qui lui est transmis automatiquement, il dé-



Herbert J. Holton, Ferritronics Ltd.

Des filtres «actifs» de haute qualité pouvant produire des bandes de fréquence très étroites sont incorporés à des dispositifs de signalisation à tonalité et à affichage numérique utilisés de pair avec les appareils radio mobiles.

A high quality "active" filter, capable of producing very narrow frequency ranges, is incorporated into the company's tone and digital signalling devices which are used as adjuncts to mobile radio communication.



Herbert J. Holton, Ferritronics Ltd.

Le répéteur de tonalité de Ferritronics donne aux systèmes de signalisation à tonalité une portée beaucoup plus grande.

A Ferritronics tone repeater allows the use of tone signalling over a much wider area.

termine le trajet parcouru. Si une personne appelle le service de renseignements et compose le code identifiant un itinéraire et un arrêt d'autobus particuliers, ces renseignements sont communiqués à un ordinateur qui en une fraction de seconde indique l'heure d'arrivée du premier autobus et du suivant.

Rendons la parole à M. Hogue: «Grâce à de telles innovations et à un strict contrôle de la qualité, Ferritronics a quadruplé son chiffre d'affaires au cours des cinq dernières années et le volume des exportations est passé de 18 à 75%. Cet essor est dû en grande partie à l'intensification de la recherche qui a été rendue possible par l'octroi de subventions dans le cadre du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du CNRC.» La compagnie pense être en mesure de financer ses propres travaux de recherche et de développement lorsque l'aide dont elle bénéficie actuellement arrivera à échéance. □

Texte français: Annie Hlavats

Computerized rivers Breakthrough in power generation

By using computer-based techniques, scientists at Alcan Smelter and Chemicals Limited will soon be able to fine-tune their hydroelectric systems and obtain more electricity at little or no extra capital cost.

Aluminum smelting is a power-hungry industry. To make one pound of aluminum, approximately seven kilowatt-hours are needed, an amount of electricity that would supply an average household for several hours. Indeed, according to Murray Lester, Assistant Manager of the Power Division at Alcan Smelter and Chemicals Ltd. of Montreal, P.Q., the cost of electricity is a crucial factor for Canada's large aluminum smelting industry. "Aside from electrical power considerations, there are not too many good reasons why Canada has become the world's leading aluminum exporting country. There are no commercial bauxite deposits here and the local market for aluminum is relatively small in the world context. It is the availability of large amounts of hydroelectric power at reasonable cost that makes us aluminum producers. Consider the drawbacks: a cold climate that hinders navigation several months of the year; high Canadian salaries compared to other aluminum-producing countries; and long shipping routes, both from the bauxite deposits and to the markets."

Contrary to most aluminum smelting companies in other countries, Alcan has its own hydroelectric power system in Canada, with about 2,700,000 kilowatts (kW) of hydroelectric capacity in the Saguenay-Lac St-Jean area of Quebec and some 900,000 kW in Kemano, British Columbia. The Saguenay system draws from a 30,000 square mile watershed and the facilities are spread out in a 120 mile-long array of three major reservoirs, six generating stations and 43 turbogenerator units of various ages, sizes and types. Alcan's electrical capacity in Quebec is equivalent to about 25 per cent that of Hydro-Quebec, and in fact, makes Alcan the largest power generating company in the world that is not a public utility.

"To operate an aluminum smelter," says Lester, "we need an almost constant amount of power, 24 hours a day, every day of the year, despite the seasonal and short-term variations in precipitation and run-off. Given such a large, complicated hydroelectric network, our main challenge is to exer-



Alcan Smelter and Chemicals Ltd./Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée

Thanks to its abundant water resources and large supplies of hydroelectricity, Canada is the leading aluminum exporting country in the world.

Grâce à ses abondantes ressources hydro-électriques, le Canada est le premier pays exportateur d'aluminium du monde.

Des rivières automatisées

Progrès en énergie hydro-électrique

L'emploi des dernières techniques informatiques permettra bientôt aux scientifiques de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan limitée d'améliorer le rendement de leurs installations hydro-électriques et d'en tirer plus d'électricité à un coût supplémentaire pratiquement nul.

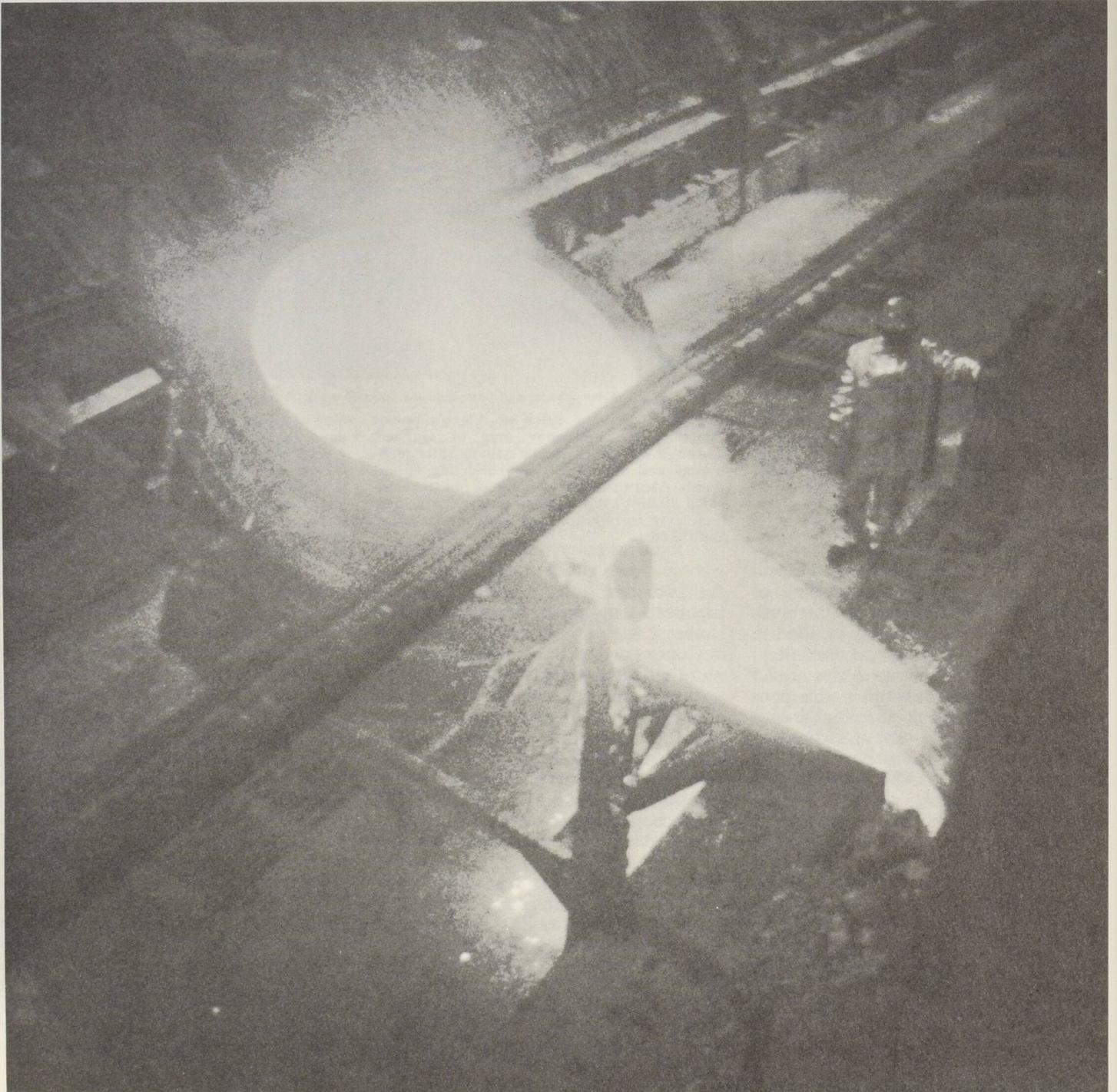
La fabrication de l'aluminium nécessite d'énormes quantités d'énergie. Pour

produire une livre d'aluminium, il faut près de 7 kW/h, soit une quantité d'électricité suffisante pour combler les besoins d'une famille moyenne pendant plusieurs heures. Selon le directeur adjoint du département de l'énergie de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée, M. Murray Lester, le coût de l'électricité est un facteur décisif pour l'importante industrie canadienne de la fabrication de l'alumi-

La coulée de l'électrolyte fondu dans une cuve d'électrolyse préchauffée est la première étape de la fabrication de l'aluminium à partir de l'alumine, procédé industriel qui demande de grandes quantités d'électricité bon marché.

The pouring of molten electrolyte into a preheated smelter pot is the first step of aluminum production from alumina, a power-intensive process that requires large quantities of cheap electricity.

Alcan Smelter and Chemicals Ltd./
Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée



cise good water resource management to generate power in the most efficient manner possible."

