



# SCIENCE DIMENSION

Vol. 2 No. 1, February - Février 1970

National Research Council of Canada - Conseil national de recherches du Canada



# SCIENCE DIMENSION

VOL. 2 No. 1, FEBRUARY 1970

VOL. 2 No. 1, FÉVRIER 1970

## CONTENTS - SOMMAIRE

- 
4. Crops from the sea  
5. Les moissons océanes
- 
8. Enzyme research at NRC  
9. Nos recherches sur les enzymes
- 
14. Garnish with CO<sub>2</sub>  
15. La viande de boeuf
- 
18. New family of fungicides  
19. Nouvelle famille de fongicides
- 
24. Radio telescope research expanded  
25. Développements en radioastronomie
- 
28. Ground cover for airports  
29. Les oiseaux, les mauvaises herbes et les aéroports
- 

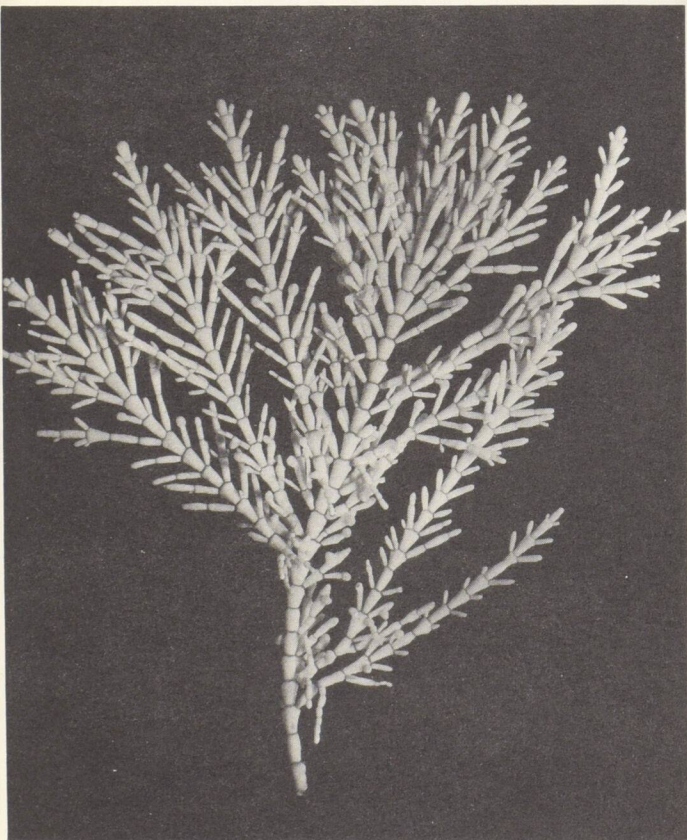
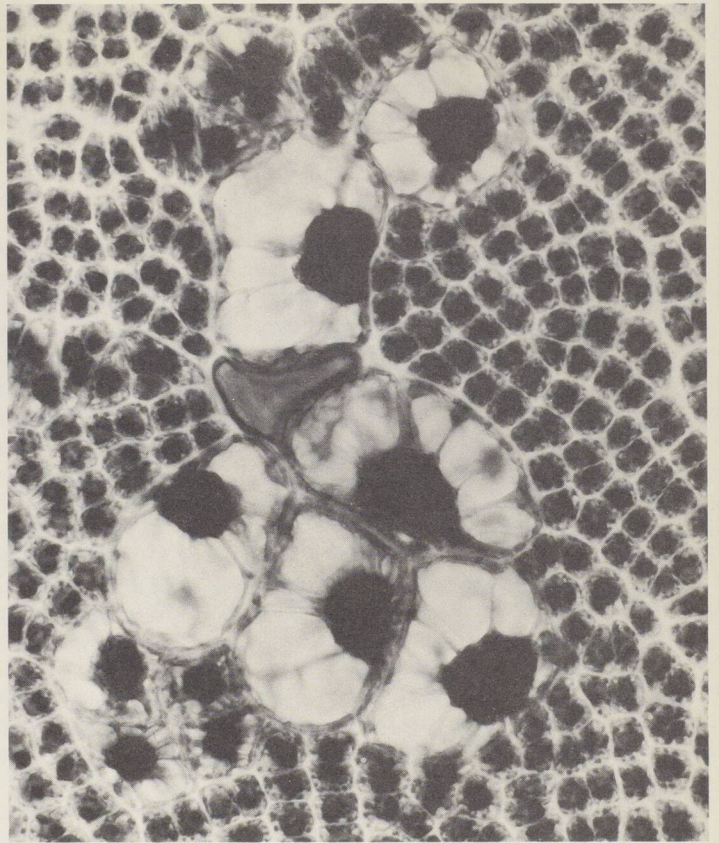
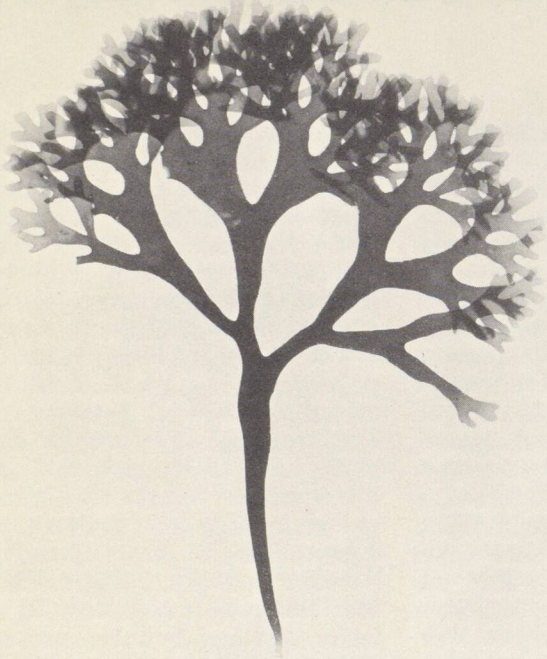
Cover photograph: A Stereoscan color photo of a portion of a pinpoint-sized colony of *Chaetomium Globosum* on a porous plastic sheet magnified 7,000 times. By Bruce Kane and Dr. P. J. Blais of NRC. See page 18.

*Notre couverture: Photo en couleur prise au microscope d'une colonie de *Chaetomium Globosum*, de la grosseur d'une pointe d'épingle, sur un film de plastique poreux, et grossie 7 000 fois. (Par Bruce Kane et le Dr P. J. Blais, du CNRC. Voir page 19.)*

Science Dimension is published six times a year by the Information Services Office of the National Research Council of Canada. Material may be reproduced with or without credit unless a copyright is indicated. Enquiries should be sent to Science Dimension, NRC, Ottawa 7, Canada. Telephone: (613) 993-9101.

Publiée six fois par an par l'Office des Services d'information du Conseil national de recherches du Canada. La reproduction des textes est autorisée sauf indication contraire. Prière d'adresser toute demande de renseignements à: Science Dimension, NRC, Ottawa 7, Canada. Téléphone: (613) 993-9101.





Seaweed research at NRC's Atlantic Regional Laboratory involves studies with a variety of plants. Top left - *Chondrus crispus* (Irish Moss); Top right - vegetative cells of *Porphyra*. The giant cells illustrate characteristic stellate plastid of the algae. Bottom left - *Corallina officinalis*, common red alga of intertidal zone; Bottom right - *Porphyra miniata* (Leafy thallus). Plants one metre in length have been grown in culture.

Photographies illustrant les recherches du CNRC sur les algues marines: en haut, à gauche, mousse perlée d'Irlande (*Chondrus crispus*); à droite, les cellules géantes de *Porphyra* mettant en relief la plastide étoilée de l'algue; en bas, à gauche, l'algue rouge commune (*Corallina officinalis*) des rivages soumis aux marées; à droite, Thalle en feuille (*Porphyra miniata*) que l'on a pu faire pousser jusqu'à un mètre de longueur.



# Prospects are promising for Crops from the sea

Although the oceans cover about 70 per cent of the earth's surface and contain vast storehouses of natural wealth, the science of oceanography is still relatively new. But in the face of burgeoning populations and the threat of insufficient food supplies from the land, there is a world-wide surge of scientific interest towards a greater understanding of the oceans and of ways of recovering from them abundances of food.

Canadian scientists share this interest and a variety of research projects are in progress to learn more about the food-producing capabilities of the three oceans on Canada's east, west and north coasts. One of these projects involves studies by the National Research Council of Canada on the application of scientific agriculture to the cultivation of seaweeds.

Extracts from a variety of species of seaweed find more than 40 different uses as gelling or stabilizing agents in the food, pharmaceutical and textile industries. At present these plants are harvested in their wild state. Unless an effort is made at commercial cultivation, there will not be sufficient wild supplies to meet a growing demand for seaweed extractives.

In Western culture, the production of seaweed ash (soda and potash) was important to the economy of the isles

of Scotland in the 18th century, and later Glasgow was a centre for the manufacture of iodine from marine algae. These industries disappeared as products from mineral deposits became available. Three centuries ago, the Japanese began cultivating certain species of edible marine algae on bundles of bamboo placed in intertidal zones. For many years this cultivation was merely a matter of providing a support to which spores of the plants could attach themselves. More recently, it has developed into a science. Today, more seaweed is eaten in Japan than either meat or fish and some 300,000 people are employed in the nori (a food made from cultivated species of red algae) industry.

Canada's interest in seaweeds dates back to the beginning of the Second World War, when Japanese supplies of the gelling agent agar were cut off. Irish moss from Nova Scotia and Prince Edward Island began to fill the bill, and Canada has had an interest in seaweeds ever since.

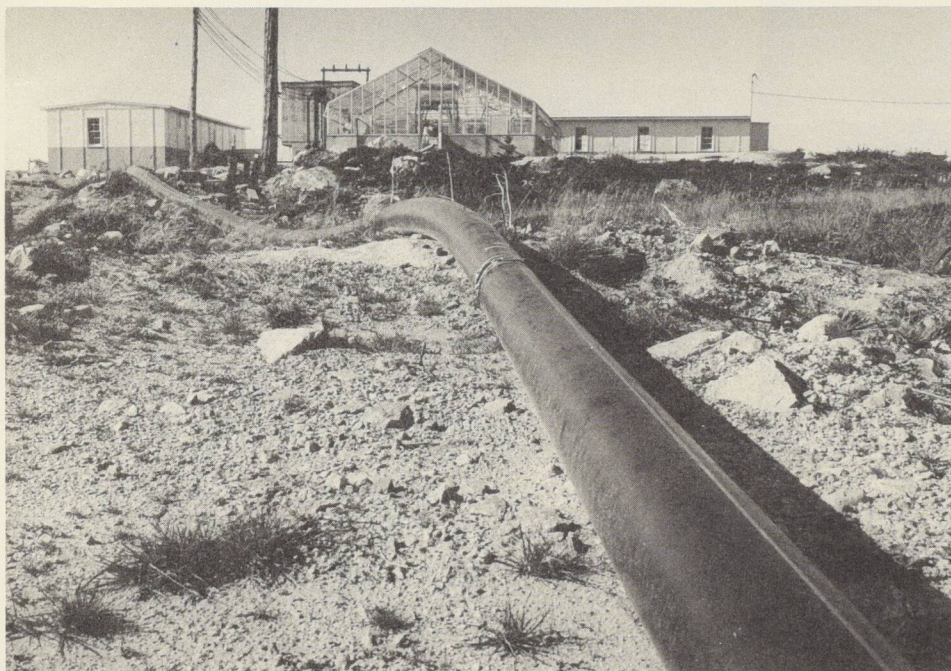
Seaweeds of the Atlantic provinces are of commercial interest mainly as a source of gelling agents. Some, such as Irish moss are collected by fishermen and sold to processors in the United States. These red algae are used as a source of carrageenan, a polysaccharide that finds a number of uses such

as the preparation of jellied meats, or the stabilization of suspensions, including chocolate milk. Alginate, prepared in Nova Scotia, is widely used in the food industry for the preparation of low calorie desserts and to improve the physical properties of prepared foods, including cake mixes.

The seaweed industry in the Atlantic provinces is worth about \$1,000,000 annually. However, the long, convoluted coastline (5,000 miles in Nova Scotia alone) and large areas of shallow inshore waters favorable for growth of extensive beds of marine algae, make this part of Canada ideally suited for expansion of the industry. Marine algae are also sensitive to pollution and can best be cultivated in regions that are not heavily industrialized.

The Council's seaweed research project is being conducted by its Atlantic Regional Laboratory in a special seaweed research station at Fink Cove, 12 miles south of Halifax near Sambro. This site was chosen because it is very exposed, ensuring good mixing of the cove's relatively clean water with the open sea.

The station consists of a combined greenhouse and laboratory, pumping house and filtering house. A constant stream of seawater is pumped to tanks



The seaweed research station at Fink Cove. The pipe in the foreground carries seawater from the cove to the pumping station.

*Le laboratoire de recherche de Fink Cove. Le tuyau qu'on aperçoit au premier plan amène l'eau de mer à la station de pompage.*



# Perspectives encourageantes pour les moissons océanes

Quoique les océans couvrent environ 70% de la surface de la Terre et contiennent d'immenses ressources naturelles, l'océanographie n'est encore qu'une science relativement nouvelle. Elle devrait toutefois se développer rapidement car la population du globe augmente vite et la nourriture provenant de terres cultivées ne va pas être suffisante.

Naturellement, les scientifiques canadiens font aussi des études visant à trouver des moyens de tirer de la nourriture des trois océans bordant le Canada. Parmi ces études il existe un projet qui intéresse particulièrement le Conseil national de recherches du Canada: c'est celui de la culture des algues.

Des extraits d'algues sous forme de colloïdes ont des applications dans les industries textiles, pharmaceutiques et alimentaires. Jusqu'à nos jours toutes ces algues ont été ramassées en mer, uniquement à l'état naturel, et la quantité que l'on peut se procurer de cette manière va être bientôt insuffisante d'autant plus que les besoins augmentent. Il faudrait donc que l'on puisse les cultiver.

Au 18<sup>e</sup> siècle, l'exploitation des algues marines était importante en Ecosse car on tirait de la soude et de la potasse de leurs cendres; plus tard, on en a extrait de l'iode, surtout dans

la région de Glasgow. Ces industries ont disparu lorsque l'on a trouvé des minerais d'où l'on pouvait extraire les mêmes produits dans de meilleures conditions. Il y a 300 ans, les Japonais ont commencé à cultiver certaines espèces d'algues marines comestibles; ils se servaient de bambou placé dans des espaces soumis aux marées mais, pendant bien des années, il ne s'est toutefois agi que de fournir un support aux spores de ces plantes. Plus près de nous, ces travaux se sont développés et aujourd'hui les Japonais mangent plus d'algues marines que de viande ou de poisson; c'est ce qui explique que près de 300 000 personnes sont employées dans l'industrie d'un produit alimentaire tiré d'algues rouges cultivées et appelé amanori.