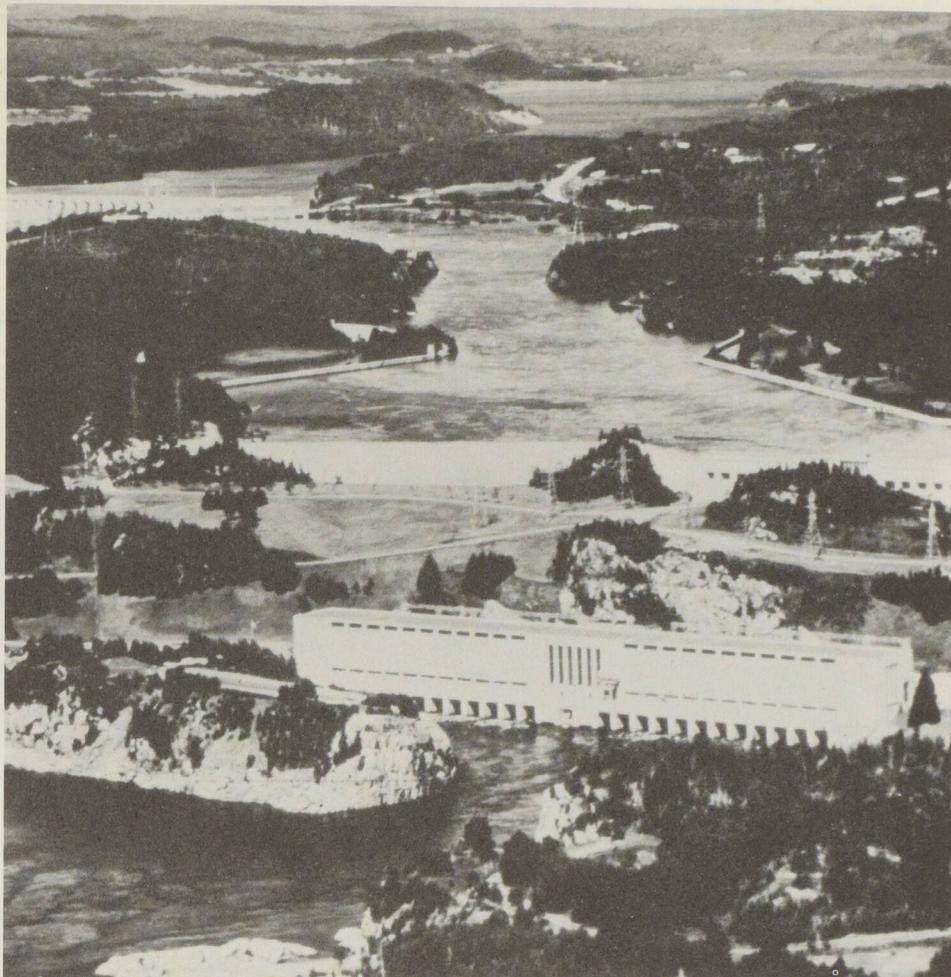
Current research at Alcan's Saguenay region power operations may soon provide more electricity locally and establish the means of improving hydroelectric systems around the world. A \$3 million research project, partially funded by the Federal Department of Industry, Trade and Commerce under its PAIT Program (Program for the Advancement of Industrial Technology), aims to increase the yield of Alcan's Saguenay hydroelectric power system through the introduction of sophisticated computer techniques and newly-developed instrumentation. It follows an exploratory research phase, from 1974 to 1977, that cost \$1.7 million, of which \$0.5 million was funded by the National Research Council under its Industrial Research Assistance Program.

The project aims at "fine-tuning" Alcan's hydroelectric network to squeeze the maximum amount of power from it by using the latest computer hardware and software.

A significant new development has been the use of improved devices for the acquisition of hydrological data. At various points in its watershed, Alcan has installed remote precipitation measuring devices that radio their data via satellite to a provincial government agency as part of a province-wide network of data-collecting stations. Alcan now has a continuous collection of precipitation data from remote, inaccessible locations, thereby allowing better forecasts of the amount of water available in the watershed for power generation.

Another new piece of hardware will allow much more precise grading of the efficiency of the various turbines in Alcan's power stations. Called a "leading edge" flowmeter, it uses ultrasonic waves to measure the exact amount of water flowing in the penstock of each turbine. Combined with the known electrical output of the turbine, this information now permits Alcan engineers to calculate turbine efficiency very precisely and to use only the most efficient turbines in a power station when less than the full output is needed.

The third important new development being implemented at Alcan is improvements in the use of computers in modelling their large and complex hydroelectric system, and running it from day to day. Improved computer simulations of the Alcan power network are now being developed to integrate many pieces of information on hydrological conditions, the status and efficiency of the various turbines, and



Alcan Smelter and Chemicals Ltd./Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée

An aerial view of three of Alcan's power dams in the Saguenay area of Québec. Through the use of the latest computer techniques and advanced data collecting equipment, Alcan scientists hope to squeeze an extra 40,000 kW of hydro power from their Saguenay installations, at little or no extra capital cost.

Vue aérienne de trois des barrages de l'Alcan dans la région du Saguenay, au Québec. Grâce à l'emploi des dernières techniques informatiques et de dispositifs perfectionnés pour la saisie des données, les scientifiques de l'Alcan espèrent tirer 40 000 kW additionnels de leurs installations hydro-électriques du Saguenay, à un coût supplémentaire pratiquement nul.

the weather forecasts to calculate the best long-term power generation strategy.

Computers will also be used for real-time computing, that is, for direct, up-to-the-minute control of the power generating facilities. At any moment, given a certain power need, the computer will meet it through the best combination of the most efficient turbines available, starting and stopping the turbogenerators as needed.

When the current research project is completed, early in 1980, it is expected to solve the problem of optimizing water management and dispatching procedures in the running of a complex hydroelectric system.

"As a result of this research project," says Murray Lester, "we expect to gain an additional 40,000 kilowatts of firm power, at little or no additional capital cost. Equivalent new hydro generating capacity would cost at least \$20 million. Used to produce aluminum, this

extra power would be worth an estimated \$4.5 million annually by 1980 projections.

"Alternatively, it could supply power to standby industrial electric boilers already in place in the Saguenay region. Used to make process steam, it could mean a saving of 200,000 barrels of oil imports per year, amounting to foreign exchange assets of about \$2 million per annum at present prices. The potential saving in imported energy and the benefit to Canadian and other hydroelectric systems have been the key considerations in NRC's \$0.5 million grant and Industry, Trade and Commerce's \$1.2 million follow-up to the research project."

Concludes Murray Lester: "The techniques and know-how developed here could be marketed worldwide to other power producers facing similar problems in optimizing their hydro-electrical systems." □

Michel Brochu

nium: «Si l'on fait abstraction de la question de l'énergie électrique, il y a peu de raisons qui ont pu conduire le Canada à devenir le premier pays exportateur d'aluminium du monde. Nous ne possédons pas de gisements commerciaux de bauxite et le marché canadien de l'aluminium est relativement limité, à l'échelle mondiale. C'est la présence de grandes quantités d'énergie hydro-électrique à un coût raisonnable qui favorise la production de l'aluminium au Canada et contrebalance les problèmes liés à notre situation particulière: un climat froid qui gêne la navigation pendant plusieurs mois de l'année, le niveau très élevé des salaires au Canada, par rapport aux autres pays producteurs d'aluminium, et l'éloignement des sources de bauxite et des marchés pour notre aluminium.»

Contrairement à la plupart des alumineries des autres pays, l'Alcan possède son propre réseau hydro-électrique au Canada. Ce réseau représente quelque 2 700 000 kW de puissance hydro-électrique installée dans la région du Saguenay-lac Saint-Jean au Québec, et environ 900 000 kW à Kemano (Colombie-Britannique). Le réseau du Saguenay puise l'énergie qui lui est nécessaire dans un bassin de 30 000 milles carrés et ses installations, s'étalant sur une distance de 120 milles, comprennent un ensemble de trois grands réservoirs, six centrales hydro-électriques et 43 turbogénératrices d'âges, de tailles et de types divers. La capacité de production d'électricité de l'Alcan au Québec est approximativement égale à 25% de celle d'une grande compagnie électrique comme l'Hydro-Québec et fait en réalité de l'Alcan le plus important producteur d'électricité au monde qui ne soit pas un service public.

«L'exploitation d'une aluminerie», d'expliquer M. Lester, «requiert une quantité d'électricité presque constante, 24 heures par jour, tous les jours, en dépit des fluctuations saisonnières et à court terme des précipitations. Nous possédons un réseau hydro-électrique compliqué et de grandes dimensions, et notre tâche principale est donc d'exploiter nos ressources aquifères pour produire de l'électricité de la façon la plus efficace possible.»

De ce point de vue, les recherches actuellement poursuivies à la division hydro-électrique du Saguenay de l'Alcan pourraient bientôt augmenter la production locale d'électricité et conduire à l'amélioration des réseaux hydro-électriques partout dans le monde. C'est ainsi qu'un projet de recherche de trois millions de dollars, recevant une aide partielle du ministère fédéral de l'Industrie et du Commerce

dans le cadre de son Programme pour l'avancement de la technologie industrielle, vise à accroître le rendement du réseau hydro-électrique de l'Alcan dans le Saguenay grâce à l'emploi de techniques informatiques très raffinées et de nouveaux instruments de mesure. Ce projet fait suite à une phase exploratoire de recherche, poursuivie de 1974 à 1977 à un coût de 1,7 million de dollars dont 0,5 million de dollars provenait d'une subvention accordée par le Conseil national de recherches dans le cadre de son Programme d'aide à la recherche industrielle.

Le projet de recherche actuel vise à «accorder» le réseau hydro-électrique de l'Alcan de façon à en tirer le maximum d'électricité, grâce à l'emploi des plus récents logiciels et matériels informatiques.

L'une des étapes majeures de ce projet fut l'entrée en service de dispositifs améliorés pour la saisie des données hydrologiques. L'Alcan a installé en divers points de son bassin de drainage des dispositifs de mesure de la précipitation télécommandés qui transmettent leurs données par radio à un satellite; le satellite les relaie ensuite à un organisme provincial qui exploite un réseau québécois de stations de saisie des données. L'Alcan dispose maintenant de données continues relatives à la précipitation enregistrée en divers points reculés inaccessibles de son bassin de drainage, ce qui lui permet de prévoir avec plus d'exactitude la quantité d'eau qui sera disponible pour la production d'électricité.

Grâce à un autre nouveau dispositif, il sera maintenant possible de mesurer avec beaucoup plus de précision le rendement des diverses turbines employées dans les stations hydro-électriques de l'Alcan. Ce dispositif, le débitmètre par front d'onde acoustique, mesure au moyen d'ultrasons la quantité exacte d'eau qui traverse chaque turbine. À partir de ces données et de la quantité d'électricité produite par une turbine, les ingénieurs de l'Alcan peuvent calculer son rendement avec une haute précision, ce qui leur permet de n'employer, au choix, que les turbines les plus efficaces dans une station hydro-électrique lorsqu'ils n'ont pas besoin de toute la puissance disponible.

La troisième amélioration importante mise en place à l'Alcan a trait à l'emploi des ordinateurs pour simuler le fonctionnement de leur réseau hydro-électrique complexe et de grande taille, et pour en assurer le bon fonctionnement au jour le jour. Les simulations informatiques du réseau hydro-électrique de l'Alcan lui permettront d'intégrer une foule de données relatives aux conditions hydrologiques,

à la condition et au rendement de ses diverses turbines et aux prévisions météorologiques, et de calculer ainsi la «stratégie» à long terme de production d'électricité la plus avantageuse.

Les ingénieurs de l'Alcan se servent également des ordinateurs pour le traitement «en temps réel» des données, c'est-à-dire pour la commande directe et pratiquement instantanée des installations hydro-électriques. À chaque instant, l'ordinateur satisfait à la demande en électricité en combinant de la façon la plus avantageuse les turbines les plus efficaces disponibles, les mettant en marche et les stoppant selon les besoins.

À l'achèvement du projet de recherche actuellement en cours, au début des années 80, on espère avoir résolu le problème de l'optimisation des méthodes de gestion nécessaires pour l'exploitation d'un réseau hydro-électrique complexe.

«Grâce à ce projet de recherche», de dire Murray Lester, «nous espérons pouvoir disposer de 40 000 nouveaux kW de puissance installée, à un coût supplémentaire pratiquement nul. L'aménagement d'installations hydro-électriques de puissance équivalente nous coûterait au moins 20 millions de dollars. Utilisée pour la production d'aluminium, une telle quantité supplémentaire d'électricité pourrait rapporter près de 4,5 millions de dollars par an, si l'on se réfère à une extrapolation pour 1980.

«On pourrait aussi utiliser cette électricité pour alimenter des chaudières à vapeur électriques qui sont déjà en place dans la région du Saguenay. La génération de vapeur industrielle par ce moyen permettrait de réduire les importations de pétrole de 200 000 barils par an et d'économiser environ deux millions de dollars par an en devises étrangères, aux prix actuels. C'est l'ampleur des économies éventuelles en combustible importé et des avantages envisagés pour l'exploitation des réseaux hydro-électriques canadiens et étrangers qui a fortement incité le CNRC à accorder une subvention initiale de 0,5 million de dollars à ce projet, et qui a conduit le ministère de l'Industrie et du Commerce à prendre la relève du CNRC avec une subvention de développement de 1,2 millions de dollars.»

Laissons la conclusion à M. Lester: «Les techniques et le savoir-faire que nous avons développés dans le cadre de ce projet pourraient être exportés dans le monde entier et intéresser d'autres entreprises faisant face à ce même problème de l'optimisation de l'exploitation de leur réseau hydro-électrique.» □

Michel Brochu

The Mitel telephone exchange

A plus for Canadian entrepreneurship

A new telephone exchange (EPABX) has been designed and produced by Mitel Corp. Ltd. Its electronic gadgetry includes a memory and a self diagnosing and trouble-shooting system.

What next! An electronic telephone exchange with a memory? That is exactly what Mitel Corporation, an Ottawa-based firm, is currently manufacturing and marketing, with projected sales of 1,000 units in its first year of production.

The system, referred to in the industry's jargon as an EPABX (Electronic Private Automatic Branch Exchange), was developed through the aid of a National Research Council IRAP (Industrial Research Assistance Program) grant. Simply put, it is a small telephone switching system, in-

stalled on business premises, which provides internal telephone switching as well as outside connections.

What is it that makes the Mitel EPABX different from other branch exchanges? Terry Mathews, co-founder of the firm, explains: "It is simple to operate, flexible enough to meet a wide range of requirements, easy to install and maintain, as well as being reliable and energy efficient."

But that is only a partial list of a series of advantages in the Mitel EPABX system. Consisting of an aesthetic console and a console control cabinet, the EPABX can accommodate all the existing lines and trunks when an old system is replaced. The compact console is designed for easy visual monitoring and fingertip control of all operations. Light emitting diodes pro-

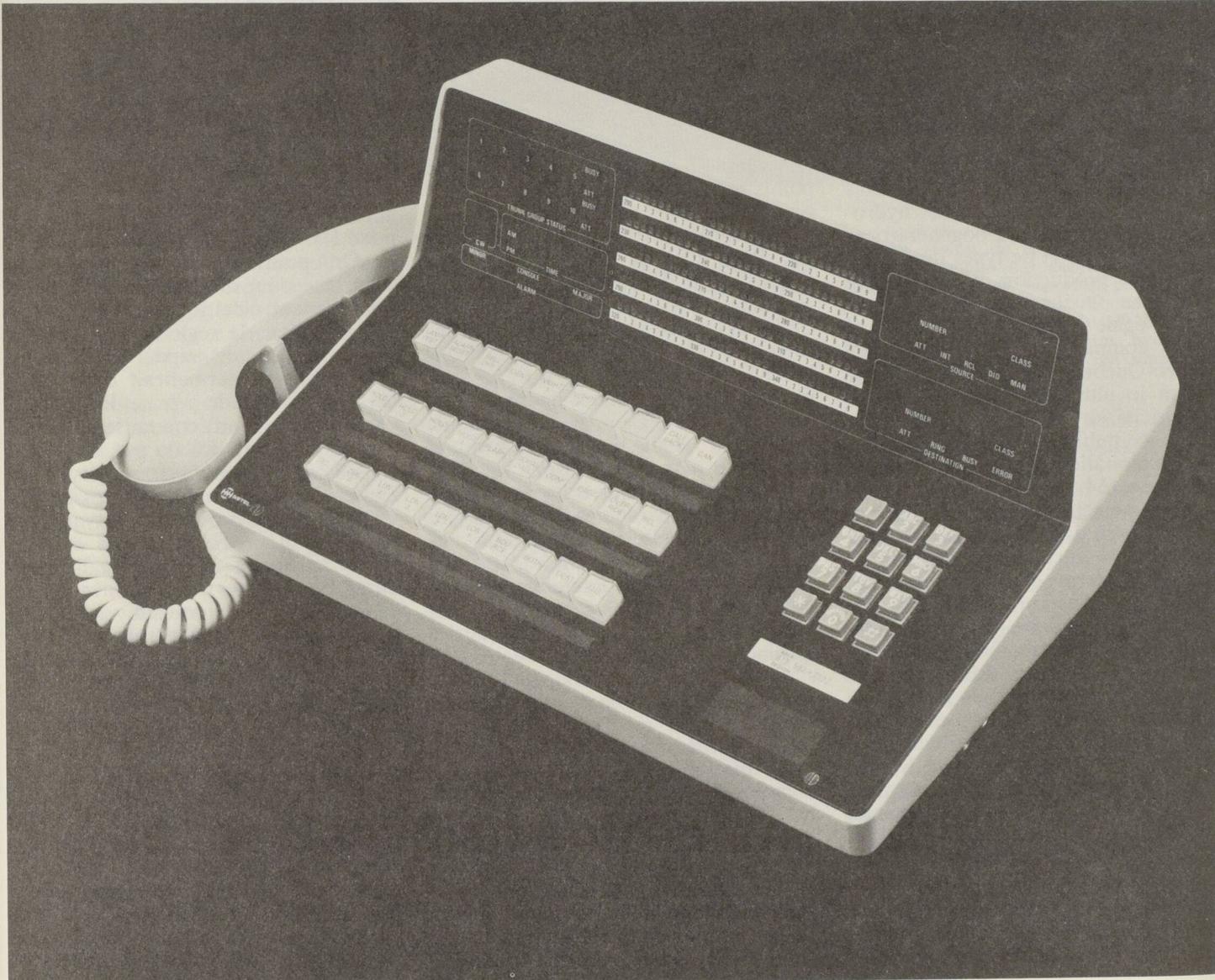
vide visual confirmation of each operation: they tell if the telephone of the party being called is ringing, busy or on hold, and which of the available lines are being used; if the party is on recall status (i.e. if the line is busy), the EPABX automatically makes the connection when the other line is free, without the attendant redialing. Other useful features such as coded, double digit dialing of commonly called numbers and music for callers on hold are also part of the system.

What makes this versatile and flexible system operate is Mitel's innovative electronic gadgetry housed in the console control cabinet. It contains two

The attendant console.

La console.

Mitel Corp.



Le central téléphonique de Mitel

Un bon point pour l'esprit d'entreprise canadien

Un nouveau central téléphonique (EPABX) a été conçu et mis au point par Mitel Corporation. Il comprend un équipement électronique qui le dote d'une mémoire et d'un système d'auto-diagnostic et de détection des pannes.

Que va-t-on encore inventer? Un central électronique à mémoire? C'est exactement ce qu'une entreprise canadienne d'Ottawa, la Mitel Corporation, fabrique actuellement et elle compte en vendre mille exemplaires dès sa première année de production.

Il s'agit de ce que ses fabricants appellent un EPABX (Electronic Private Automatic Branch Exchange) c'est-à-dire d'un autocommutateur électronique privé. Mis au point avec l'aide d'une subvention accordée dans le

cadre du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du Conseil national de recherches, ce petit système de commutation téléphonique destiné aux établissements commerciaux permet des commutations téléphoniques internes ainsi que des communications avec l'extérieur.

En quoi l'EPABX de Mitel diffère-t-il des autres commutateurs? Laissons la parole à Terry Mathews, un des fondateurs de cette compagnie: «Il est facile à installer, à utiliser et à entretenir tout en étant fiable et économique et suffisamment souple pour s'adapter à une variété de besoins.»

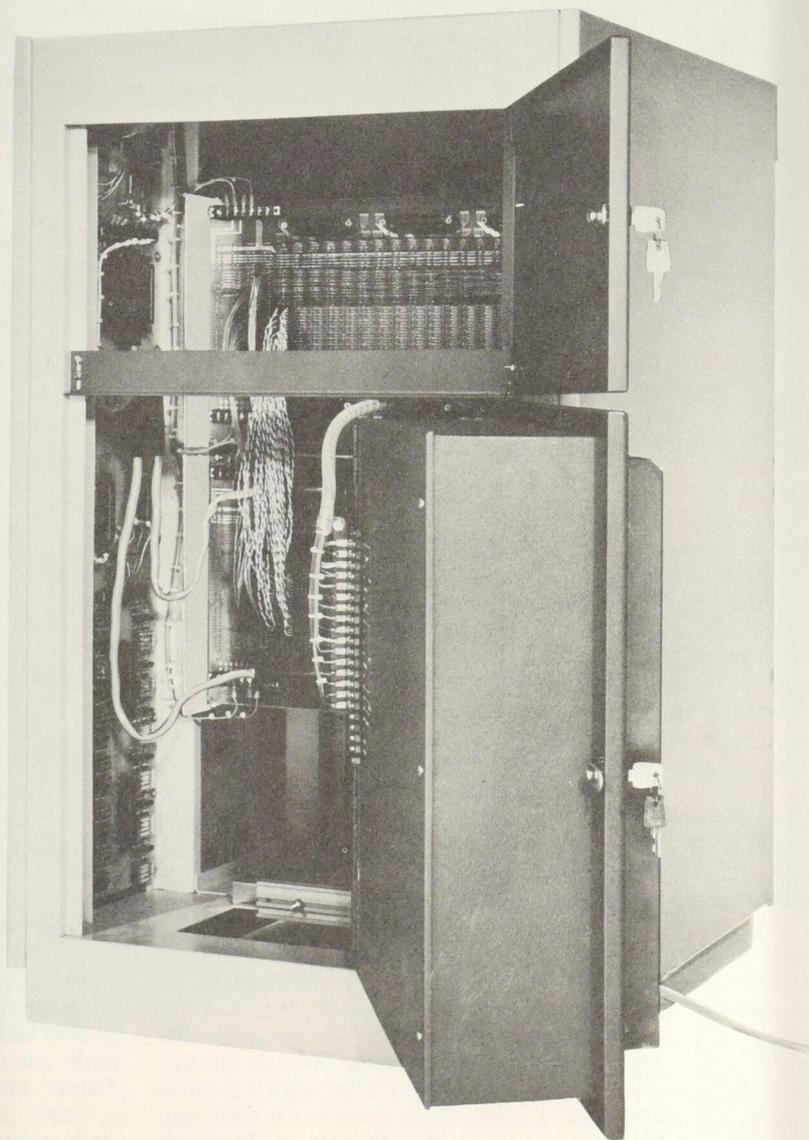
Mais ce ne sont là que quelques-uns seulement des avantages qu'il présente. Constitué d'une console d'apparence esthétique et d'un pupitre de