Le Canada a commencé à s'intéresser aux algues marines au début de la deuxième Guerre mondiale lorsque l'importation de la gélose du Japon a cessé. La mousse perlée d'Irlande poussant en Nouvelle-Ecosse et dans l'Île du Prince Edouard l'a remplacée et depuis lors le Canada s'est toujours intéressé aux algues.

Les algues des provinces de l'Atlantique sont intéressantes sur le plan commercial surtout comme colloïdes. Certaines, comme la mousse irlandaise, sont ramassées par les pêcheurs et vendues aux Américains. Elles don-

nent des polysaccharides servant à la préparation des viandes en gelée ou à stabiliser des suspensions comme le chocolat au lait. Les alginates, préparés en Nouvelle-Ecosse sont très utilisés dans l'industrie alimentaire pour préparer des desserts contenant peu de calories et pour améliorer les propriétés physiques des aliments préparés tels que les mélanges pour gâteaux.

Le commerce des algues dans les provinces de l'Atlantique s'élève annuellement à environ un million de dollars. Les côtes très découpées de ces provinces, comme celles de la Nouvelle-Ecosse dont le contour développé est de 5 000 miles, comportent de très nombreuses baies, peu profondes et très favorables au développement des algues marines ce qui rend cette région vraiment idéale pour cette industrie. Les algues marines étant très sensibles à la pollution, c'est encore cette région fort peu industrialisée qui convient le mieux à leur culture.

Au Conseil national de recherches du Canada les recherches sur les algues sont conduites dans les laboratoires de la région de l'Atlantique, dans une station spéciale de recherches, à Fink Cove, près de Sambro, à 12 miles au sud d'Halifax. On a choisi cet endroit parce qu'il est très ouvert vers la haute mer ce qui facilite le renouvellement des eaux. →



*Plongeur ramassant des algues pour les études.*

Scuba diver collecting seaweed for cultivation studies.



## *crops from the sea*

in the station, where marine algae are being grown for studies on the factors affecting their growth and composition, investigation of their life cycles, studies on their genetics and to collect other information needed for a program of breeding and selection. The station can be expanded gradually to accommodate a breeding program. Once better seaweed varieties are available, attempts will be made to cultivate them in the sea.

Dr. A. C. Neish, Director of NRC's Atlantic Regional Laboratory, says the objective of the research is to use selection and breeding techniques to cultivate varieties of seaweeds with enhanced commercial value.

"From what has happened in agriculture — and the oceans are more productive than the land masses, particularly in the cold temperate regions — it would be expected that a marked improvement in quality and yield could be obtained from improved varieties," he says.

"Some marine algae, such as giant kelps, grow up to 100 feet in one year. Certain important commercial species, such as Irish moss, require two or three years to produce harvestable amounts. If more rapidly growing varieties of Irish moss could supplant wild varieties in areas that are easy to harvest, it obviously would boost the

industry. If the new varieties also were improved in quality, it would help all the more," Dr. Neish says.

Why do kelp and Irish moss grow best in exposed areas where the water sweeps over them constantly? Dr. Neish believes the answer to this question must be found if seaweeds are to be grown in bays and other sheltered areas where calm water would make cultivation easier.

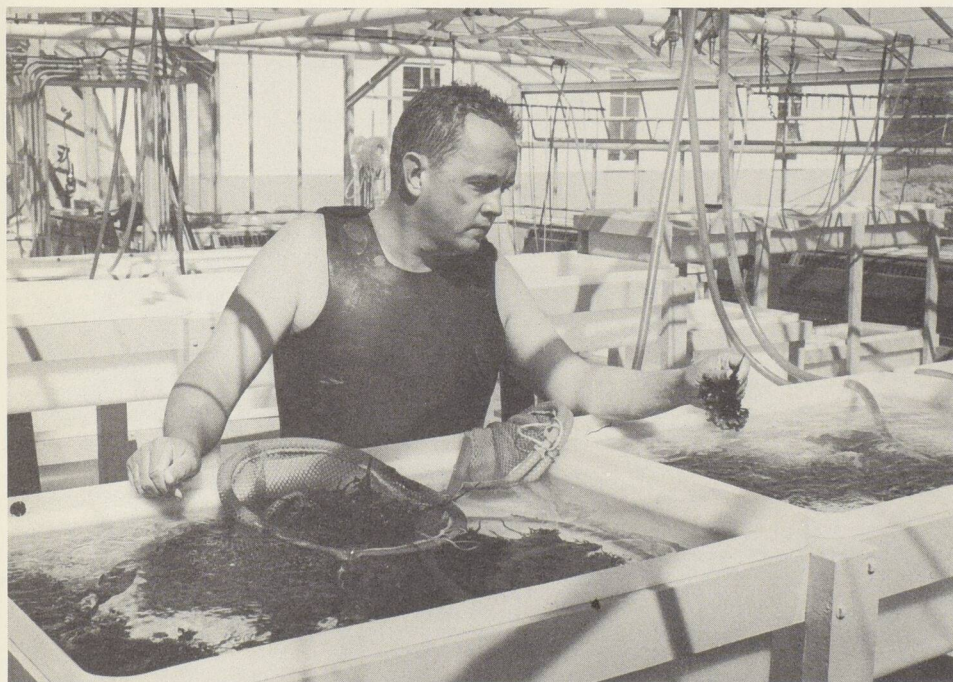
Research at NRC's new station will centre mainly on Irish moss. Attempts will be made to grow this plant and other seaweeds such as kelp, on rocks, rubber tires, concrete slabs and ropes, the aim being to find materials on which seaweeds will grow and which could be removed from the water for harvesting. Artificial supports also would allow seaweeds to be grown in sandy areas where there are no natural supports.

Dr. Neish says that in future, in-shore Atlantic coast fishermen are likely to earn extra income by cultivating seaweed. Small boats owned by these fishermen could be used to tend the artificial beds of moss. Their experience with the sea and the harvesting of wild Irish moss makes them the people most likely to harvest seaweeds.

Fertilizers are being tested at the station to determine whether they improve the growth of seaweeds and

might be used in sheltered areas to compensate for the lack of water movement over the plants. Attempts will be made to develop bigger varieties with a higher content of the valuable extracts.

"Garden plants are tremendous improvements over their wild ancestors, so it is reasonable to expect similar improvements on Irish moss and other seaweeds," Dr. Neish says. "However, this is a long-term project. Batches will have to be grown, the best plants selected and studied, and the whole procedure repeated through many life cycles of the seaweeds. It would take at least 10 years to develop better varieties." □



Dr. Cecil Fox of the Atlantic Regional Laboratory placing seaweed in one of the tanks being used in the cultivation studies.

*Le Dr Cecil Fox, du Laboratoire régional de l'Atlantique, place des algues dans les cuves servant à l'étude des cultures.*



## les moissons océanes . . .

La station comprend une serre, un laboratoire, un atelier et une station de pompage et de filtrage grâce à laquelle l'eau de mer circule constamment autour des algues marines que l'on étudie pour déterminer quels sont les facteurs qui influent sur leur développement, leur composition, leur durée de vie et leur reproduction en vue d'établir un programme de culture et de sélection. Les plans de cette station ont été établis pour qu'on puisse éventuellement s'y livrer à la culture expérimentale mais, si un jour on dispose de meilleures espèces, on essaiera de les cultiver en pleine mer.

Le Dr A. C. Neish, Directeur du Laboratoire régional de l'Atlantique, du Conseil national de recherches du Canada, nous a dit que l'objectif de ces études est de déterminer les techniques de sélection et de culture en fonction des différentes espèces et de mettre les algues en valeur.

"Si l'on se base sur ce qui s'est produit en agriculture, — et les océans peuvent produire beaucoup plus que les terres surtout dans les régions tempérées froides —, on est amené à penser qu'une meilleure qualité et un rendement supérieur ne pourront être obtenus qu'avec des espèces améliorées", a-t-il ajouté.

Et il a continué: "Certaines des algues marines, telles que les varechs

géants, atteignent jusqu'à 100 pieds en une année. Certaines espèces commerciales importantes, comme la mousse irlandaise, demandent de deux à trois ans pour donner une récolte. Si l'on peut trouver des espèces poussant plus rapidement que la mousse d'Irlande et que nous puissions les cultiver dans des zones plus facilement exploitables, il est évident que leur production augmentera. Ce serait encore mieux si l'on pouvait en augmenter la qualité."

Pourquoi les varechs et la mousse irlandaise poussent-ils mieux dans les endroits exposés? Le Dr Neish pense que la réponse doit être trouvée si l'on veut, un jour, les faire pousser dans les baies et dans les zones abritées où des eaux plus calmes en rendraient la culture plus facile.

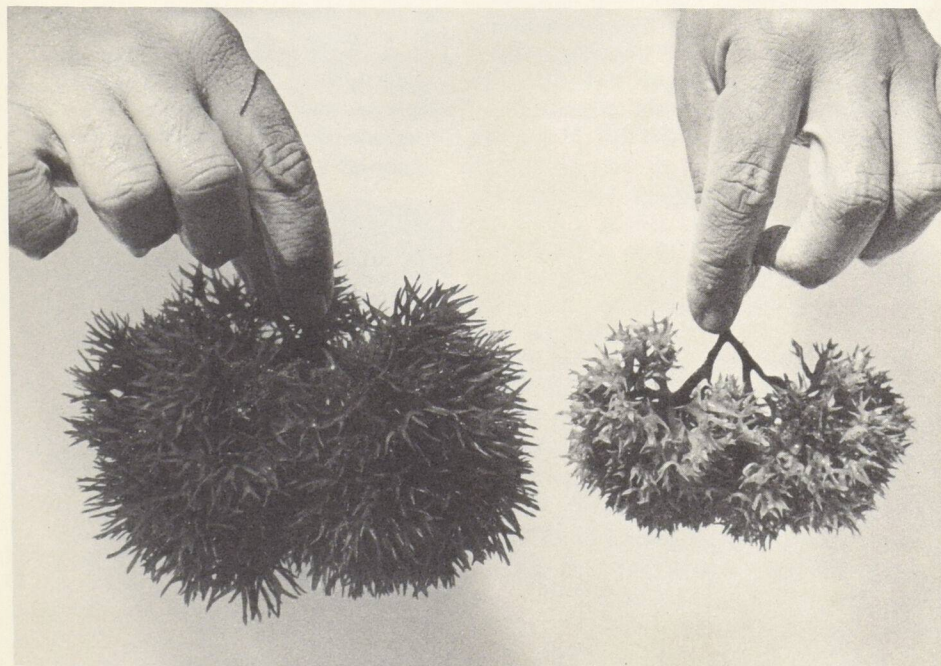
Les recherches à Fink Cove porteront surtout sur la mousse irlandaise. On essaiera de la faire pousser ainsi que d'autres algues comme les varechs, sur des rocs, des pneus, des plaques de ciment et des cordes servant de support et rendant la récolte plus facile du fait qu'on pourrait les retirer de la mer. On pourrait aussi les cultiver dans les zones sablonneuses de la côte grâce à des supports semblables.

Le Dr Neish nous a dit qu'à l'avenir, les revenus des pêcheurs de la côte Atlantique pourraient ainsi être augmentés. Ces pêcheurs ont de petits ba-

teaux qui pourraient servir à la mise en place des lits artificiels de mousse. Leur expérience de la mer et des récoltes de la mousse irlandaise laisse penser qu'ils seront les plus intéressés par la culture des algues marines.

On essaye de déterminer l'influence des engrais sur les cultures d'algues et si l'utilisation de ces engrais compenserait la faible circulation des eaux de haute mer dans les zones abritées. On va essayer de trouver des espèces plus grandes contenant plus d'éléments de valeur commerciale.

"Les plantes de nos jardins constituent des améliorations considérables par rapport à leurs ancêtres à l'état sauvage; il est donc raisonnable de penser qu'on pourra obtenir aussi des améliorations en partant de la mousse d'Irlande ou d'autres algues . . .; cependant, il s'agit là d'un projet à long terme et de grandes quantités d'algues devront être cultivées avant que l'on sache quelles sont les meilleures. Il nous faudra au moins dix ans pour trouver de meilleures espèces." □



*Essai d'engrais pour la culture des algues. A gauche, mousse d'Irlande cultivée avec un engrais; à droite, plante ramassée en mer au même moment et cultivée sans engrais.*

Fertilizers are being tested in the seaweed research. Left — an Irish moss plant grown with a fertilizer; right — a plant picked from the sea at the same time and grown without a fertilizer.



# A serine protease found in a soil bacterium - The anatomy of an enzyme

Vats of seething, fuming acids, massive pressure chambers and autoclaves are a far cry from the delicate walls of the living cell. Yet, when it comes to breaking up the proteins in processes necessary for life, the fragile cell far outperforms the array of heavy laboratory equipment. Not only are proteins disintegrated more rapidly and efficiently by the cell, but these same proteins, instead of being indiscriminately smashed to a rubble of amino acids, can be broken at certain points of the molecular chain.

How does the cell so quickly and precisely perform the multitude of life-sustaining protein reactions, reactions which otherwise would occur with immeasurable slowness under the same mild temperature, pressure and acidity conditions? Look to enzymes for the answer.

Enzymes, including those which destroy proteins, are themselves proteins, chains of amino acids formed by the cells in living organisms. In the body, for the conduction of nerve impulses, for muscle contractions, for blood clotting and for each of the thousands of chemical reactions on which life depends, enzymes play a vital role. They are the agents which catalyse all such reactions: they efficiently accelerate these changes, keep them in step with life's rhythm and do so without themselves undergoing any permanent change. As a corollary, the characteristics which cells and therefore organisms possess are related directly to the enzymes which they contain. A redhead thus immediately betrays the fact that he possesses a specific en-

zyme which catalyses the synthesis of a red dye in his hair-producing cells.

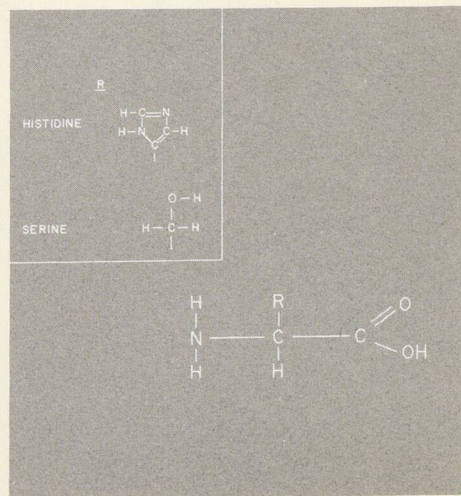
Each enzyme catalyses reactions with only certain substances called its substrates. For example, a proteolytic (protein-breaking) digestive enzyme will attack nutrient proteins, and convert them into amino acids for utilisation by the body, in short promoting digestion. Thousands of different enzymes are needed for the thousands of different reactions carried out in the cell.

How do biochemists and enzymologists study enzymes? Usually when a new enzyme is encountered, the substance is isolated, purified, and if possible crystallized. A thorough analysis is then conducted along two lines, one a determination of the enzyme's physical and chemical properties, the other an assay of its enzymatic activity, which includes reaction mechanism and kinetics, conditions for reaction, extent of reaction, categorization of substrates and characterization of reaction products.

When an enzyme from a soil bacterium isolated by the Canada Department of Agriculture scientists was put through its paces by Dr. D. R. Whitaker and his research team at the Biochemistry Laboratory of the National Research Council of Canada, the results obtained were unlike any previously recorded. That the enzyme, called  $\alpha$ -lytic protease, was both bacteriolytic (bacteria-destroying) and proteolytic (protein-breaking) was of some surprise, although another enzyme isolated at the same time with it also had

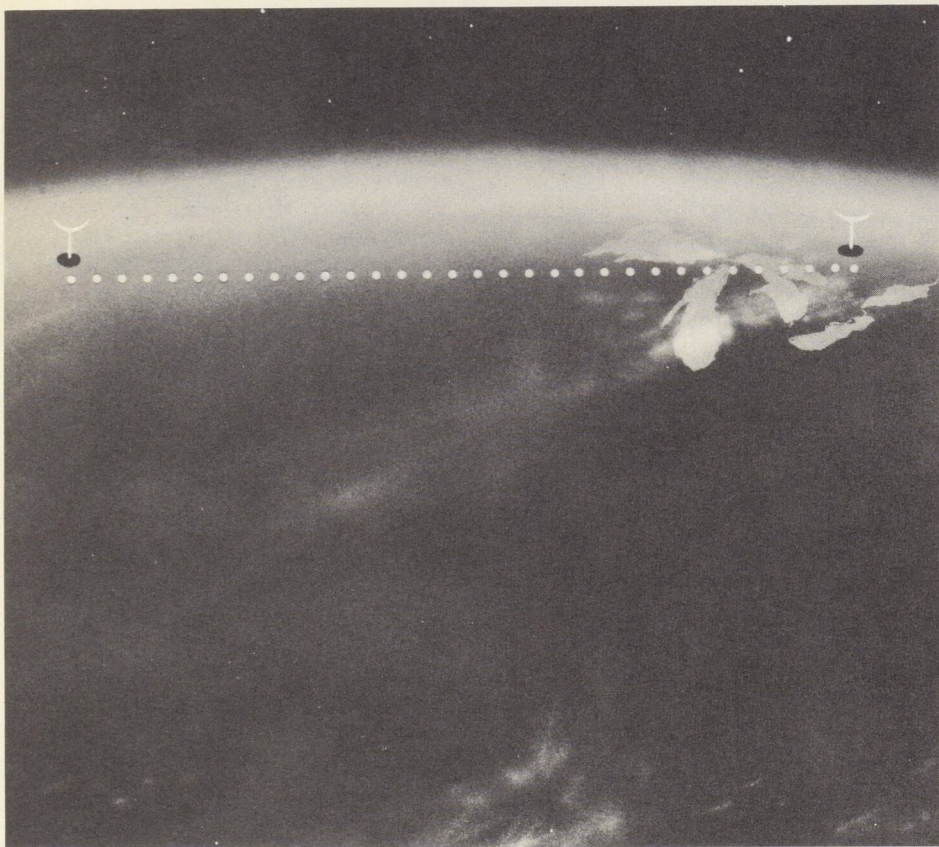
Amino acids, composed of carbon (C), nitrogen (N), hydrogen (H) and oxygen (O) arranged as shown below, are the units which link together into chains to form proteins, including enzymes. Each of the 20 amino acids which occur in nature has a different side chain (R) attached to the central carbon. Two examples are shown in the inset.

*L'acide aminé, composé de carbone (C), d'azote (N), d'hydrogène (H) et d'oxygène (O), est l'unité de base, le maillon de la chaîne moléculaire des protéines, y compris des enzymes. Dans chacun des acides aminés trouvés dans la nature, une vingtaine environ, la molécule possède un groupement R différent lié au carbone central; voir deux exemples en haut, à gauche.*





# Des astronomes canadiens étudient de nouvelles applications des radiotélescopes



La distance séparant le radiotélescope de Penticton (à gauche) de celui d'Algonquin (à droite) est de 2 000 miles, ce qui a permis de mieux étudier les quasars.

Artist's conception of the 2,000-mile baseline between the radio telescope at Penticton, B.C., (left) and Algonquin Park used in studies of quasars.

Des astronomes canadiens travaillent sur de nouvelles applications scientifiques des radiotélescopes très éloignés les uns des autres, après avoir fait œuvre de pionniers dans leur utilisation pour explorer les quasars. On sait que les quasars, encore mystérieux aux confins de l'univers, sont grands comme des groupes d'étoiles et que l'énergie magnétique qu'ils produisent est égale à celle de galaxies contenant des milliards d'étoiles.

Les astronomes canadiens espèrent adapter leur méthode de mesure des quasars pour déterminer la vitesse de dérive des continents et vérifier certaines prévisions d'Einstein dans sa théorie de la relativité.

En 1967, des astronomes du Conseil national de recherches du Canada, de l'Université de Toronto, de l'Université Queen's et du Ministère fédéral de l'énergie, des mines et des ressources, ont mis au point une technique de mesure du diamètre des quasars basée sur des observations simultanées d'émissions radio captées par des radiotélescopes séparés par plusieurs milliers de miles.

De 1960, époque où le premier quasar a été détecté, jusqu'en 1967, les diamètres des quasars ont été mesurés au moyen d'un interféromètre constitué de deux radiotélescopes à plusieurs miles l'un de l'autre mais reliés par micro-ondes ce qui permettait de comparer les signaux et de calculer les diamètres des sources. Le pouvoir de résolution ou séparateur, c'est-à-dire la faculté de discerner des objets éloignés, est proportionnel à la distance qui sépare les interféromètres. Toutefois la stabilité de la liaison par micro-ondes ne permettait pas d'utiliser des interféromètres séparés de plus de 100 miles.

Les astronomes canadiens ont remplacé cette liaison par des enregistrements magnétiques des signaux, synchronisés à moins de un millionième de seconde grâce à des horloges atomiques, de sorte qu'on a pu les comparer dans un laboratoire central. Les premières expériences ont été faites avec le télescope de 150 pieds du CNRC à l'Observatoire d'Algonquin et le télescope de 84 pieds de l'Observatoire du Dominion à Penticton, en

Colombie Britannique, à 2 000 miles d'Algonquin. Une deuxième série d'expériences a eu lieu avec le télescope d'Algonquin et celui de 250 pieds de Jodrell Bank, en Angleterre, distants de 3 200 miles.

Pour les expériences les plus récentes avec les télescopes d'Algonquin, de Penticton et de l'Observatoire Parkes, en Nouvelle-Galles du sud, en Australie, la distance était de 8 000 miles.

Les expériences faites avec les télescopes d'Algonquin et de Penticton ont montré que le diamètre angulaire du quasar 3C273B que l'on pense être le plus proche de nous est inférieur à 0.02 seconde d'arc. Les expériences ayant eu lieu à l'aide des télescopes d'Algonquin et de Jodrell Bank ont permis d'avoir une résolution double de la précédente et de faire une mesure jusqu'à 0.01 seconde d'arc ce qui a permis de montrer que 3C273B a un diamètre de 100 années-lumières ce qui est beaucoup plus petit que les 100 000 années-lumières de diamètre des galaxies normales. Grâce à cette augmentation du pouvoir de résolution on a pu déterminer les dimensions et la structure d'environ 30 quasars. —>



## radio telescope

The Australian experimental data is still being analysed. When the tapes were played back initially there was indication that the sources had all been resolved and it may be possible that the quasars being examined are too large to be measured over such a long baseline.

Dr. J. L. Locke, who with N. W. Broten, Dr. T. H. Legg, Dr. R. W. Clarke and J. R. Fletcher, form the NRC portion of the team, said emphasis is now shifting in part to other areas of research.

The theory of continental drift holds that the floors of the oceans behave like giant conveyor belts, transporting the continents on their backs slowly but inexorably from place to place. Thus the distance between two geographic points on diverging continents is constantly changing, even if the rate is as little as five centimeters or less per year.

Dr. Locke says the recent installation of hydrogen maser oscillators at ARO and Penticton will increase the accuracy of their atomic clocks.

"We plan a long-term program around the fact that you can turn our quasar experiment around so that the observations will be used to determine information about length of the baseline. This approach has got the geodists excited because it promises a means of determining a long distance to high accuracy and this is a very difficult job for any surveyor to do."

Initial plans call for determining the relative position of telescopes at ARO and Penticton.

"Later, should we be able to determine the distance with high accuracy between, say the Jodrell Bank telescope and ARO, this might be the means over a period of years of determining the rate of continental drift," Dr. Locke says.

The future plans of the Canadian group also point towards the use of the telescopes to perform a classic experiment in physics. Einstein's Theory of Relativity predicts that when the radiation from a source, either light or radio, passes close to a massive object, such as the sun, it will be bent.

Until now the only way to prove or disprove this prediction was to observe the stars optically during a solar eclipse when the stars can be seen during the daytime. The position of a star seen close to the sun is measured in relation to stars that are further away. Six months later when the sun has moved out of that field of stars, observations are again taken in hopes of detecting a small difference in the apparent position of the star.

This has been very difficult to do since the sky is not usually sufficiently dark and there are not normally enough stars.

"Using radio techniques we should be able to do measurements whenever a quasar approaches the sun and with about 100 times greater accuracy. It should be relatively simple to take a source which moves relative to the sun, e.g. day by day closer to the sun, measure its position and see if, when it is closest to the sun, its position is slightly different than when it is farther away. At least we think it should be simple, but we won't know for sure until we try it," Dr. Locke says. □



The Dominion Radio Astrophysical Observatory's 84-foot telescope at Penticton, B.C.

*Le télescope de 84 pieds, de l'Observatoire du Dominion en radio et en astrophysique, à Penticton, en Colombie Britannique.*



# Enzymes du sol et enzymes du pancréas sont homologues

Les parois délicates des cellules vivantes sont bien fragiles à côté de celles des cuves d'acide bouillant et fumant, des chambres massives à haute pression et des autoclaves.

Et pourtant, lorsqu'il s'agit de décomposer les protéines pour entretenir la vie, la frêle cellule l'emporte sur tout cet équipement lourd et encombrant. Dans la cellule, les protéines sont non seulement décomposées plus rapidement et efficacement, mais encore ces mêmes protéines, au lieu d'être réduites en un mélange d'acides aminés, sont brisées à certains points précis de la chaîne moléculaire, selon les besoins de la vie. En outre dans les mêmes conditions de température, de pression et d'acidité qui règnent dans la cellule, ces innombrables réactions s'effectueraient en laboratoire avec une incroyable lenteur. Comment la cellule réussit-elle donc ce tour de force? C'est grâce aux enzymes.

Les enzymes, tout en décomposant les protéines, sont, elles aussi, des protéines, dont les molécules sont des édifices très complexes dédoublables en un nombre restreint d'acides aminés produits par un organisme vivant. Les enzymes jouent un rôle capital dans le fonctionnement du système nerveux, la contraction musculaire, la coagulation du sang, bref dans chacune des réactions chimiques dont dépend la vie. Elles sont, en effet, les catalyseurs de ces réactions: tout en restant intactes, elles servent à accélérer ces réactions jusqu'au rythme de la vie. Comme corollaire, toutes les caractéristiques de la cellule et, par conséquent, de l'organisme relèvent directe-

ment des enzymes. Donc, un homme roux ne saurait cacher que dans ses cellules capillaires il existe une enzyme dont la tâche est de synthétiser un colorant rouge.

Une enzyme donnée ne catalyse que certaines réactions auxquelles participent des substances bien définies appelées les "substrats" de l'enzyme. A titre d'exemple, un ensemble d'enzymes réduit les protéines nutritives en acides aminés utilisables par l'organisme; bref, ces enzymes dites protéolytiques sont à la base de la digestion.

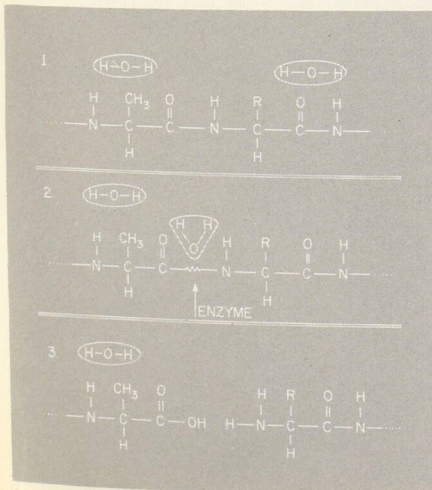
Mais le chercheur, comment étudie-t-il les enzymes? D'ordinaire, après avoir découvert une enzyme, on l'isole, la purifie et, si faire se peut, la cristallise. Suit alors une analyse dont l'objectif est double: primo, il faut déterminer les propriétés physiques et chimiques de l'enzyme; secundo, il faut en essayer l'activité enzymatique, y compris la cinétique, les conditions et le rendement de la réaction catalytique et enfin les substrats et les produits, en somme l'identification des produits de la réaction.

Lorsqu'au Laboratoire de Biochimie du Conseil national de recherches du Canada, le Dr D. R. Whitaker et ses collègues ont mis à l'épreuve une des enzymes d'une bactérie provenant du sol, isolée par les chercheurs du Ministère de l'Agriculture, ils ont obtenu des résultats étonnants. D'abord, chose curieuse, l'enzyme, dénommée  $\alpha$ -lytique protéase, détruisait les bactéries et les protides, tout comme une autre enzyme isolée de la bactérie en même temps. Mais c'était là la fin des

→

Les protéines se forment par des acides aminés, attachés bout à bout (1). Chaque enzyme digestive attaque une liaison spécifique entre les unités de la chaîne (2) pour déclencher l'hydrolyse (ou décomposition par l'eau) de la protéine (3). Quant à la  $\alpha$ -lytique protéase, elle aide à détruire la liaison qui se trouve à la droite de l'acide aminé alanine ( $R=CH_3$ ), comme on le voit ci-dessous.

Proteins are amino acids joined end to end to form a chain (1). Protein-digesting enzymes attack the connective bonds between specific amino acid units of the chain (2) and promote the hydrolysis (decomposition by water) of the protein (3). With  $\alpha$ -lytic protease, one of the preferred cleavages is to the right of an alanine ( $R=CH_3$ ) residue, below.





## enzyme research

these properties. But here conventional comparisons ended. And unconventional ones began.