commande, l'EPABX peut par ailleurs desservir le même nombre de lignes locales et de jonction que le système classique. La console, de faible encombrement, permet un contrôle visuel facile et la commande par clavier de toutes les opérations. Celles-ci s'accompagnent d'un signal visuel émis par des diodes électroluminescentes et qui indique si la sonnerie du téléphone du demandé résonne, si la ligne est occupée ou en attente et, le cas échéant, laquelle des lignes existantes est disponible. Lorsque toutes les lignes du correspondant sont occupées, l'EPABX établit automatiquement la communi-

Le pupitre de commande de la console vu de dos.

Back view of console control cabinet.

Mitel Corp.



shelves accommodating 22 easy-to-remove circuit cards. At the heart of the electronics are microprocessors (minicomputers) which contain the system's operating program. The traditionally bulky electro-mechanical switching devices have been replaced by a new Mitel electronic system contained in small silicon chips (manufactured in its plant in Bromont, Québec) resulting in reduction of size and cost of the equipment. Also, special Mitel design has allowed the elimination of transformers which interface with telephone lines, further reducing the system's size and weight. Extensive use of CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) circuitry has reduced power requirements which not only saves money but also

prevents heat build-up and, therefore, prolongs component life.

Another attractive feature of the Mitel EPABX is the built-in diagnostic system for localizing problems. The equipment is designed so that a malfunction is easily pinpointed, reducing repair cost and time. A series of self-check routines inform the user by digital display of any malfunction and its location.

The best criterion for judging the quality of the Mitel EPABX is its acceptance in the marketplace. The American giant, AT&T (American Telephone and Telecommunications Corporation), has approved the system, opening the way for Mitel to sell to the U.S. Bell companies. At least 40 other companies in the U.S., Canada

and Europe have also shown interest. Currently, 20 units from a pre-production run are being tested by prospective clients and factory production increases are leading up to a rate of 100 units per month.

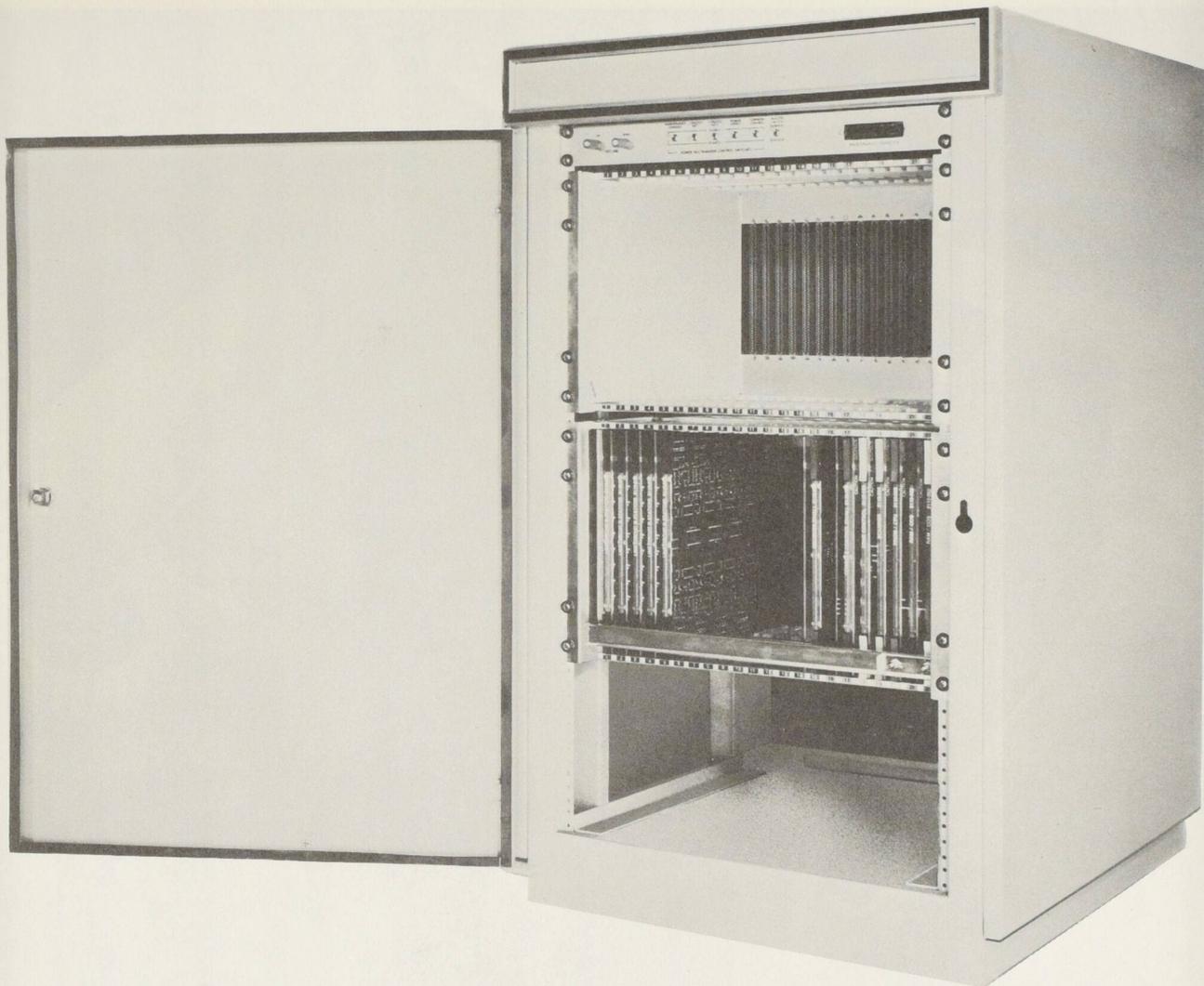
Mitel, a young Canadian company with annual sales of \$25 million, is a good example of the fact that the entrepreneurial spirit is alive and well in Canada and that our Canadian electronics industry can compete with the large international corporations. □

Sadiq Hasnain

Front view of console control cabinet with circuit cards in place.

Vue de face du pupitre de commande de la console équipé de circuits imprimés.

Mitel Corp.





Bruce Kane, NRC/CNRC

cation aussitôt qu'une d'entre elles devient libre, et ceci sans que le demandeur n'ait à composer le numéro une seconde fois. Ce système permet également d'assigner des codes de deux chiffres aux numéros fréquemment appelés et offre de la musique aux correspondants en attente.

Cependant, la polyvalence et la souplesse de ce système sont le résultat des innovations que Mitel a apportées à l'équipement électronique contenu dans le pupitre de commande de la console. Ce pupitre comprend deux étagères équipées de 22 plaquettes de circuits imprimés, facilement amovibles.

Au cœur de l'équipement électronique se trouvent des microprocesseurs (mini-ordinateurs) qui contiennent le programme des consignes. Un nouvel ensemble électronique contenu dans des microcircuits au silicium (fabriqués par Mitel, à Bromont, dans le Québec) remplace le volumineux auto-

commutateur électromécanique classique, ce qui réduit la taille et le coût de l'équipement. L'innovation dans la conception de ce système a également permis d'éliminer les transformateurs habituellement associés aux lignes téléphoniques et, partant, une réduction supplémentaire de ses dimensions et de son poids. Les montages à transistors MOS (Metal Oxide Semiconductor) complémentaires, utilisés abondamment dans ce système, exigent peu d'énergie, et ceci représente non seulement une économie, mais évite également l'accumulation de chaleur qui réduit la longévité des divers éléments.

Une autre caractéristique intéressante de l'EPABX de Mitel, qui réduit le coût et la durée des réparations, est son système de diagnostic incorporé qui lui permet de localiser les pannes et de les signaler à l'utilisateur grâce à une série d'examen automatiques dont les résultats sont affichés.

Mais c'est encore l'accueil que lui a réservé le marché qui constitue le meilleur critère de qualité de l'EPABX de Mitel. L'AT&T (American Telephone and Telecommunications Corporation) l'a homologué et Mitel pourra donc le vendre aux compagnies Bell des États-Unis. Au moins quarante autres compagnies canadiennes, américaines et européennes s'y intéressent également et des acheteurs éventuels essaient actuellement vingt unités de préproduction. Après plusieurs augmentations successives, Mitel entrevoit maintenant une production mensuelle de 100 unités.

Mitel, jeune compagnie canadienne dont le chiffre d'affaires annuel est de 25 millions de dollars, nous prouve que l'esprit d'entreprise se porte bien au Canada et que l'industrie électronique canadienne peut concurrencer les grandes compagnies internationales. □

Texte français: Annie Hlavats

New insights into cancer

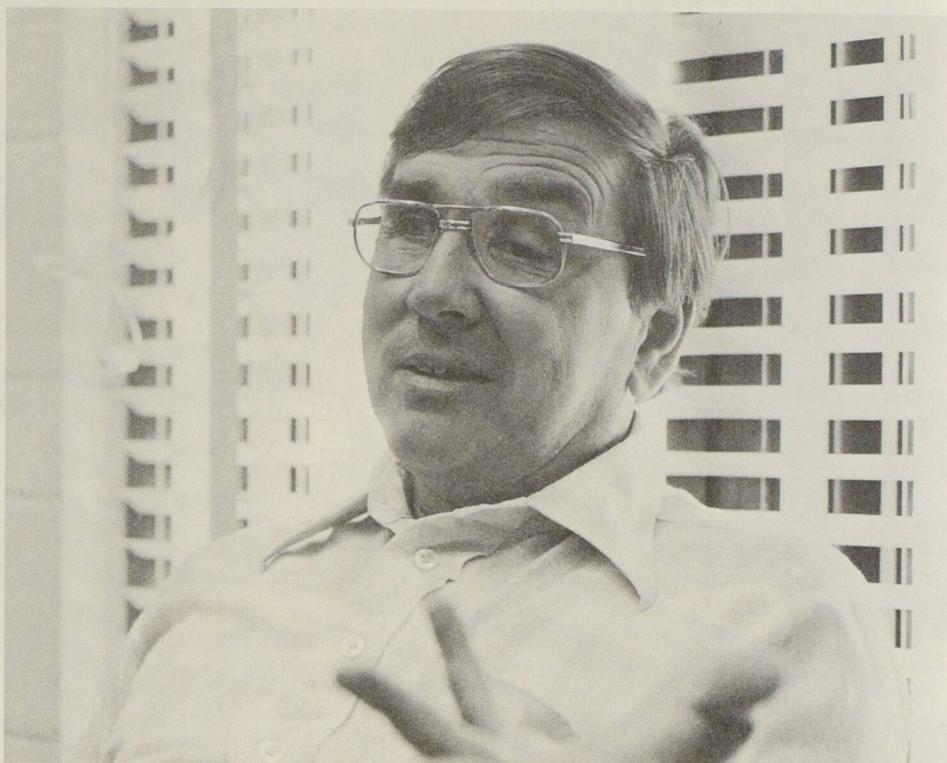
Fitting pieces into the jigsaw puzzle

Dr. James Whitfield's research on the proliferation of normal and cancerous cells has led him to believe that cancer is, by and large, not due to a mutation. Instead, it may be a disease of differentiation, the process responsible for the development of the many different types of cells or tissues that make up the adult human body. He feels that cancer may be a disruption of this orderly process.

Hundreds of thousands of people are afflicted by cancer every year, and it is estimated that by the year 2000, eight million people will die annually of the disease. Although we are now aware that certain chemicals, radiation and viruses are the most common cause, no consensus exists as to how these agents transform normal cells into cancer. Cancer essentially remains a biological mystery.

However, a few researchers are now proposing a new theory which may infuse new vigor and insights into the long struggle against this dread disease. NRC's Dr. James Whitfield explains some essential differences between the old and new theories. "The old concept of cancer insisted that it is a product of a mutation, a change in the DNA (deoxyribonucleic acid — the genetic material of living things) of one of the cells in the body. To produce a change which would be inherited from one cell generation to the next, the DNA had to be altered either by a mutation or some other physical rearrangement of its sequence. When it was discovered that cancer cells could be grown indefinitely in test tubes, and that the daughter cells were exactly like the parent cell, it was automatically assumed that, when the original cell had become cancerous, its DNA had mutated.

"But now we have some other clues which force us to reexamine this concept, partly as a result of the vast amount of research done in the fields of differentiation and cancer, and perhaps as a result of straightening our thinking. The following three facts are central in disproving the mutational theory for cancer. The cells in any given cancer in the body are not identical to one another; often, cancerous cells will produce non-proliferating differentiated cells which appear in all ways to be normal and resemble the healthy tissue. Moreover, in some cases when mouse cancer cells were injected into early mouse embryos, those cells reverted to normal mouse



David Gillan, NRC/CNRC

"The old concept of cancer insisted that it is a product of a mutation . . . But now we have some other clues which force us to reexamine this concept . . ."

cells. Finally, no altered or structurally abnormal proteins have been found in any of the cancer cells that have been examined. Such facts are hardly consistent with a mutational origin." What they do suggest is that cancer is a disease of differentiation.

Differentiation occurs during early development in higher animals. Development, of course, begins when the fertilized egg cell divides and produces first, two cells, then four, and so on until there are thousands of cells in the early embryo and, ultimately, the billions that make up the adult animal. At some time during this process, the destinies of the cells in the different areas of the embryo are sealed permanently — some cells will give rise to eyes, others to skin, and still others to muscle. Yet, through each division and physical change that leads toward these different tissues, exactly the same DNA is passed on to each and every cell as was originally present in the fertilized egg cell. That is the great mystery of differentiation in molecular biology — how all the various types of cells in the body arise when they all contain the same DNA.

According to Whitfield, it is also possible for normal cells to change

«Selon l'ancienne théorie, le cancer est le résultat d'une mutation. . . . Mais nous disposons maintenant d'autres données qui nous forcent à examiner de nouveau ce concept...»

irreversibly into cancer cells without the DNA undergoing a change. He feels that most cancers are not due to an actual mutation in the DNA, but instead arise from a persistent or heritable change in the processes which control gene expression (and thus differentiation). In epithelial tissues or the surface cell layers of, for example, the cervix, intestine, or skin, the mutational theory for cancer would give rise to only one type of cancer cell. "In fact, what we observe is cancerous cells giving rise to other cells which differ from the original not only in appearance but also in that they do not proliferate. Since proliferating cancerous cells predominate in a cancer, the affected part of the tissue grows excessively, producing a lump or tumor."

If, in the tumor, the cancer cells stay in their "homeland", the tumor will be benign, but if they begin to emigrate and form colonies elsewhere it will be malignant. One of the factors which normally regulate tissue growth and prevents cells from colonizing is physical contact to a surface and their position relative to one another. An example of this is the control of the growth of skin tissue.

Nouvelles connaissances sur le cancer

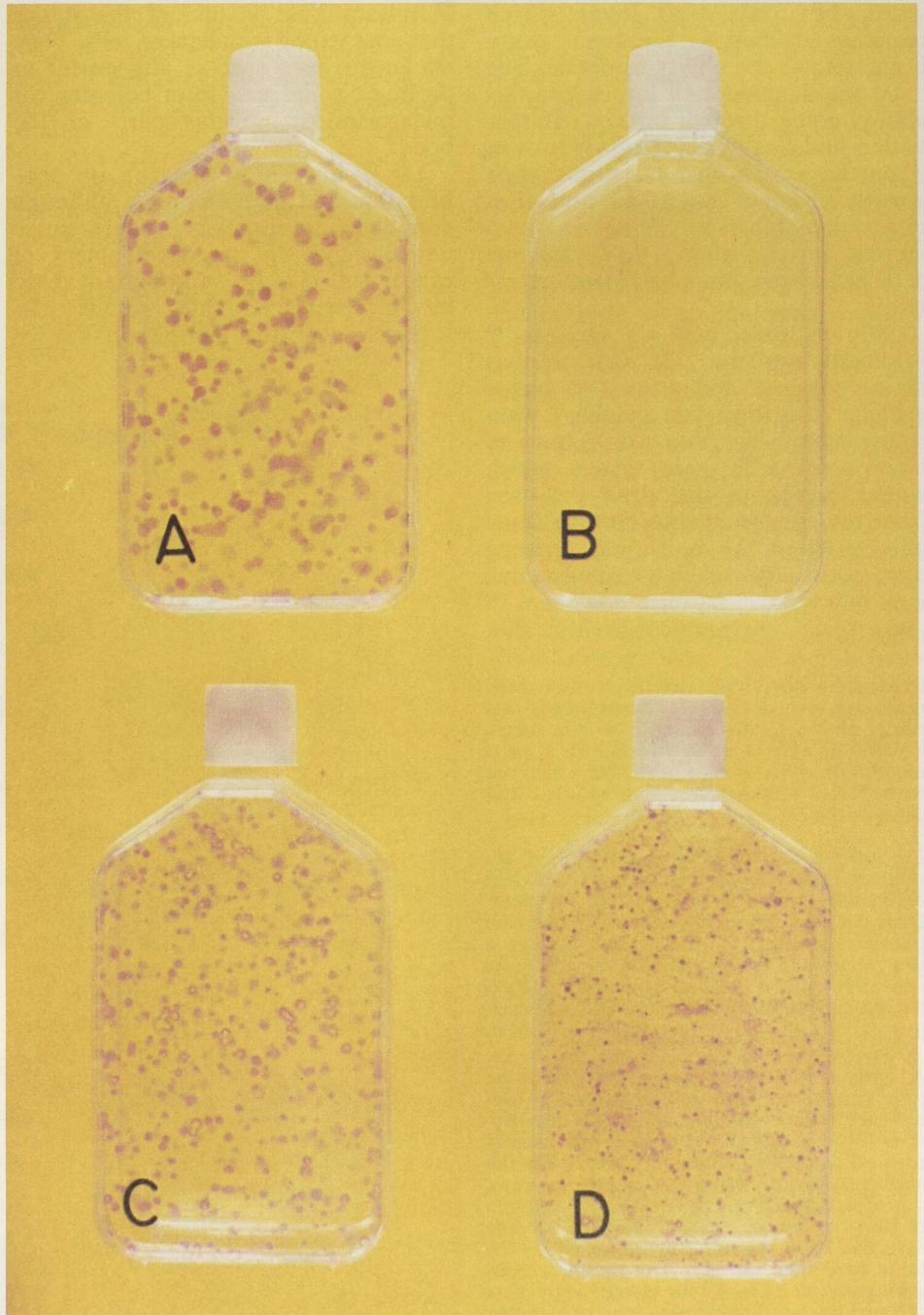
Nouvelles pièces pour le puzzle

Les travaux du Dr James Whitfield sur la prolifération des cellules cancéreuses et normales l'ont conduit à penser que le cancer n'est, en général, pas dû à une mutation et qu'il pourrait s'agir au contraire d'un dérèglement de la différenciation, c'est-à-dire du processus qui préside à la reproduction des nombreux types de cellules ou de tissus qui constituent le corps humain.

Des centaines de milliers d'êtres humains sont atteints de cancer chaque année et on a calculé que d'ici l'an 2000 cette maladie provoquera annuellement la mort de huit millions de personnes. On sait déjà que certains produits chimiques, rayonnements et virus, en sont les causes les plus courantes mais il n'existe aucune unanimité sur la manière dont ces agents transforment les cellules normales en cellules cancéreuses. Le cancer demeure un mystère biologique.