First, during assays of enzymatic activity, Dr. Whitaker noted that this enzyme from the soil bacterium broke up the insulin molecule in a manner strikingly similar to that of an enzyme found in the pancreas, the complex gland in the body which secretes insulin and digestive enzymes. This latter enzyme, pancreatic elastase, was moreover matched by the soil enzyme in another extremely significant way: both enzymes were severely handcuffed by a substance called Diisopropyl Phosphorofluoridate. The data indicated not only that the enzymes both had the same link around the active part of the enzyme chain but also that this portion involved the amino acid, serine. The same experiment enabled Dr. Whitaker to conclude that only one such link was active in both enzymes.

At this time the complete amino acid sequence in the  $\alpha$ -lytic protease chain was being determined in collaboration with Dr. L. B. Smillie of the Department of Biochemistry, University of Alberta. Sections of the skein of approximately 200 amino acids were amazingly similar to corresponding sections in other serine proteases, enzymes which, like pancreatic elastase, are proteolytic and contain a serine at the active site.

In the wake of this detailed study there came to the fore yet another surprising conclusion which spelled the end of a popular misconception about

the pancreatic serine proteases. It was known that all the pancreatic enzymes have a segment containing two residues of an amino acid called histidine. Moreover, it was known that histidine was essential to the activity of the enzymes. This suggested that the two histidines were active in catalytic reactions — a view widely accepted until the discovery of the soil enzyme. The  $\alpha$ -enzyme was found to contain only one histidine link in the molecular chain yet, undeniably, this enzyme acts in exactly the same way as do the pancreatic proteases. Significantly, the sequence around its sole histidine proved to be homologous with the sequence around one of the two histidines in the other pancreatic enzymes. Here, then, was strong evidence afforded by Dr. Whitaker's group that only one histidine residue took part in catalysis. This view was confirmed shortly thereafter by X-ray studies of the three-dimensional structure of the pancreatic proteases. →

Striking similarities were discovered in corresponding sections of serine proteases from mammalian pancreas and  $\alpha$ -lytic protease from a soil bacterium. The order of the amino acid units (denoted by three letter code words) around the histidine (HIS) and serine (SER) regions of the enzyme chain are shown below.

*On a découvert qu'aux régions actives de la chaîne moléculaire, les enzymes pancréatiques et la  $\alpha$ -lytique protéase, enzyme bactérienne, se ressemblent d'une façon frappante. Ci-dessous, ces acides aminés (désignés par les trigrammes) en série dans les régions de l'histidine (HIS) et de la sérine (SER).*

### I

TRYPSIN									
TRYPSINE	VAL	SER	ALA	ALA	HIS	CYS	TYR	CYS	SER
ELASTASE									
ÉLASTASE	MET	THR	ALA	ALA	HIS	CYS	VAL	ASP	ARG
CHYMOTRYPSIN									
CHYMOTRYPSINE	VAL	THR	ALA	ALA	HIS	CYS	GLY	VAL	THR
$\alpha$ -LYTIC PROTEASE									
$\alpha$ -LYTIQUE PROTÉASE	VAL	THR	ALA	GLY	HIS	CYS	GLY	THR	VAL

### II

TRYPSIN					
TRYPSINE	GLY	ASP	SER	GLY	GLY
ELASTASE					
ÉLASTASE	GLY	ASP	SER	GLY	GLY
CHYMOTRYPSIN					
CHYMOTRYPSINE	GLY	ASP	SER	GLY	GLY
$\alpha$ -LYTIC PROTEASE					
$\alpha$ -LYTIQUE PROTÉASE	GLY	ASP	SER	GLY	GLY



comparaisons traditionnelles et le début de l'étonnant.

D'abord, lors des essais de l'activité enzymatique, le Dr Whitaker a constaté que l'enzyme bactérienne décompose l'insuline comme le fait une enzyme du pancréas, l'élastase pancréatique. D'ailleurs, comme celle-ci, l'enzyme bactérienne est sérieusement inhibée par le diisopropyle phosphofluoridate, gaz qui atteint le système nerveux. Selon ce résultat, chez les deux enzymes, la région active de l'une ressemble à celle de l'autre et toutes les deux contiennent une molécule de l'acide aminé appelée sérine.

En même temps, le Dr Whitaker a travaillé en collaboration avec le Dr L. B. Smillie, du Département de Biochimie de l'Université d'Alberta, pour déterminer l'ordre des acides aminés dans la chaîne moléculaire de la  $\alpha$ -lytique protéase. Or, des sections de la chaîne, composée d'environ 200 acides aminés, se sont révélées presque identiques aux sections correspondan-

tes dans d'autres enzymes de la famille sérine protéase, enzymes protéolytiques ayant une molécule de sérine à la région active.

Cette étude a permis au Dr Whitaker de détruire l'une des idées fausses les plus répandues au sujet des sérines protéases. Dans toutes les enzymes pancréatiques, on le savait, il existe une partie de la chaîne comprenant deux molécules de l'acide aminé histidine, substance indispensable à l'activité enzymatique dans le pancréas. Est-ce que les deux molécules d'histidine jouent un rôle dans la catalyse? On le pensait. Maintenant, grâce à la  $\alpha$ -lytique protéase, on sait qu'il n'en est rien. Cette enzyme bactérienne, tout en agissant justement comme les protéases du pancréas, ne contient qu'une molécule d'histidine à la région active. En outre, l'ordre des acides aminés dans cette région ressemble bien à l'ordre autour de l'une des deux histidines chez les enzymes pancréatiques. Un peu plus tard, la cristallographie par rayons-X a confirmé que chez les enzymes pancréatiques seule l'une des deux molécules d'histidine participe à la catalyse.

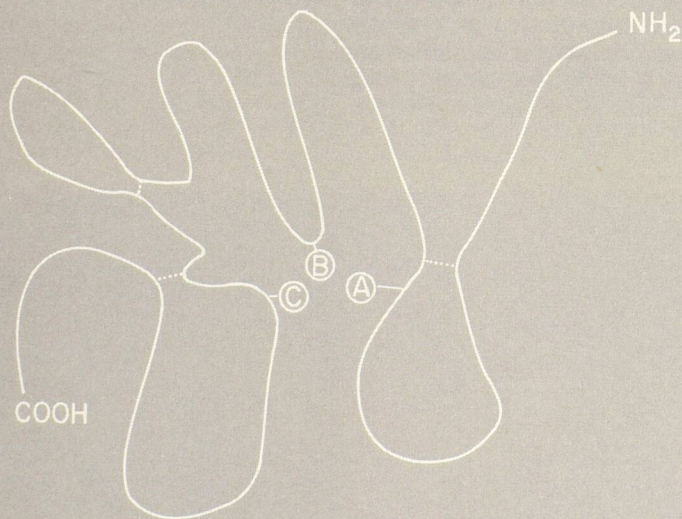
En résumé, les résultats de ces expériences nous amènent à cette conclusion étonnante: pour la première fois, on a trouvé une enzyme bactérienne qui, dans chaque région de la molécule essentielle pour la catalyse, ressemble aux sérines protéases trouvées dans l'organisme vivant.

L'élastase se distingue des sérines protéases pancréatiques par ses ressemblances avec la nouvelle enzyme



Représentation en deux dimensions de la  $\alpha$ -lytique protéase composée d'environ 200 acides aminés. Par ses régions actives (A, B, C), cette enzyme "prend en main" le dédoublement des substrats protéiques.

Two-dimensional representation of the  $\alpha$ -lytic protease chain composed of some 200 amino acid links. The side chains A, B and C are essential for catalytic activity.



- A HISTIDINE - HISTIDINE
- B ASPARTIC ACID - ACIDE ASPARTIQUE
- C SERINE - SÉRINE
- ..... DISULFIDE BRIDGE - LIAISON SERVANT DE PONT



## enzyme research

To sum up, the results of these various experiments all pointed to the same surprising conclusion: for the first time, a bacterial enzyme had been discovered which, at every essential portion of the molecule, was similar to the serine proteases found in the body.

Of the several pancreatic enzymes compared with  $\alpha$ -lytic protease, pancreatic elastase stands out. It has several substrates (as diverse as bacteria and elastin) in common with the soil enzyme and furthermore, in every case where  $\alpha$ -lytic protease showed marked differences in behavior from trypsin and chymotrypsin A and B, so did pancreatic elastase. Chemical analyses of these two enzymes revealed homology around the two active sites and at one end of the chain but little homology anywhere else.

Does this marked similarity of the two enzymes, one coming from a soil bacterium, the other from one of the digestive organs, suggest that they may have evolved from a common ancestor? In the course of evolution, then, those elements of the structure essential for enzyme function would have remain unchanged. Or, alternatively, some scientists are of the opinion that they are witnessing a case of conver-

gent evolution in which the need to perform similar tasks has given rise to similar structures at the active parts of different enzymes. It is still an open question.

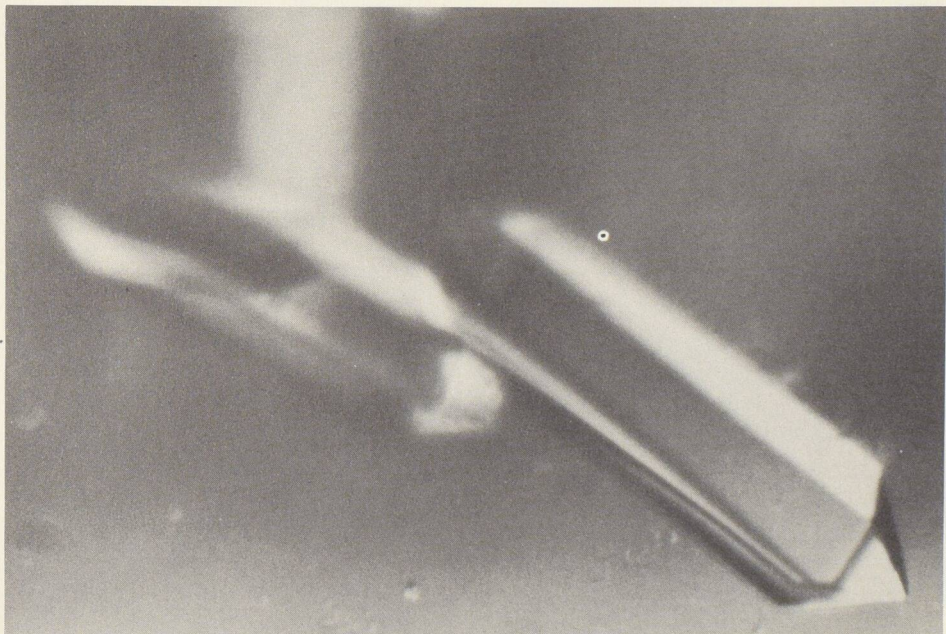
Since proteolytic enzymes have served as prototypes in studies relating the very intricate protein structure to enzyme function, enzymologists are expecting the new microbial enzyme to shed light on this fundamental problem. As an added bonus, contrary to many enzymes which break up proteins, both  $\alpha$ -lytic protease and pancreatic elastase have ideal properties for X-ray crystallographic studies. Crystals of both can withstand prolonged exposure to X-rays; both give diffraction patterns indicating that their three-dimensional structure can be determined with high precision. The X-ray structure of pancreatic elastase is still under study at the University of Bristol, England, and that of  $\alpha$ -lytic protease is being investigated at the University of Alberta by Dr. M. N. G. James in collaboration with Dr. Smillie.

As the studies proceed, yielding valuable results on the functioning and mechanics of enzymes in general, the proteases are helping more and more in a down-to-earth way. Some of the

most serious crippling diseases are diseases of connective tissues. These tissues play an important physiological role: they serve to bind together other tissues and organs, and form the tendons and ligaments in the body. Enzymes, in particular certain proteases which act on connective tissues, are important tools in research aimed at understanding the nature and causes of these diseases.

Proteases are also commercially valuable enzymes. Their use in household detergents is but one of several current practical applications. Other possible commercial applications are under investigation in Canada.

Dr. Whitaker points out that one enzyme has already been synthesized chemically in the United States. He suggests that: "It may eventually be possible to use synthetic tailor-made enzymes in many practical processes. These enzymes could be mass-produced commercially by straight-forward chemical synthesis and modified to work more efficiently. In fact, it may turn out that much of the structure of native enzymes could be eliminated as the active site represents only a small fraction of the total structure." □





## enzymes . . .

bactérienne. Ces deux enzymes ont en commun des substrats, tels que les bactéries et l'élastine. D'ailleurs sans exception, là où l'élastase pancréatique se comporte différemment de la trypsinase et de la chymo-trypsinase, l'enzyme bactérienne le fait également. Enfin, autour des deux pointes actives, ainsi qu'à l'une des extrémités de la chaîne, l'une des enzymes est l'homologue de l'autre.

Ces deux enzymes, l'une provenant de la terre, l'autre d'un organe vivant, avaient-elles la même origine? Certains disent oui, d'autres non. Pour ces derniers, il s'agit de l'évolution "convergente" où la fonction de l'enzyme détermine la structure. Donc mêmes fonctions, mêmes structures, mais non pas même origine. Pour les autres, c'est l'évolution "divergente" qui entre en jeu; alors, on suppose que les éléments non essentiels à la catalyse évoluent, quoiqu'ils aient la même origine.

*Ces photographies montrent pour la première fois des cristaux de la  $\alpha$ -lytique protéase. En forme de prismes hexagonaux d'environ 0.4 mm, ces cristaux se prêtent admirablement bien à la cristallographie par rayons-X au moyen de laquelle on pourra déterminer avec précision l'édifice moléculaire de l'enzyme bactérienne. Vue de face (en bas) et de profil (page opposée) de l'enzyme cristallisée dans un tube capillaire.*

La question reste toujours sans réponse définitive.