Quelques chercheurs proposent cependant une nouvelle théorie qui pourrait insuffler une nouvelle énergie et de nouvelles connaissances dans la lutte menée contre cette terrible maladie. Le Dr James Whitfield, du CNRC, nous explique quelques-unes des différences fondamentales existant entre les anciennes et les nouvelles théories: «Selon l'ancien concept, le cancer est considéré comme le produit d'une mutation, c'est-à-dire d'un changement dans l'ADN (acide désoxyribonucléique) de l'une des cellules de l'organisme. Pour produire un changement qui serait transmis d'une génération de cellules à la suivante, il fallait que l'ADN soit modifié par l'intermédiaire d'une mutation ou par quelque autre remaniement physique de sa séquence. Lorsqu'on a découvert que les cellules cancéreuses pouvaient être cultivées indéfiniment in vitro, et que les cellules-filles étaient l'exacte réplique des cellules-mères, on a automatiquement supposé que lorsque la cellule originelle devenait cancéreuse, son ADN subissait une mutation.

«D'autres indications, résultant dans une certaine mesure de l'important volume de recherche faite dans les domaines de la différenciation et du cancer et peut-être aussi d'une remise en ordre de nos idées, nous forcent maintenant à réexaminer ce concept. Les trois faits suivants constituent les principaux arguments qui remettent en question la théorie selon laquelle le cancer serait dû à une mutation. Les cellules d'un cancer, où qu'il se situe dans l'organisme, ne sont pas identi-



David Gillan, NRC/CNRC

A test which may prove clinically useful for detecting cancer-causing chemicals or diagnosing the disease relies on the ability of cells to grow in the presence of calcium. The top two flasks contain normal cells in high calcium "A" and low calcium "B". The bottom flasks contain cancer cells in high calcium "C" and low calcium "D". Normal cells do not grow in the absence of calcium while cancer cells grow equally well in its presence or absence. The diagnostic potential of this test will be evaluated in clinical trials.

Un test qui pourrait s'avérer cliniquement utile pour détecter les produits chimiques cancérogènes ou diagnostiquer la maladie s'appuie sur l'aptitude des cellules à se développer en présence de calcium. Le potentiel de ce test comme outil de diagnostic sera déterminé au cours d'essais cliniques.

Les deux flacons du haut contiennent des cellules normales dans une concentration élevée de calcium, «A», et faible de calcium, «B». Ceux du bas contiennent des cellules cancéreuses dans une concentration élevée de calcium, «C», et faible de calcium, «D». Les cellules normales ne se développent pas en l'absence de calcium, alors que les cellules cancéreuses se développent aussi bien avec du calcium que sans calcium.

The innermost layer of skin cells is attached to a basal or basement membrane, which also separates it from the inner flesh. As the skin continues to grow, layers of cells are forced outward, but only that layer which remains attached to the basal membrane retains the ability to divide. The outer, or daughter cell layers lose this ability, going through further differentiation and finally dying off. However, when those cells turn cancerous, their growth becomes unlimited and they retain the ability to divide and proliferate even when they become detached from the basement membrane.

Why is attachment so important? Whitfield explains: "If you were a divine engineer and wanted to create a higher life form you wouldn't want it any other way. You would have to incorporate a fail-safe system which would prevent a dislodged cell, say from the eye, from attaching to some other part of the body and growing there as an eye cell. You can imagine how important it is, once contact with the original environment is lost, that

Cells of healthy tissue contain normal chromosomes, are obviously differentiated, and rarely divide. In this example of skin tissue, a palisade row of cells, attached to a basal membrane, gives rise to new cells which are pushed outward, become differentiated and cease to divide.

Les cellules des tissus sains comportent des chromosomes normaux, sont manifestement différenciées et ne se divisent que rarement. Dans cet échantillon de peau, une couche de cellules à disposition palissadique et fixée à une membrane basale donne naissance à de nouvelles cellules qui sont poussées vers l'extérieur, se différencient et cessent de se diviser.

As early as 2400 B.C., Hippocrates coined the term carcinoma. Cells in carcinomas or malignant tumors contain abnormal chromosomes, are poorly differentiated, and usually divide frequently. Some of these have the ability to invade and grow in other tissues, a process termed metastasis. In this example of skin carcinoma, cancer cells have become detached from the basal membrane yet continue to divide and give rise to other non-differentiated cells. Some cancer cells pass through the basal membrane barrier invading adjacent tissue.

Dès 2400 av. J.-C., Hippocrate avait inventé le terme «carcinome». Les cellules qui composent les carcinomes ou tumeurs malignes contiennent des chromosomes anormaux, sont mal différenciées et se divisent fréquemment. Certaines de celles-ci peuvent envahir d'autres tissus et s'y développer; c'est le processus de la métastase.

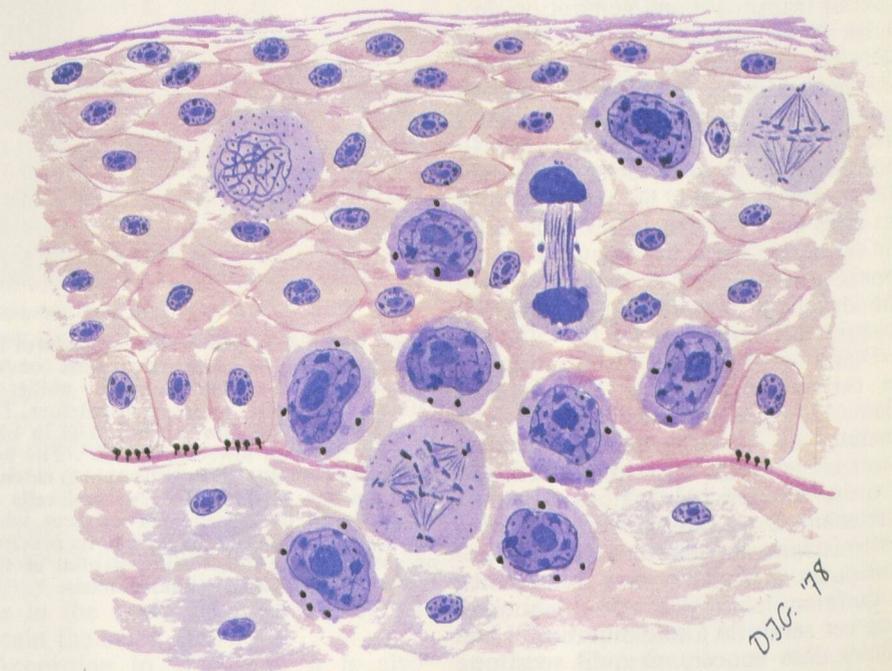
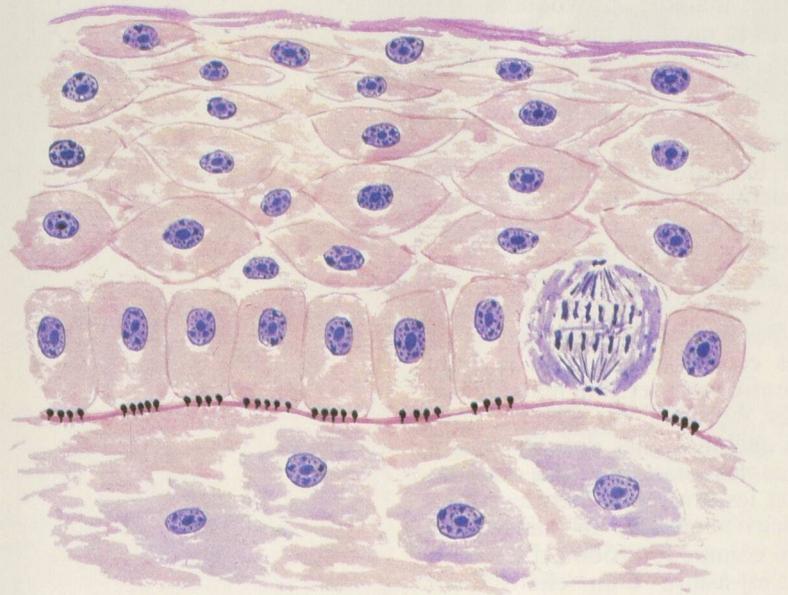
Dans ce carcinome de la peau, des cellules cancéreuses se sont détachées de la membrane basale mais continuent néanmoins à se diviser et à donner naissance à d'autres cellules non différenciées. Certaines cellules cancéreuses traversent la barrière constituée par la membrane basale et envahissent les tissus adjacents.

proliferation of that cell cease immediately. The most obvious way to achieve this is to link DNA synthesis with specific attachment — no attachment, no DNA synthesis, and no proliferation. That is one of the things that goes wrong with cancer cells. They no longer need specific attachment to proliferate and can form colonies (or metastases) in various parts of the body."

Dr. Whitfield's research on proliferation and differentiation, although admittedly preliminary, offers some new insights on the development of cancer and may be an important piece in the cancer jigsaw puzzle. His research confirms the importance of

the relationship between attachment, DNA synthesis and growth.

In one aspect of Whitfield's research he studied the effect of calcium ions on both cancer and normal cells. "We exposed the two cell types separately to different concentrations of calcium, ranging from low to high levels. It is interesting to note that when normal cells are cultured in flasks, they grow only if they are attached to the surface of the glass, while cancer cells grow freely in suspension. What we found was that, when the calcium concentration was lowered in the culture flask containing normal cells, they did not attach to the glass and ceased to proliferate while cancer cells were



David Gillan, NRC/CNRC

DJG '78

ques. Il arrive souvent que des cellules cancéreuses donnent naissance à des cellules différenciées non proliférantes apparemment normales à tous égards et qui ressemblent aux tissus sains. On a aussi observé que, dans certains cas, des cellules cancéreuses de souris, injectées à de jeunes embryons de l'espèce, étaient retournées à l'état normal. Enfin, aucune protéine modifiée ou structurellement anormale n'a été trouvée dans les cellules cancéreuses examinées. De tels faits sont difficilement compatibles avec la théorie de l'origine mutationnelle.» Ils conduisent au contraire à penser que le cancer est une maladie de différenciation.

Chez les animaux supérieurs, la différenciation intervient au cours des premières phases du développement. Celui-ci commence bien entendu lorsque la cellule de l'œuf fécondé se divise et produit d'abord deux cellules puis quatre et ainsi de suite jusqu'à ce que le jeune embryon contienne des milliers de cellules et, finalement, les milliards de cellules qui constituent l'animal adulte. À un moment donné au cours de ce processus, le destin des cellules se trouvant dans les différentes parties de l'embryon est scellé une fois pour toutes; certaines donneront naissance aux yeux, d'autres à la peau et d'autres encore à du muscle. Cependant, au cours de chaque division et changement physique aboutissant à ces différents tissus, c'est exactement le même ADN que celui qui se trouvait dans la cellule de l'œuf originel fécondé qui est transmis à chacune des cellules. Le grand mystère de la différenciation en biologie moléculaire est précisément constitué par le fait que l'on ne sait pas de quelle façon les divers types de cellules qui composent l'organisme apparaissent lorsqu'on sait qu'elles contiennent toutes le même ADN.