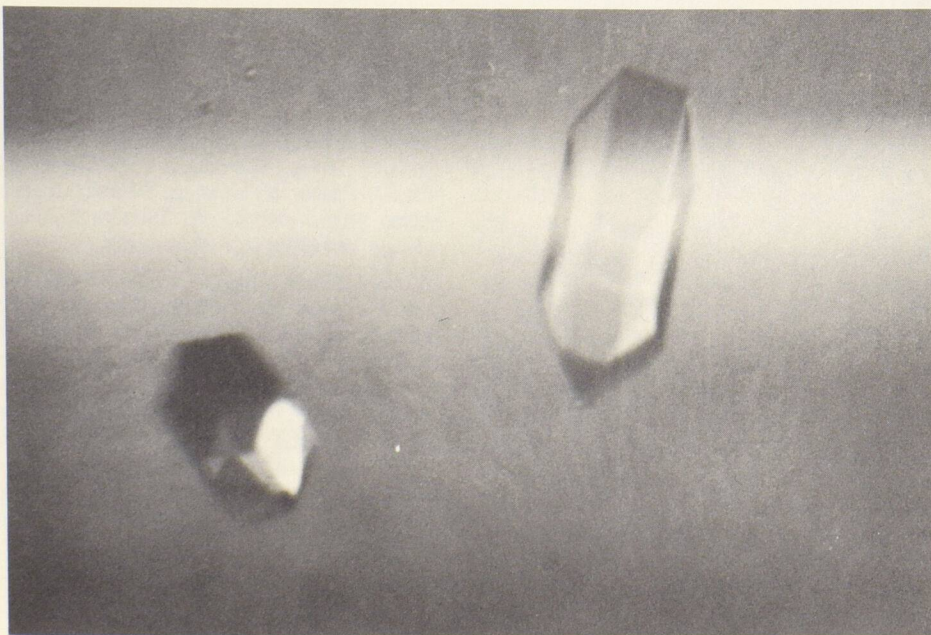
Les enzymes protéolytiques ont déjà servi de prototype pour étudier le rapport entre la structure et la fonction des enzymes. Cette nouvelle enzyme bactérienne, protéolytique elle aussi, aidera à élucider ce problème, espérons-le, d'autant plus qu'elle et son homologue, l'élastase pancréatique se prêtent admirablement bien à la cristallographie par rayons-X, au moyen de laquelle on pourra déterminer avec précision leur édifice moléculaire. A cet effet, on étudie actuellement les diagrammes de diffraction de l'élastase pancréatique à l'Université de Bristol en Angleterre, tandis qu'à l'Université d'Alberta, le Dr M. N. G. James étudie celui de la  $\alpha$ -lytique protéase en collaboration avec le Dr Smillie.

Les protéases présentent un intérêt théorique, certes, mais sur un plan plus pratique elles jouent un rôle de

plus en plus important. En médecine, les protéases et autres enzymes nous aident à mieux comprendre les causes et la nature des maladies des tissus qui servent à unir les éléments (os, cartilages) constituant une articulation. Chez soi, on les trouve dans les détergents, par exemple. Enfin d'autres applications commerciales sont à l'étude dans les laboratoires canadiens.

Le Dr Whitaker nous dit qu'aux Etats-Unis on a déjà synthétisé une enzyme et cela le conduit à penser que l'on pourrait peut-être employer des enzymes, fabriquées en laboratoire, à des fins industrielles. Ces enzymes seraient fabriquées à la chaîne par synthèse chimique et modifiées pour en obtenir le rendement optimal. Il se pourrait que l'on puisse se passer de la plus grande partie de la chaîne moléculaire des enzymes, car ne l'oublions pas, la région active ne constitue qu'une petite partie de la chaîne. □

*These unique photographs are the first showing crystals of  $\alpha$ -lytic protease, hexagonal prisms approximately 0.4 mm long. These crystals are exceptionally well-suited for X-ray analysis. They should yield valuable information about the three-dimensional structure of the bacterial enzyme. Front view (below) and side view (opposite page) of crystals as they grew in a capillary tube.*





# Shelf-life of beef extended as NRC scientists Garnish with CO<sub>2</sub>

Per capita consumption of red meats has reached an all-time high in Canada. Despite rising prices, Canadians consume more beef than any other meat — an average of 87 pounds each, compared with 54 pounds of pork, followed by veal, mutton and lamb, offal, and finally, canned meats.

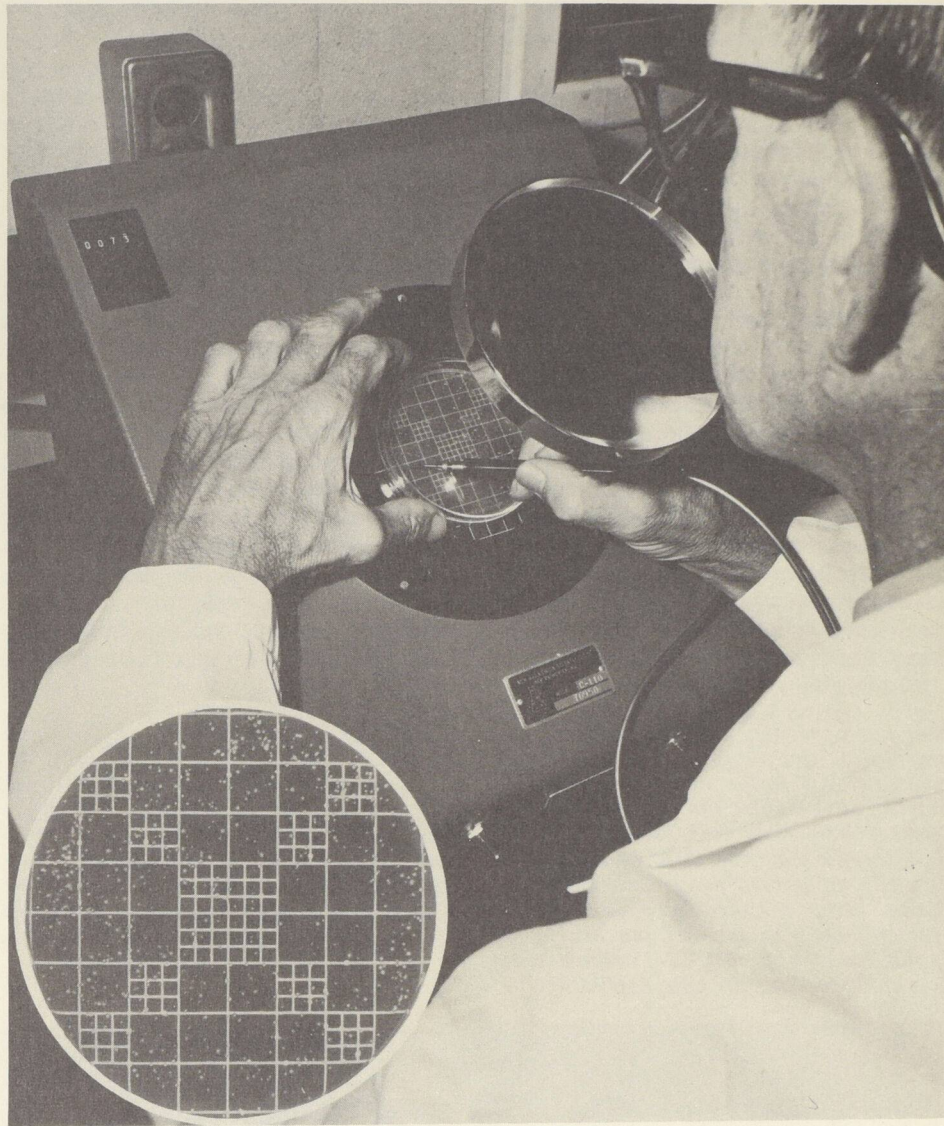
Beef production has increased steadily, with the number of animals slaughtered rising from 1,961,000 in 1951 to 3,446,000 in 1968. As production increases to meet consumer demands, new and better methods are continually being sought for storing, transporting, and preserving meat. For years, the National Research Council of Canada has worked in close cooperation with Canadian railways and packing plants to ensure that the consumer gets a top-quality product.

Recently, the Canadian Pacific Railway sought the assistance of the Council in solving a problem causing the formation of slime on some carcasses of fresh beef during the four- to six-day transportation period from Western Canada to markets in Eastern Canada.

Slime is caused by certain kinds of bacteria which are normally present on the surface of fresh beef and grow rapidly even at the freezing point of water. These cold-resistant, or psychrotolerant bacteria, do not constitute a health hazard, but in large numbers they produce slime and cause an objectionable odor, as well as a change in the color of the meat.

A high relative humidity is required in refrigerated railway box cars to minimize weight loss and drying. However, high humidity encourages the growth of these micro-organisms, creating slime formation during transportation.

Two NRC scientists, C. P. Lentz, Head of the Food Technology Section of NRC's Division of Biology, and his associate, Dr. D. S. Clark, initiated a detailed study of the problem by first conducting field tests to determine the level of bacterial contamination of beef leaving Western packing houses, and to obtain cultures for subsequent laboratory tests. Since carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) inhibits the growth of slime-producing bacteria and does not harm the meat, they considered its use in the



atmosphere of refrigerated transport vehicles as one method of solving the slime problem.

In the field tests, bacterial counts were determined for six different surface areas on carcasses at two plants. The sides tested had hung in coolers for about 24 hours after slaughter and were destined for shipment the same day. Six square centimeters of surface were sampled at each location on 12 sides in each plant. All samples were processed in a temporary laboratory in one of the plants. Later, in the laboratory, 75 strains of bacteria were isolated, purified, and classified, and 10 of the fastest-growing strains were selected for carbon-dioxide storage tests.

Technician counts bacterial colonies (insert) which produce off-odor and slime on meat when their numbers reach about one hundred million per square centimetre of surface.

*Un technicien compte les bactéries; dès que leur nombre atteint environ cent millions au centimètre carré, la substance gluante d'où émane une odeur désagréable apparaît.*



# Grâce au gaz carbonique, on conserve mieux la viande de boeuf

Jamais au Canada, on n'a consommé tant de viande rouge. Malgré l'augmentation des prix du bœuf, le Canadien en consomme 87 livres et il ne mange que 54 livres de porc. Viennent ensuite le veau, le mouton, l'agneau, les abats et les viandes de conserve.

Pour satisfaire à la demande, on a dû passer de 1 961 000 bovins abattus en 1951, à 3 446 000 en 1968 et, parallèlement, on étudie de nouvelles méthodes de stockage, de transport et de conservation. Depuis de nombreuses années, le Conseil national de recherches du Canada coopère étroitement avec les compagnies de chemins de fer et les conserveries canadiennes pour offrir aux consommateurs un produit de toute première qualité.

Le Canadien Pacifique vient de solliciter l'aide du Conseil pour découvrir l'origine d'une substance gluante se formant à la surface de certaines carcasses de bœuf frais pendant les quatre à six jours de transport de l'ouest du Canada aux marchés de l'est.

Cette substance provient de bactéries psychrophiles, — c'est-à-dire qui aiment le froid —, habituellement présentes à la surface du bœuf. Bien qu'inoffensives, elles prolifèrent rapidement même au point de congélation de l'eau et, lorsqu'elles sont en quantité suffisante, elles fabriquent cette substance gluante dégageant une odeur désagréable et modifiant la couleur de la viande.

Pour réduire au maximum les pertes de poids et la dessiccation, il faut maintenir dans les wagons frigorifiques une humidité relative élevée qui, hélas, favorise la multiplication de ces micro-organismes.

Deux scientifiques du Conseil, C. P. Lentz, Directeur de la section de technologie alimentaire de la Division de biologie et son associé, le Dr D. S. Clark, ont entrepris une étude détaillée de ce problème en déterminant d'abord sur place le degré de contamination du bœuf avant expédition et en recueillant des cultures qui serviront à des expériences ultérieures en laboratoire. Sachant que le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) inhibe la croissance des bactéries incriminées sans nuire à la viande, ils en ont envisagé l'introduction dans l'atmosphère des véhicules frigorifiques.



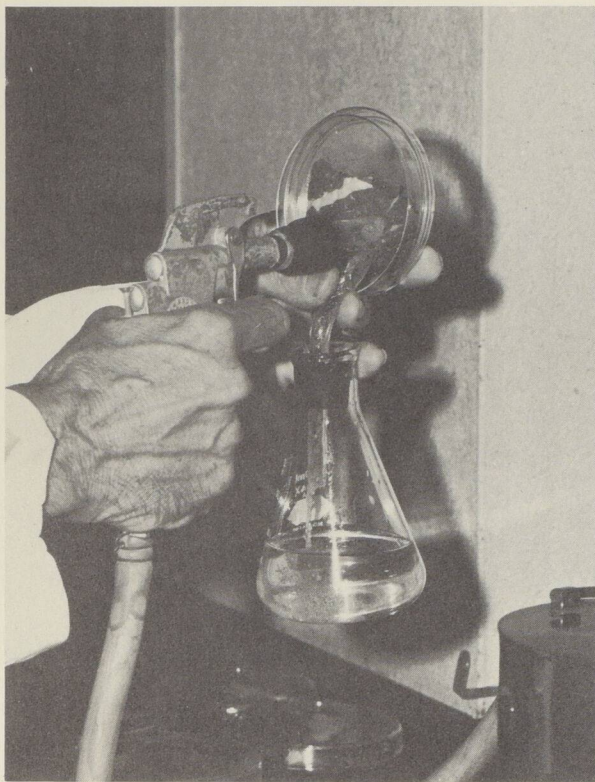
Ils se sont rendus dans deux conserveries où ils ont soumis 6 flancs, de surface variable, provenant de plusieurs carcasses, à un comptage bactérien. Ces flancs étaient restés suspendus dans des congélateurs pendant 24 heures après l'abattage et devaient être expédiés le jour même. Des échantillons de six centimètres carrés ont été prélevés sur douze flancs différents dans chaque conserverie et traités ensuite dans un laboratoire temporaire de l'une des conserveries. Parmi les 75 souches de bactéries différentes qui y ont été isolées, purifiées et classées, dix de celles dont la multiplication s'était révélée la plus rapide ont été sélectionnées pour tests de conservation au gaz carbonique.

*Le Dr D. S. Clark (à gauche) et C. P. Lentz prélèvent des échantillons de bactéries psychrophiles sur un flanc de bœuf en chambre froide.*

Dr. D. S. Clark (left) and C. P. Lentz take samples of cold-resistant, slime-producing bacteria from a side of fresh beef in the cooler of a meat plant.



## ***garnish with CO<sub>2</sub>***



The spray-gun method being used in the laboratory to take bacterial samples from the surface of a slice of lean meat.

*Prélèvement au pistolet d'échantillons de bactéries sur une tranche de viande maigre.*

The field studies showed that bacterial counts on sides of fresh beef 24 hours after slaughter varied by over a factor of 10 with the area tested, and by over a factor of 20 between plants.

"No explanation was apparent for the variation among the surfaces tested", says Dr. Clark, "but we found that the neck was the most heavily contaminated in both plants."

Slime-producing psychrotolerant bacteria were present on the beef on all areas tested, sometimes in numbers greater than 60 per cent of the total count.

"Again, there was no apparent explanation for the marked variation between plants. The psychrotolerant bacteria from both plants produced off-odor and slime on meat when their numbers reached about one hundred million per square centimeter of surface," says Dr. Clark.

In further laboratory studies, tests were made with samples of lean meat sliced from rump muscle obtained

from an Ottawa packing plant after 24 hours of aging. Lean meat was used because preliminary tests with various carcass tissues had shown that lean meat slices could be prepared with little incident contamination and that the inhibitory effect of carbon dioxide was independent of the tissue used. The slices were placed in dishes and the top surface inoculated with a uniform mixture of the 10 selected strains of bacteria. The size of inoculation used was representative of the incidence of psychrotolerant bacteria on beef leaving Western plants. Inoculated samples were incubated for up to 27 days at various temperatures — zero, five, 10 and 20 degrees Centigrade — in a saturated atmosphere containing various concentrations of carbon-dioxide gas — 0, 10, 20, 30, and 40 per cent. Samples were removed at various intervals, checked for the presence of slime, off-odor and color change and the bacterial count determined.