D'après Whitfield, des cellules normales peuvent également se transformer de manière irréversible en cellules cancéreuses sans que l'ADN subisse de changement. Il pense que la plupart des cancers ne sont pas dus à une véritable mutation de l'ADN mais plutôt à une modification persistante ou transmise dans les processus qui président à l'expression des gènes et donc à la différenciation. Chez les tissus épithéliaux, c'est-à-dire des couches cellulaires superficielles du col de l'utérus, de l'intestin, ou de la peau par exemple, il ne devrait y avoir formation, d'après la théorie mutationnelle du cancer, que d'un seul type de cellules cancéreuses. «Ce qui se passe en réalité», dit-il, «c'est que des cellules cancéreuses donnent naissance à d'autres cellules qui diffèrent de l'original non seulement par l'aspect mais également

dans le fait qu'elles ne prolifèrent pas. Étant donné que, dans un cancer, les cellules cancéreuses proliférantes prédominent, la partie affectée du tissu se développe démesurément et donne naissance à une grosseur ou tumeur.»

Si les cellules cancéreuses de la tumeur n'émigrent pas celle-ci sera bénigne tandis qu'elle sera au contraire maligne si elles se lancent à l'assaut d'autres «territoires». Un des facteurs qui, normalement, jouent un rôle régulateur dans la croissance des tissus et empêchent les cellules de former des

Un des résultats marquants des travaux de Whitfield est la mise au point d'une méthode permettant de distinguer les cellules normales de celles qui sont tumorigènes (qui aboutissent à un cancer lorsqu'elles sont inoculées à des animaux de laboratoire). Elle fait appel à l'utilisation de flacons de bouillon de culture à concentrations décroissantes en calcium (ion jouant un rôle important dans la croissance cellulaire). Lorsque l'on y introduit des cellules normales, celles-ci se développent si la concentration en calcium est élevée ou normale alors que leur croissance est au contraire inhibée avec une concentration inférieure à la normale. Par contre, les cellules tumorigènes se développent au même rythme quelle que soit la concentration. Non seulement la méthode en question permet-elle de distinguer les deux types de cellules mais également de déceler celles qui ne sont que faiblement tumorigènes. Il semble qu'on pourrait utiliser cette technique pour le dépistage précoce du cancer.

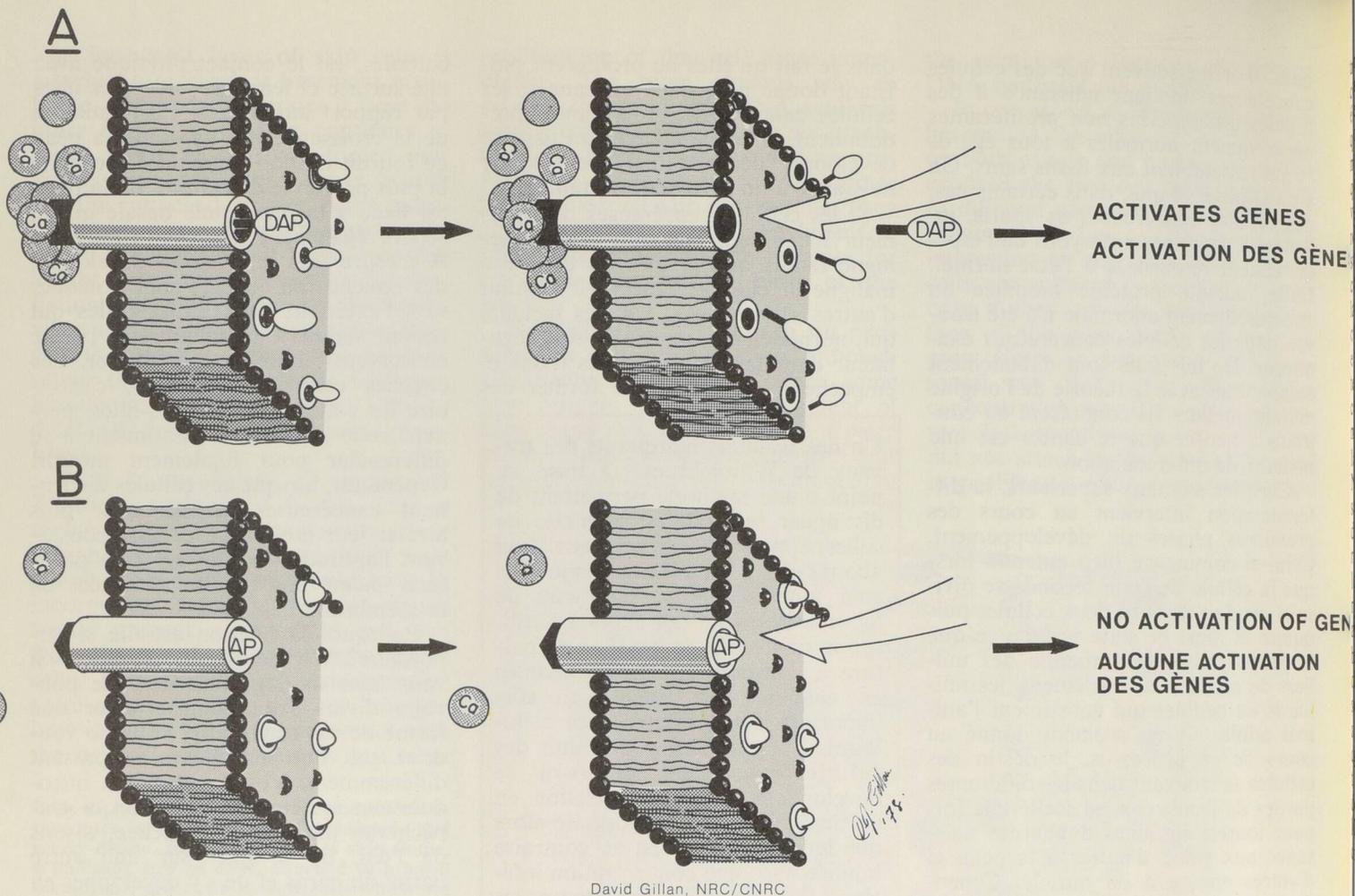
One of the highlights of Whitfield's research is a method for distinguishing between cells which are normal and those that are tumorigenic (that is, cells which give rise to cancer when injected into laboratory test animals). The method involves the use of flasks of cell culture medium with decreasing concentrations of calcium, an important ion for cell growth. When normal cells are placed in these flasks, they grow in high or normal levels of calcium but not at lower concentrations. Tumorigenic cells, on the other hand, grow equally well at any concentration of calcium. Not only can this technique distinguish between the two cell types, it can also reveal those cells which are only marginally tumorigenic. The method shows promise as an early warning system for cancer diagnosis.

colonies, est le contact physique avec une surface et leur disposition les unes par rapport aux autres. La régulation de la croissance des tissus de la peau en fournit un bon exemple. La couche la plus profonde de cellules de la peau est fixée à la membrane basale qui la sépare également des chairs internes. À mesure que la peau se développe, des couches de cellules sont poussées vers l'extérieur mais seules celles qui restent fixées à la membrane basale conservent l'aptitude à se diviser. Les couches cellulaires externes, c'est-à-dire les couches de cellules-filles, perdent cette aptitude et continuent à se différencier pour finalement mourir. Cependant, lorsque ces cellules deviennent cancéreuses on ne peut plus arrêter leur croissance et elles conservent l'aptitude à se diviser et à proliférer même après s'être détachées de la membrane basale.

Pourquoi la fixation est-elle si importante? Whitfield nous répond: «Si vous étiez un ingénieur doté de pouvoirs divins s'apprêtant à créer une forme de vie supérieure, vous ne voudriez pas que les choses se passent différemment. Vous veilleriez à introduire un système de sécurité qui empêcherait une cellule détachée, disons de l'œil, de se fixer sur une autre partie du corps et de s'y développer en tant que cellule oculaire. Vous imaginez sans peine l'importance du fait que dès qu'il y a perte de contact avec l'environnement originel la prolifération de cette cellule cesse immédiatement. Il apparaît immédiatement que le meilleur moyen d'obtenir ce résultat est de lier la synthèse de l'ADN, donc pas de prolifération sans fixation spécifique. Autrement dit, pas de synthèse de l'ADN et donc pas de prolifération sans fixation. Les choses ne se passent malheureusement pas ainsi avec les cellules cancéreuses. Elles n'ont plus besoin de fixation spécifique pour proliférer et peuvent former des colonies, c'est-à-dire des métastases, dans diverses parties de l'organisme.»

Bien que préliminaires, les travaux du Dr Whitfield sur la prolifération et la différenciation apportent de nouvelles connaissances sur le développement du cancer et leur résultat constitue peut-être un élément important du mystère du cancer. Ses recherches confirment l'importance du lien existant entre la fixation, la synthèse de l'ADN et la croissance.

Le Dr Whitfield a été amené au cours de ses recherches à étudier l'effet des ions calcium tant sur les cellules cancéreuses que sur les cellules normales. Redonnons-lui la parole: «Nous avons exposé, séparément, les deux types de cellules à différentes concen-



David Gillan, NRC/CNRC

A schematic diagram which attempts to explain the relationship between contact of the cell's outer membrane with a surface and DNA synthesis (and therefore cell duplication). The drawing (A) represents a section through the membrane of a cell showing its double layer characteristics, the cylindrical attachment device which is maintained in its functional state by calcium (Ca) and the DNA activator protein, DAP, located on the inside of the membrane. At some point in the cell's normal proliferation process a signal (represented by the arrow) causes the release of DAP, which activates the genes leading to cell duplication. In the experimental condition (B), when calcium is removed from the nutrient medium, normal cells do not attach to a surface, and cease to grow. One explanation is that the reduced calcium concentration outside the cell has some effect on the attachment device in a manner which prevents the release of DAP from its site.