Results of the laboratory tests, showed that shelf-life — the time required after inoculation for development of noticeable off-odor and slime — was extended markedly by carbon-dioxide gas, depending on concentration and temperature.

"Twenty per cent carbon-dioxide gas markedly inhibits the growth of bacteria that cause formation of slime on fresh beef stored at a high humidity, provided that the gas is applied before the organisms have become adjusted to environmental conditions," Dr. Clark says. "A 10 per cent concentration of the gas also inhibits the growth of bacteria, but only significantly at temperatures below five degrees Centigrade."

The extension in the shelf-life of fresh beef resulting from the use of a 20 per cent concentration of the gas at the inoculation level used in this study — 11 days at five degrees Centigrade and four days at 10 degrees Centigrade — will certainly be significant in terms of West-East transportation across Canada, Dr. Clark says.

He adds: "it should be noted that since beef is normally held for about 24 hours in coolers in the plants before shipping, it is difficult to estimate how well the natural contamination on it is adjusted to the environmental conditions prevailing as the beef leaves the plant. This depends on the temperature, degree of surface desiccation, amount and type of contamination and duration of holding, and hence, will vary from plant to plant. The effectiveness of moderate levels of carbon-dioxide gas (10-20%) applied subsequently will depend markedly on how much adjustment has occurred."

Results of the work were put to use almost immediately by the Canadian Pacific Railway. After preliminary road trials to confirm the laboratory results and to devise a practical method of control, CPR fitted out about 40 refrigerated trailers to provide a 20% concentration of carbon dioxide. T. C. Macnabb of Canadian Pacific's research department in Montreal, says these units are in continuing use and giving excellent results in the shipment of fresh beef. These vehicles are of the jacketed type developed previously by Mr. Lentz. □



## la viande de boeuf...

CONCENTRATION EN GAZ CARBONIQUE (%)

Figure 1 Influence de la concentration en gaz carbonique sur la prolongation de la durée de conservation de tranches de boeuf maigre (la durée de conservation à l'air à 0, 5, 10 et 20°C a été respectivement de 12, 6, 3 et 1.5 jours).

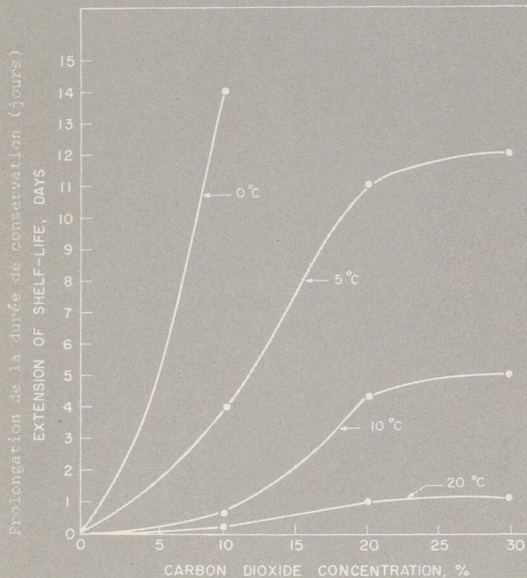


Figure 1. Effect of concentration of carbon dioxide on extension of shelf-life of lean beef slices (shelf-life in air at 0, 5, 10 and 20°C was 12, 6, 3 and 1.5 days, respectively).

Ces tests ont montré que 24 heures après l'abattage la multiplication bactérienne sur des flancs de boeuf frais variait dans une proportion de 1 à 10 selon la surface considérée et dans une proportion supérieure à 20 entre les conserveries. Nous citons le Dr Clark: "Nous n'avons pas pu expliquer les variations constatées entre les surfaces étudiées et entre les deux conserveries, le cou étant toutefois la partie la plus fortement contaminée. Des bactéries psychrophiles étaient présentes sur toutes les parties de boeuf analysées et quelquefois même en quantités supérieures à 60% du comptage total. C'est quand leur nombre avait atteint 100 millions au centimètre carré que l'odeur et la sécrétion gluante apparaissaient".

Ultérieurement, on a analysé des échantillons de viandes maigres prélevés 24 heures après l'abattage sur le muscle de la culotte de boeuf provenant d'une conserverie d'Ottawa. C'est parce que des expériences préliminai-

res effectuées avec divers tissus de carcasses avaient montré que des tranches de viande maigre pouvaient être préparées avec un risque de contamination accidentelle négligeable et que l'effet inhibiteur du gaz carbonique était sans relation avec le tissu utilisé que la viande maigre a été choisie. Après avoir placé ces tranches de viande dans des plats, on leur a inoculé superficiellement une solution contenant 10 souches de bactéries sélectionnées et en rapport avec le nombre de bactéries trouvées sur le boeuf avant expédition. On les a laissées incuber jusqu'à 27 jours à des températures variant de 0 à 5, 10 et 20° centigrades dans une atmosphère saturée dont la teneur en gaz carbonique était également variable (0, 10, 20, 30 et 40%). Elles ont été ensuite contrôlées périodiquement pour déceler sécrétions, odeurs et changements de coloration éventuels et pour comptage bactérien.

Les résultats d'analyses ont montré que la durée de conservation, — c'est-à-

dire l'intervalle entre l'inoculation et la manifestation d'une sécrétion et d'une odeur décelable —, a été considérablement augmenté par l'utilisation du gaz carbonique et bien entendu par la concentration et la température.

D'après le Dr Clark, une atmosphère constituée de 20% de gaz carbonique inhibe de façon remarquable la prolifération bactérienne qui est à l'origine de la contamination du boeuf stocké dans un endroit humide, à la condition que le gaz soit introduit avant que les micro-organismes aient eu le temps de s'adapter aux conditions ambiantes. Une concentration de 10% de ce gaz a également un effet inhibiteur mais il ne devient vraiment agissant qu'à des températures inférieures à 5° centigrades.

"La prolongation de la durée de conservation résultant de l'utilisation d'une concentration à 20% dans les conditions d'inoculation indiquées dans cette étude, — 11 jours à 5° centigrades et 4 jours à 10° centigrades —, sera certainement très sensible en ce qui concerne la traversée du Canada d'ouest en est", nous a précisé le Dr Clark qui a ajouté: "Le boeuf étant habituellement conservé pendant environ 24 heures en chambre froide avant expédition et dans des conditions qui varient d'une conserverie à l'autre, il est difficile de connaître son degré de contamination avant le transport. Celle-ci est fonction de la température, de la dessiccation superficielle, du microbe et du séjour en chambre froide. En conséquence l'efficacité d'une atmosphère contenant 10 à 20% de gaz carbonique dépend des conditions de conservation des viandes avant le transport.

Les résultats des recherches ont été presque immédiatement exploités par le Canadien Pacifique qui, après des essais préliminaires de roulage destinés à confirmer les résultats de laboratoire et à mettre au point une méthode de contrôle facile, a équipé environ 40 wagons frigorifiques où la concentration en gaz carbonique est de 20%. Monsieur T. C. Macnabb du Département d'études du Canadien Pacifique, à Montréal, a déclaré que ces véhicules, du type double paroi mis au point antérieurement par M. Lentz, sont utilisés de façon permanente et qu'ils donnent d'excellents résultats. □



# New family of fungicides developed by NRC

## To control mildew

Most people in Canada know it as mildew. In the tropics it's referred to as "jungle rot". But, by any name, microbiological destruction of materials containing cellulose is responsible on a world-wide basis for the loss of billions of dollars worth of goods each year.

Because cellulose is found in all vegetation and is the most common organic chemical in existence, it has been investigated more thoroughly than any other chemical. However, the problem of protecting cellulosic materials from contamination and destruction by fungi has to a large extent been ignored. Fungi are a low form of life needing fairly complex organic substances such as sugars in order to provide the energy for the operation of their life processes. Since they are not able themselves to synthesize these materials they must obtain them ready-made. They do this by producing enzymes which bring about the chemical breakdown of complex substances such as cellulose to give sugars.

A cellulose-destroying fungus attacking, for example, a cotton fibre, obtains its nourishment through the medium of a number of hair-like growths. Enzyme mixtures are excreted which first split the fibre into molecules and then destroy them one glucose unit at a time.

A common example is the well-known "diamond spot" damage to cotton tents and awnings. Attack leads to development of diamond-shaped spots in which the fabric becomes weakened and ultimately a hole forms. Starting at the centre of infection, growth of the organism is most rapid along the warp and weft direction rather than laterally from yarn to yarn. The result is formation of a parallelogram or square, the diagonal of which is usually situated vertically.

The fungal problem is particularly acute with articles such as cordage, rope, wood and paper products and yarns and fabrics. Cotton, viscose rayon, jute, hemp and linen yarns and fabrics may be made rotten very rapidly by micro-organisms upon exposure to them under conditions which favor their growth; specifically relatively moist, warm, still-air conditions.

The National Research Council of Canada maintains a continuing research program into textile damage prevention because, while it has been commonly thought that fungal damage is restricted to the tropics, it also is a large problem in Canada outdoors during summer months and all year indoors. The latest product of this program is the creation of a new family of cheap, odorless, chemically stable fungicides, resistant to water leaching.

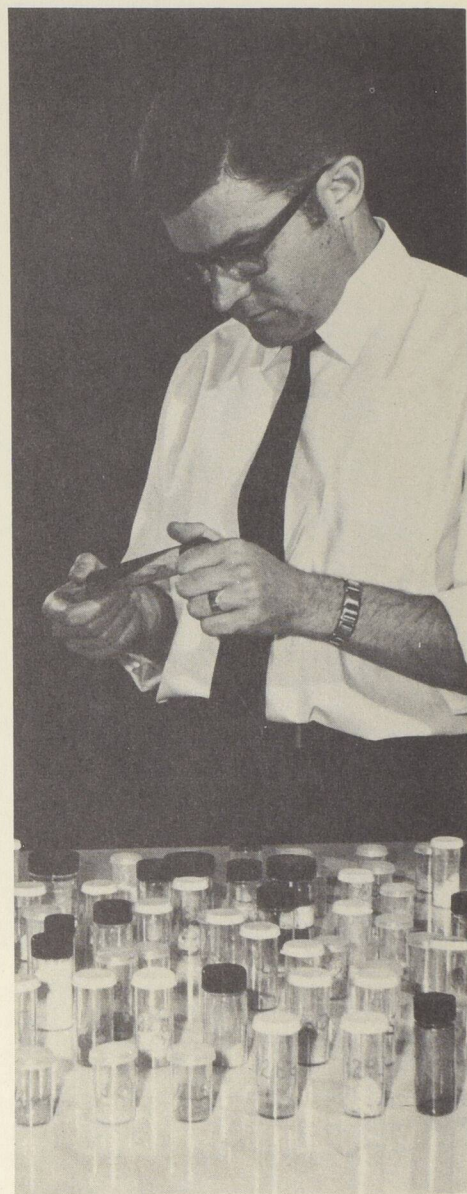
Canadian Patents and Development Ltd., a subsidiary of the NRC with responsibility for licensing of inventions of government scientists, has applied for patents for a fungicidal composition and method of application of a fungicide on behalf of Dr. David M. Wiles, head of the Textile Chemistry Section of NRC's Division of Chemistry, and Tony Suprunchuk, of the same section.

The NRC researchers discovered that the condensation products of aldehydes and ketones with the chemical thiocarbonylhydrazide are highly effective for inhibiting or preventing the growth of cellulolytic micro-organisms. Research indicates existing fungicides all have some limitations with regard to cost, durability, toxicity to humans or deleterious effects on the polymeric substrate.

Two of the most widely-used fungicides available today are the pentachlorophenol and pentachlorophenyl laurate types and copper 8 (copper 8 - hydroxyquinolinolate). The former is unstable to water, giving off products that damage cellulose fibres and the latter releases metallic copper during outdoor exposure.

Because they lack these limitations, Dr. Wiles believes the NRC fungicides may find immediate use in at least one area. Many fire hoses are made of a rubber liner and a fibre outer casing. Copper 8 cannot be used because metallic copper from it damages the rubber, and pentachlorophenol derivatives provide very little durable protection.

Dr. Wiles says his section used a "shotgun" approach in their research. "Because we were fibre chemists and not microbiologists - although maybe we should have been - we had to do a lot of trial-and-error work. →



Dr. David Wiles examines a test tube containing a pure fungus culture. Vials in the foreground contain chemical compounds which his section has synthesized for evaluation as potential fungicides.

*Le Dr David Wiles examine une éprouvette contenant une culture de champignons. Ses collaborateurs ont fait la synthèse des composés contenus dans les tubes et les flacons au premier plan; ils les évalueront comme fungicides.*



# Nouvelle famille de fongicides contre le mildiou



*Mlle Georgette Colin, technicienne de laboratoire, place un échantillon d'étoffe traité avec un fongicide dans un plateau contenant un sol à forte proportion microbienne. Le flou de la photo est dû à une humidité de 100% dans une atmosphère à 95°.*

Laboratory Technician Georgette Colin buries a swatch of fungicide-treated fabric in a tray of microbiologically-activated soil in soil burial room. A steamy atmosphere created by a 95-degree temperature and 100 per cent humidity is responsible for the blurry photographic effect.

Généralement connu au Canada sous le nom de mildiou, il a été baptisé "rot de brousse" sous les tropiques. Mais quelle que soit son appellation, il cause annuellement dans le monde des pertes en tissus cellulosiques s'élevant à des milliards de dollars.

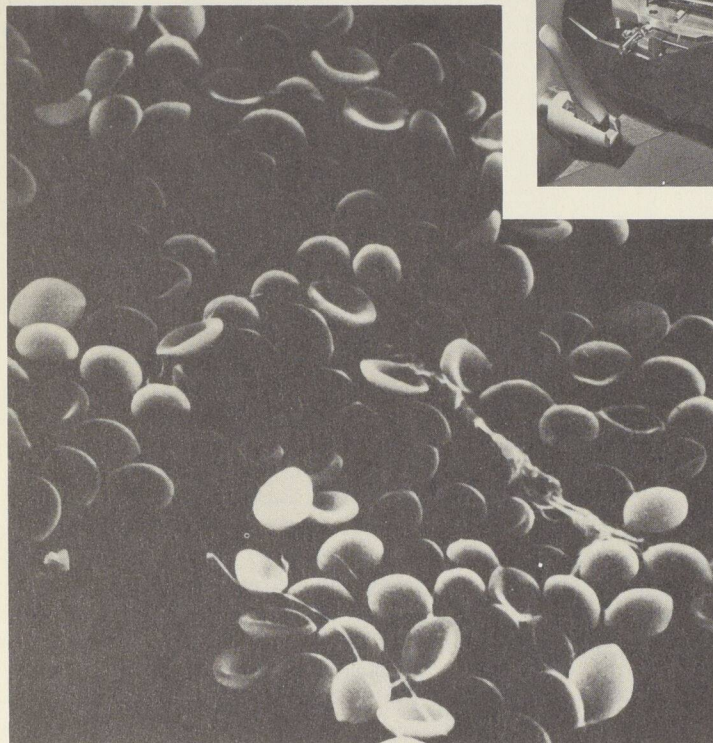
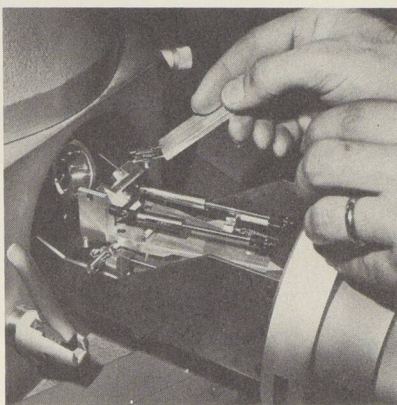
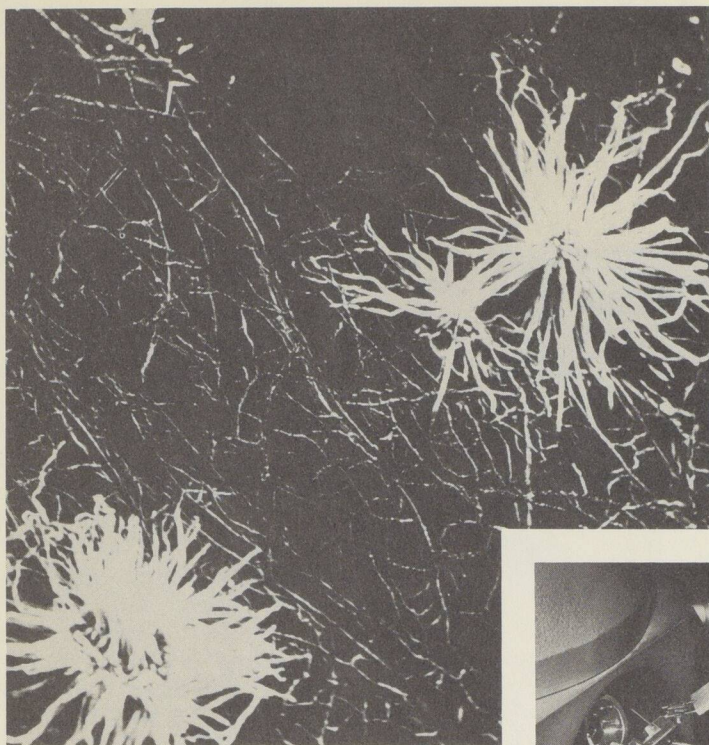
C'est à sa présence dans tous les végétaux que la cellulose doit d'être le mieux connu des produits chimiques et aussi au fait qu'elle est la plus répandue des substances organiques; mais on a cependant généralement négligé d'étudier les moyens de protéger les étoffes cellulosiques contre les champignons. Ceux-ci représentent une forme de vie élémentaire dont l'entretien nécessite des substances organiques assez complexes, comme les sucres, et comme ils ne peuvent les fabriquer eux-mêmes, ils doivent les trouver toutes préparées. Ils y parviennent en fabriquant des enzymes qui transforment la cellulose en sucres.

Un champignon cellulolyse s'attaquant, par exemple, à une fibre de coton se nourrit par le canal d'un certain nombre de ramifications criniformes. La sécrétion enzymatique qui en résulte fractionne d'abord la fibre en molécules qu'elle détruit ensuite en attaquant les unités de glucose une par une.

La "fameuse tache en losange" des tentes, parasols et auvents en coton réduisant la résistance des tissus pour donner finalement naissance à un trou en est un exemple bien connu. Partant du centre de l'infection, la progression du micro-organisme est plus rapide dans le sens de la fibre et de la trame que latéralement et conduit à la formation d'un parallélogramme ou d'un carré.

Le problème des champignons est particulièrement critique pour les cordages, la corde, les articles en papier et en bois ainsi que pour les fibres et les tissus. Le coton, la rayonne, le jute, le chanvre et les fils servant à la confection de lingerie et de tissus peuvent être très rapidement attaqués par des micro-organismes s'ils y sont exposés dans des conditions qui favorisent leur reproduction, notamment à une atmosphère relativement chaude, humide et statique. —>





NRC textile chemists, who have created a new series of fungicides (see story on page 18), are using the revolutionary British Stereoscan scanning electron microscope to get unique three-dimensional images of cellulose-destroying microorganisms. In the above series of photos *Chaetomium Globosum* is shown in various stages. Top left is a 1,000 X magnification of three young CG colonies. Top right shows a composite photo of the microorganism at 4,300 X magnification. The hair-like growths are hyphae and are used to deposit enzymes that bring about the chemical breakdown of the cellulose. The bell-shaped objects are CG spores. At bottom left is a 5,000 X magnification of the spores and at bottom right is a 10,000 X blowup of hyphae. Centre photo illustrates how a sample on a sample stub is inserted, with the aid of a pronged tool, into the specimen holder of the Stereoscan sample stage.

*C'est à un instrument révolutionnaire, le microscope anglais "Stereoscan", à balayage électronique, que les chimistes du CNRC, qui ont créé une nouvelle série de fongicides (voir article page 19), doivent ces remarquables photographies tridimensionnelles de micro-organismes cellulolytants. Les photographies ci-dessus représentent, quant à elles, différentes étapes d'évolution du Chaetomium Globosum. Photos du haut, à gauche: trois jeunes colonies de CG grossies 1 000 fois; à droite: composition photographique de micro-organismes adultes grossis 4 300 fois. Les ramifications criniformes sont des hyphes et servent à déposer les enzymes provoquant la décomposition chimique de la cellulose. Les objets en forme de cloche sont des spores de CG. Photos du bas, à gauche: spores grossies 5 000 fois et, à droite: hyphes grossies 10 000 fois. La photo du centre illustre la mise en place, au moyen d'un outil spécial, d'un échantillon dans le porte-échantillon du microscope.*



## ***contre le mildiou . . .***

Le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) essaye actuellement de trouver une méthode de protection des textiles, car c'est à tort que l'on croit généralement que les dégâts occasionnés par les champignons sont limités aux régions tropicales; ils constituent, en effet, également un problème important au Canada, à l'extérieur en été et à l'intérieur des maisons toute l'année. Ces recherches ont donné récemment naissance à une nouvelle famille de fongicides bon marché, inodores, chimiquement stables et résistant au lessivage.

La Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée, filiale du

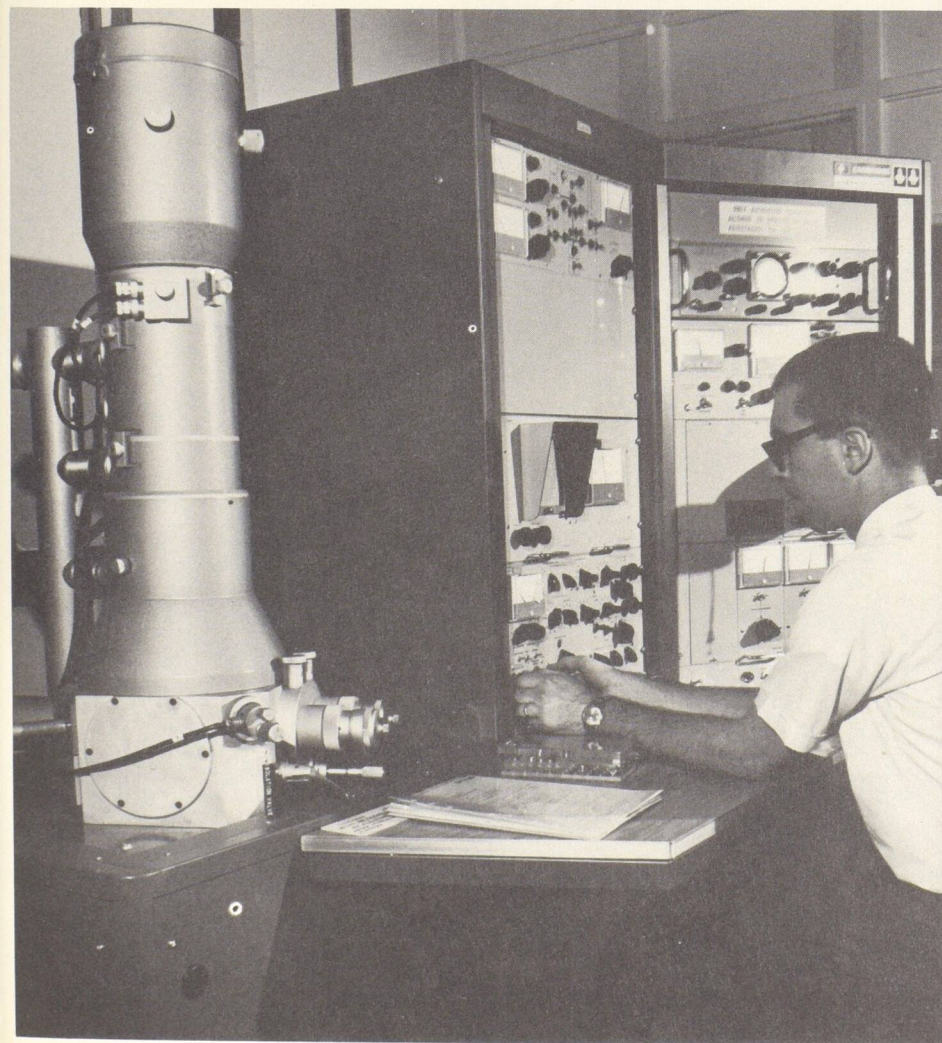
*Le Dr Pierre Blais, expert en optique électronique, règle le microscope électronique qui sert à contrôler l'efficacité des fongicides sur les étoffes.*

CNRC chargée de breveter les inventions de scientifiques travaillant pour le gouvernement, a déposé une demande de brevets pour un fongicide et sa méthode d'application mis au point par le Dr David M. Wiles, Directeur de la section de chimie textile et par son collaborateur Tony Suprunchuk.

Les chercheurs du CNRC ont découvert que les produits de condensation des aldéhydes et des cétones avec le thiohydrazide de carbone sont extrêmement efficaces pour inhiber ou empêcher la multiplication des micro-organismes cellulolysants. Les recherches montrent que tous les fongicides

→

Dr. Pierre Blais, an expert in electron optics, adjusts the controls of the scanning electron microscope which is used to study the effectiveness of fungicides on fabrics.





## control of mildew

"We knew that certain chemical groups in compounds were likely to be toxic to micro-organisms. We worked with the thiocarbonyl group. After making a large series of compounds, we found that we had arrived, by luck as much as good management, at one good set of compounds that are uniformly effective in preventing the destruction of cellulose by fungi.

"The bulk of this work was done two years ago. We had our fungicides and we needed to find out the best way to go about putting them onto fabric. To bridge the gap, we spent a full year testing various ways of applying these chemicals to fabrics.

"For patent purposes we made a search to determine if we were the first to synthesize these compounds. Someone else claimed to have made them in 1926 and published a paper to this effect. Thus we cannot patent the process for making the chemicals.

We can, however, patent the use of them as fungicides and our methods for application," Dr. Wiles says.

After small quantities of a series of thiocarbohydrazone compounds were synthesized, they were tested in three stages. Stage one was the tube-dilution test. Chemicals known to be good food for cellulose-destroying micro-organisms were placed in tubes. The fungicide was suspended or dissolved in the solution and a bit of the micro-organism was inoculated into the mixture.

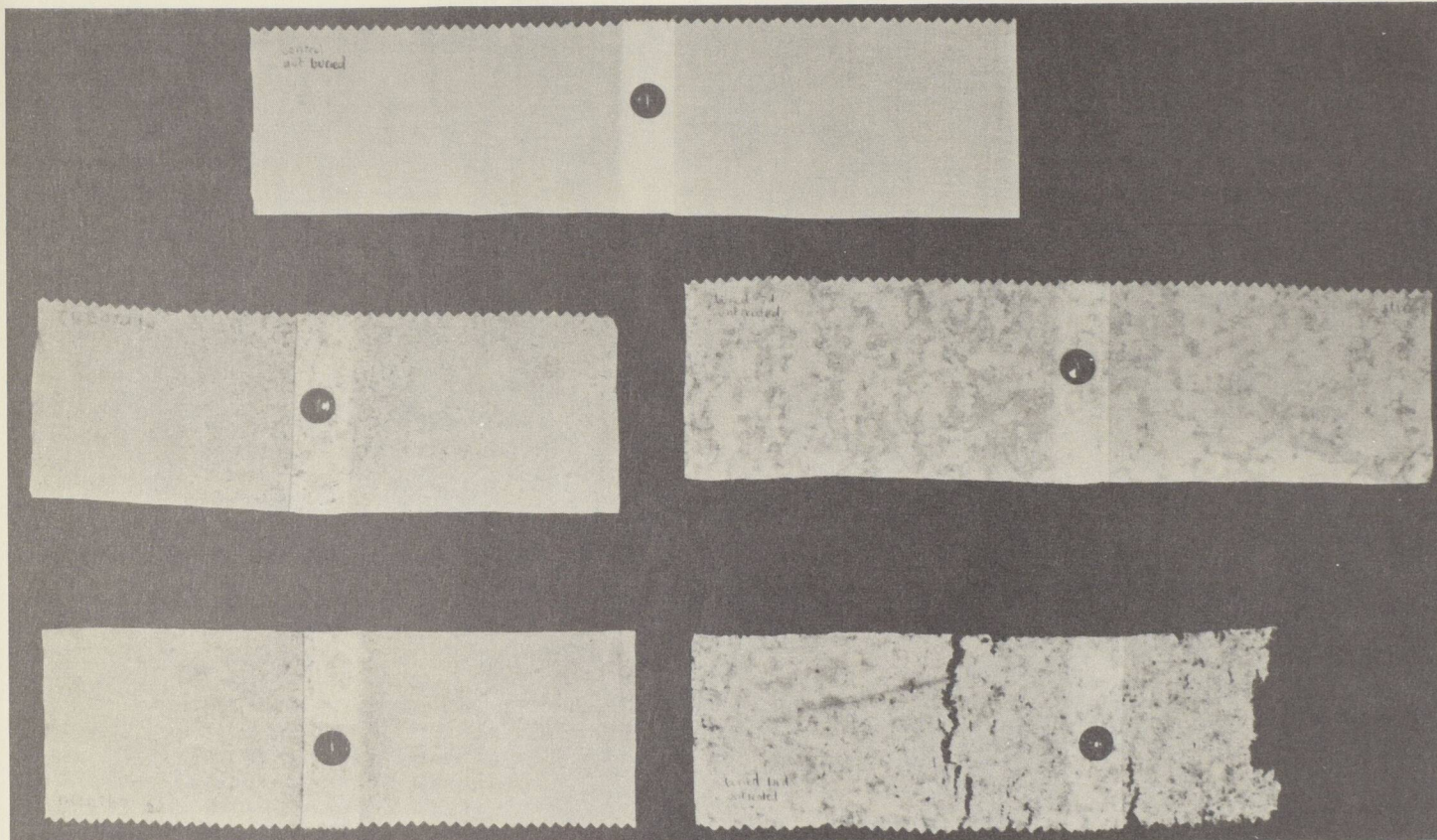
"We found here that a concentration as low as 10 parts per million of every compound in the series wiped out the micro-organisms."