In the cancerous state this connection between attachment and DAP (and thus DNA synthesis) is somehow lost or altered. DAP is no longer controlled by attachment and DNA synthesis remains permanently "on".

completely unaffected by a similar drop in calcium. We do know that cessation of growth is not due to a change in the level of calcium inside normal cells because the internal concentration remains the same. On the basis of this kind of information we proposed that the outer membranes of normal cells have structures which anchor them to a surface, and further, that calcium helps to maintain this structure in the

Représentation schématique visant à expliquer le rapport existant entre le contact de la membrane externe de la cellule avec une surface et la synthèse de l'ADN (et, par conséquent, la réplication cellulaire). Le dessin «A» représente une vue en coupe de la membrane d'une cellule montrant les caractéristiques de sa couche double, le dispositif de fixation cylindrique qui est maintenu en état de fonctionnement par le calcium (Ca) et la protéine d'activation de l'ADN, PA, située sur la face interne de la membrane. Au cours du processus de prolifération cellulaire normal, un signal (représenté par la flèche) provoque la libération de la PA qui active les gènes et permet la réplication cellulaire. Dans les conditions expérimentales «B», lorsque le calcium est retiré du milieu de culture les cellules normales ne se fixent pas à une surface et cessent de se développer. On peut expliquer cela par le fait que la réduction de la concentration en calcium à l'extérieur de la cellule affecte le dispositif de fixation de telle sorte qu'elle empêche la PA de quitter son site.

Dans l'état cancéreux, ce rapport entre la fixation et la PA et, partant, la synthèse de l'ADN, est d'une manière ou d'une autre perdu ou modifié. La PA n'est plus régulée par la fixation et le mécanisme de synthèse de l'ADN est «activé» en permanence.

proper form or shape required for attachment and its function as the trigger for initiating DNA synthesis (at the appropriate moment in the proliferation process). Obviously, if the calcium level is in some way reduced or the cell wanders away from its normal site, as frequently happens in many

tissues, it will be unable to initiate DNA synthesis and multiply in an inappropriate place. In cancer cells, on the other hand, these structures may be absent, functionless, or somehow overridden so that the starting switch for DNA synthesis is locked permanently (or quasi-permanently) in the "on" position. Thus, the "fail-safe" system has itself failed and the cancer cell has acquired the deadly ability to colonize new and unusual places in the body, or as in the laboratory situation, multiply even when suspended in liquid medium. The loss of calcium dependence is of no consequence to cancer cells because the extracellular calcium level in patients is usually normal. However, this change signals the failure of the "fail-safe" system and thereby provides an easy assessment of a cell's cancer-producing potential. This test could prove useful for the identification of cancer-producing chemicals."

As in most cases of scientific study which attempt to explain diseases at the molecular or biochemical level, final answers will become apparent only when the nature of growth and function of normal cells is fully understood. Only then will scientists be able, by comparison, to discern the missing links which cause the disease state. □
Sadiq Hasnain

Business Reply Mail Correspondance - réponse d'affaires
No postage necessary in Canada Se poste sans timbre au Canada



National Research Council Canada
Conseil national de recherches Canada

**OTTAWA
CANADA
K1A 0R6**

Public Information - Information publique

1978/5

ADDRESS CHANGE

<input type="checkbox"/>	Name / address printed wrongly - corrected below	<input type="checkbox"/>	Nom / adresse comportant une erreur - correction ci-dessous	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Mailing label is a duplicate - please delete from list	<input type="checkbox"/>	L'adresse est un duplicata - Rayez-la de la liste	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Please continue my mailing and add new person listed below	<input type="checkbox"/>	Gardez mon nom sur votre liste d'envoi et ajoutez-y celui du nouvel abonné ci-dessous	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Name below should replace that shown on label	<input type="checkbox"/>	Remplacez le nom figurant dans l'adresse par celui indiqué ci-dessous	<input type="checkbox"/>

Discontinue sending:

all publications this publication

Ne plus envoyer

vos publications cette publication

CHANGEMENT D'ADRESSE

NAME - NOM

TITLE - TITRE

ORGANIZATION - ORGANISME

STREET - RUE

CITY - VILLE

PROVINCE

POSTAL CODE POSTAL

COUNTRY - PAYS

FASTEN HERE - SCELLER ICI

trations en calcium, allant d'une concentration faible à une concentration élevée. Il est intéressant de remarquer que lorsqu'on cultive des cellules normales in vitro, elles ne se développent que si elles sont fixées à la surface du verre tandis que les cellules cancéreuses se développent librement en suspension. Ce que nous avons découvert, c'est que lorsque l'on diminue la concentration en calcium dans la culture contenant les cellules normales, elles ne se fixent pas au verre et arrêtent leur prolifération alors que les cellules cancéreuses ne sont aucunement affectées par une baisse similaire de la concentration en calcium. Nous savons que l'arrêt de la croissance n'est pas dû à une modification de la concentration en calcium à l'intérieur des cellules normales parce que la concentration interne demeure la même. Partant de cette donnée, nous avons émis l'hypothèse que les membranes externes des cellules normales ont des structures qui les fixent à une surface et, de plus, que le calcium aide cette structure à conserver la configuration indispensable à sa fixation et à sa fonction de mécanisme de déclenchement de la synthèse de l'ADN (au moment approprié au cours du processus de prolifération). Il est

évident que si la concentration en calcium est d'une manière ou d'une autre abaissée ou que la cellule s'éloigne de son site normal, comme cela arrive fréquemment dans nombre de tissus, elle ne sera pas en mesure de déclencher la synthèse de l'ADN et de se multiplier là où il faut. Par contre, chez les cellules cancéreuses, ces structures peuvent très bien être inexistantes, inactives, ou inhibées d'une façon ou d'une autre, de telle sorte que le mécanisme de déclenchement de la synthèse de l'ADN est bloqué en permanence ou en quasi-permanence sur la position 'armé'. Dans ce cas, le système de 'protection' n'a pas fonctionné et la cellule cancéreuse a acquis l'aptitude mortelle à coloniser de nouvelles parties du corps ou bien, comme c'est le cas en laboratoire, de se multiplier même lorsqu'elle est en suspension dans un liquide. La perte de leur dépendance vis-à-vis du calcium est sans importance pour les cellules cancéreuses parce que la concentration en calcium extracellulaire est habituellement normale chez les malades. Ce changement indique toutefois que le système de protection n'a pas fonctionné et permet, de ce fait, d'évaluer très facilement le potentiel cancérigène d'une cellule. Ce test

pourrait s'avérer utile pour l'identification de produits chimiques cancérigènes.»

Comme dans la plupart des cas d'études scientifiques qui visent à expliquer les maladies au niveau moléculaire ou biochimique, les réponses finales n'apparaîtront que lorsque la nature de la croissance et de la fonction des cellules normales sera parfaitement comprise. Ce n'est qu'à ce moment-là que les scientifiques seront en mesure de découvrir, par comparaison, les chaînons manquants responsables de l'état pathogène. □

Texte français: **Claude Devismes**

PERMAFROST CONFERENCE

Representatives from 15 nations girdling the North Pole gathered in Edmonton 10-13 July for an exchange of information on permafrost. A sharp increase in the development of northern lands has presented scientists and engineers with demands for information on conditions and engineering problems surrounding operations in these areas of perennially frozen ground. Nearly 150 papers on various Northern studies were presented, many of them concerned with field studies. Dr. R. J. E. Brown of NRC's Division of Building Research was general chairman of the conference, which dealt with such areas of investigation as properties of permafrost, pipeline construction, temperature regimes, building construction efforts, and environmental aspects, including vegetation cycles in permafrost areas.

The delegates and visitors heard Dr. R. F. Legget former director of NRC's Division of Building Research deliver the Conference's keynote address. He commented on the need for studies in historical permafrost remnants. Dr. Legget also related some of the accounts of early observations of permafrost made by European explorers in the North. He praised the high quality of research being presented in the technical sessions of the conference and urged caution in pursuit of Northern development. Noting the fragile condition of permafrost terrain, he called upon the delegates to actively resist unnecessary road construction, it being the most destructive of man's works in the North.

CONFÉRENCE SUR LE PERGÉLISOL

Les représentants de 15 pays entourant le pôle Nord ou y portant un intérêt scientifique se sont rassemblés à Edmonton, du 10 au 13 juillet dernier, pour partager les fruits de leurs travaux sur le pergélisol. Par suite du développement rapide du Nord, les scientifiques et les ingénieurs ont reçu plusieurs demandes de renseignements sur les conditions et les problèmes techniques liés aux activités dans les régions où les sols sont gelés en permanence. On y a présenté près de 150 communications s'appuyant sur différentes études du Grand Nord, dont bon nombre ont été faites in situ. Le Dr R. J. E. Brown, de la Division des recherches en bâtiment (DRB) du CNRC, a présidé cette conférence couvrant les propriétés du pergélisol, la construction des pipe-lines, les régimes thermiques, la construction des bâtiments et des questions touchant l'environnement, dont les cycles de la végétation, dans les régions pergélisolées.

Le Dr R. F. Legget, ancien directeur de la DRB, a prononcé l'allocation d'ouverture. Il a insisté sur la nécessité de poursuivre les études sur l'évolution du pergélisol et a rappelé que la rencontre imprévue d'îlots de pergélisol fossile au cours du percement de tunnels avait gêné les travaux d'ingénierie. Le Dr Legget a également évoqué les observations des premiers explorateurs européens sur le pergélisol. Il a fait l'éloge de la qualité des communications et a recommandé la prudence dans la mise en valeur du Nord. Faisant remarquer la condition fragile des sols pergélisolés, il a demandé aux délégués de s'opposer fermement à la construction de routes non indispensables car c'est de tous les travaux exécutés dans le Grand Nord celui qui est le plus destructeur.

CUT - DÉCOUPEZ



National Research Council
Canada
Ottawa, Canada
K1A 0R6

Conseil national de recherches
Canada
Ottawa, Canada
K1A 0R6

PLIEZ VERS L'INTÉRIEUR

FOLD IN

IS YOUR ADDRESS LABEL CORRECT?

Please make any needed corrections on form overleaf, clip along the dotted line, fold, fasten and return to us.

If you prefer to use a separate sheet, please ensure that all the information on the label below is included to permit us to retrieve your address record from the computer.

VOS NOM ET ADRESSE COMPORTENT-ILS UNE ERREUR?

Veillez procéder aux corrections éventuelles sur le formulaire se trouvant au verso, le découper en suivant le pointillé, le plier, le sceller et nous l'envoyer.

Si vous préférez utiliser une feuille séparée, assurez-vous de n'omettre aucun des renseignements figurant dans le bloc-adresse ci-dessous pour que nous puissions extraire de l'ordinateur les données relatives à votre adresse.

Canada Posti	Postes Canada
Bulk Third Class	En nombre Troisième classe
K1A 0R6 Canada	

CUT - DÉCOUPEZ