The second test involved the use of fabric. A small disc of fabric was treated with a fungicide. It was placed into a solid nutrient medium upon which the micro-organism would grow. Normally, with no fungicide, the growth of the micro-organism would

soon cover the fabric and begin chewing it up.

"We found a low concentration of the fungicide would not only prevent growth of the organism over the fabric but also gave a no-growth zone around the disc itself," Dr. Wiles says.

The final and most conclusive test took place in the Textile Section's soil burial room. In a real man-made "hell-hole" with a temperature of 95 degrees and 100 per cent relative humidity, tests were made with fabrics in boxes containing microbiologically-active soil. The soil is made to recipes and is incredibly foul from a fungal and bacterial point of view. Seventy per cent of the breaking strength of untreated cotton duck (canvas) was lost after two week's burial in this soil. Canvas treated with the NRC fungicides lost virtually no breaking strength during the same period. □



Top - sample of tarantulle fabric. Left (middle row) treated sample after one week burial. Right - untreated sample after week's burial. Bottom (left) treated sample after two weeks burial. Right - untreated sample after two weeks burial.

*En haut: échantillon-témoin de "Tarantulle", fine étoffe de coton. Au milieu: échantillons enterrés pendant une semaine; échantillon traité (à gauche) et non-traité (à droite). En bas: expérience similaire mais d'une durée de deux semaines.*



actuels sont limités par leur coût, la durée de leur action, leur toxicité pour les humains ou les substrats polymériques.

Deux des fongicides les plus largement utilisés aujourd'hui sont du type pentachlorophénol et laurate de pentachlorophényle et cuivre 8 (cuivre-8 - hydroxyquinolinolate). Le premier nommé est instable dans l'eau, dégageant des produits qui endommagent les fibres cellulose et le dernier dégage des particules de cuivre métallique lorsqu'il est exposé à l'atmosphère.

Les fongicides du CNRC ne présentant pas ces inconvénients, le Dr Wiles croit qu'ils peuvent trouver une application immédiate, au moins dans un cas particulier. De nombreux tuyaux d'incendie sont constitués d'un tube en caoutchouc revêtu extérieurement d'une enveloppe en fibre. Le cuivre 8 ne peut pas être utilisé parce que le cuivre métallique qu'il contient endommage le caoutchouc, et les dérivés du pentachlorophénol n'offrent qu'une protection très limitée dans le temps.

Le Dr Wiles nous a confié que sa section a dû s'attaquer au problème de façon empirique, "car, nous sommes des chimistes spécialisés sur les fibres, non des microbiologistes, - notre tâche s'en serait peut-être trouvée facilitée si nous l'avions été -, et nous avons dû procéder par tâtonnements."

"Nous savions que certains groupes des composés chimiques risquaient d'être toxiques pour les micro-organismes. Nous avons travaillé avec le groupe thiocarbonyle. Après en avoir fabriqué une large gamme, nous avons constaté que nous étions parvenus tant par le hasard que par une bonne méthode à obtenir un ensemble de composés qui se sont tous révélés également efficaces pour prévenir la destruction de la cellulose par des champignons."

"Le gros de ce travail a été effectué il y a deux ans. Nous avions les fongicides et il nous fallait trouver le meilleur moyen de les employer sur les tissus. Nous y avons consacré une année."

"Avant de déposer une demande de brevet nous devrions évidemment nous assurer que nous étions les premiers à réaliser la synthèse de ces composés.

C'est alors que nous avons découvert qu'un chercheur y était parvenu en 1926! Mais si, par conséquent, nous ne pouvons pas faire breveter la méthode de fabrication de ces produits chimiques, il nous est toutefois possible d'en breveter les méthodes d'application et l'utilisation comme fongicides."

Toute une gamme de composé thiocarbonyl synthétiques ont subi des tests en trois phases. Le premier a consisté à les dissoudre dans des éprouvettes avec des substances chimiques connues comme étant de bons aliments pour les micro-organismes cellulolytiques. Le fongicide ayant été mis en suspension ou dissout dans la solution, quelques micro-organismes y ont été introduits.

"Arrivés à ce stade nous avons constaté que même une concentration de  $1.10^{-5}$  de chaque constituant suffisait à détruire les micro-organismes."

Pour le deuxième test on a utilisé de l'étoffe. Un petit disque d'étoffe a été traité avec un fongicide et placé ensuite dans un agent nutritif solide où les micro-organismes pouvaient se multiplier. Dans les conditions normales, en l'absence de fongicide, leur multiplication serait telle qu'ils envahiraient rapidement l'étoffe et commenceraient à l'absorber. Et notre interlocuteur a conclu: "Nous avons découvert qu'une faible concentration du fongicide arrêterait non seulement cette multiplication mais permettrait également de préserver une zone périphérique de toute attaque."

Le dernier test, et c'est celui qui s'est révélé le plus concluant, a eu lieu dans la salle de la section de textile où on enterre les échantillons. Dans un véritable "trou d'enfer" créé de mains d'hommes et où règne une température de  $95^{\circ}$  et une humidité relative de 100%, on avait placé des tissus dans des boîtes contenant de la terre contaminée. Le sol est préparé conformément à différentes recettes et il est incroyablement agressif du point de vue microbiologique. Après avoir été mis en contact pendant deux semaines avec cette terre, le coutil de coton avait perdu 70% de sa résistance à la rupture, alors que celle de la toile traitée avec nos fongicides n'avait pratiquement pas diminuée.

Ce dernier test a été suivi d'une demande de brevet. □



# Canadian astronomers develop new scientific uses for radio telescopes

New scientific uses for radio telescopes are being developed by a team of Canadian astronomers which pioneered in the use of long baseline radio telescopes for research into quasars. These mysterious star-cluster size objects on the edge of the observable universe radiate extraordinary amounts of electromagnetic energy equal to that of galaxies containing billions of stars.

The Canadian astronomers hope variations of their technique for measuring the diameter of quasars will enable them, among other things, to accurately establish the rate of continental drift and to verify experimentally some of the predictions of Einstein's Theory of Relativity.

In 1967, astronomers from the National Research Council of Canada, the University of Toronto, Queen's University and the Federal Department of Energy, Mines and Resources, developed the technique for measuring the angular diameter of quasars by making simultaneous observations of the emission of radio waves with radio telescopes thousands of miles apart.

From 1960, when the first quasar was detected, until 1967, the diameter of quasars was measured by means of a radio interferometer consisting of a pair of radio telescopes spaced several miles apart but linked by microwave radio. This link enabled the received signals at both stations to be directly intercompared and this inter-comparison gave a determination of the diameters of radio sources. The resolving power (the ability to discriminate small objects and measure their size) is directly proportional to the interferometer spacing. Deteriorating stability of the microwave link limited baselines to less than 100 miles.

The Canadian astronomers removed the necessity for a direct link by recording received signals on magnetic tapes. Through the use of atomic clocks, these were synchronized to better than a millionth of a second and intercomparison made at a central laboratory. First experiments were conducted with a 2,000-mile baseline provided between the NRC 150-foot telescope at Algonquin Radio Observatory in Algonquin Park and the Dominion

Radio Astrophysical Observatory's 84-foot telescope at Penticton, B.C. A second series stretched the baseline the 3,200 miles between the ARO telescope and the 250-foot telescope at Jodrell Bank Observatory in England.

The most recent series involved the ARO telescope and the Penticton telescope in a link-up with the Parkes Observatory in the Australian state of New South Wales. This provides an 8,000-mile baseline.

The Algonquin Park-Penticton experiment showed that the angular diameter of 3C273B, believed the nearest of the quasars is less than .02 seconds of arc. In the Algonquin Park-Jodrell Bank experiment the resolution was increased by a factor of two to .01 seconds of arc, producing further evidence that 3C273B is in fact about 100 light years in diameter, compared with a diameter of 100,000 light years for normal galaxies. The increased resolution has enabled the sizes and structure of about 30 quasars to be determined. —>



NRC's 150-foot radio telescope at Algonquin Park.

*Le radiotélescope de 150 pieds, du CNRC, au parc Algonquin.*



## radiotélescopes . . .

*Le Dr T. H. Legg et M. N. W. Broten, du CNRC, et le Dr J. L. Yen, de l'Université de Toronto, examinent les signaux d'un quasar captés par deux télescopes très éloignés l'un de l'autre.*

Dr. T. H. Legg and N. W. Broten of NRC and Dr. J. L. Yen of the University of Toronto examine quasar signals received from two widely separated radio telescopes.



L'analyse des résultats des expériences faites avec le télescope australien est encore en cours. Après un premier examen des bandes magnétiques, on a été conduit à penser que l'on avait pu discerner toutes les sources.

Le Dr J. L. Locke qui, avec M. N. W. Broten, le Dr T. H. Legg, le Dr R. W. Clarke et M. J. R. Fletcher, représente le CNRC, a dit que les chercheurs s'intéressent surtout maintenant à d'autres domaines de recherche.

Selon la théorie de la dérive des continents, le fond des océans se comporterait quelque peu comme un énorme tapis roulant qui déplacerait lentement, mais inexorablement, les continents de sorte que la distance les séparant changerait lentement à raison de quelques centimètres chaque année.

Selon le Dr. Locke, l'installation récente d'oscillateurs à masers à hydrogène, à l'Observatoire d'Algonquin et à Penticton, permettra d'augmenter la précision des horloges atomiques et il a ajouté: "Nous avons un plan à long terme selon lequel nous pourrions utiliser les résultats de nos expériences sur

les quasars pour essayer de mesurer avec grande précision la distance de séparation entre les télescopes. Ce plan intéresse beaucoup les géodésiens".

Les premières phases de ces expériences consisteront à déterminer les positions relatives des télescopes d'Algonquin et de Penticton. Il a ajouté: "Si nous pouvons aussi déterminer avec précision la distance séparant le télescope de Jodrell Bank de celui d'Algonquin nous pourrions peut-être, par la suite, déterminer la vitesse de dérive des continents".

Le groupe canadien doit aussi se servir de télescopes pour une expérience classique de physique consistant à vérifier un point de la théorie de la relativité d'Einstein selon lequel les ondes lumineuses ou radio, se propageant en ligne droite, sont déviées lorsqu'elles se trouvent à passer à proximité d'un objet de masse élevée.

Jusqu'à maintenant, la seule manière de vérifier cette prévision consiste à observer optiquement des étoiles lors d'une éclipse solaire c'est-à-

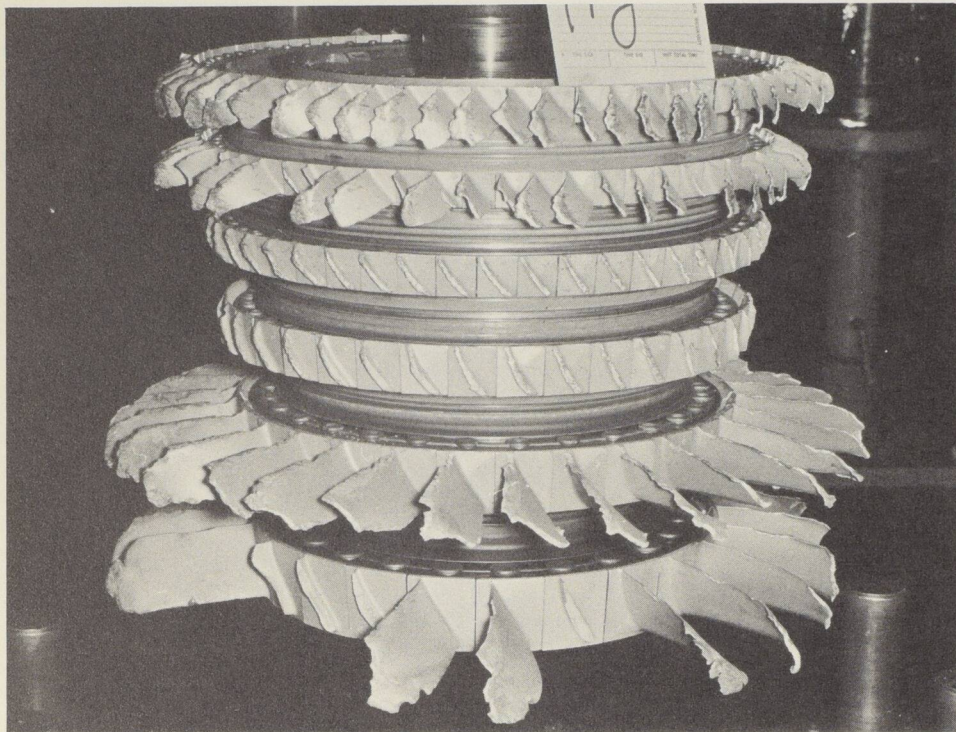
dire lorsque les étoiles sont visibles "de jour". On repère la position d'une étoile proche du soleil par rapport aux autres et l'on refait l'observation six mois plus tard lorsque le soleil s'est déplacé en espérant trouver une petite différence entre la position apparente et la position vraie de l'étoile.

Il a été très difficile d'obtenir des résultats de cette manière car le ciel n'étant pas suffisamment sombre au cours d'une éclipse le choix, parmi les étoiles, est très limité. Le Dr Locke a ajouté: "Les techniques radio devraient permettre, à chaque fois qu'un quasar semble s'approcher du soleil, de faire des mesures semblables mais cent fois plus précises que les mesures optiques; il semble que ce serait assez simple en vérifiant chaque jour que la source ne change pas de position par rapport aux autres, sauf au moment de l'occultation par le soleil.

Naturellement, nous ne serons sûrs que cette méthode est la meilleure que lorsque nous aurons fait des essais".



# The garden's prime pest may be useful as **Ground cover for airports**



Destruction caused to the compressor rotors of a turboprop aircraft engine which ingested two pigeons.

*Deux pigeons en vol ont été aspirés par le turbopropulseur d'un avion: vue du rotor du compresseur.*

Canada's major commercial airlines have lost \$2,000,000 in the last five years as a direct result of more than 1,000 bird-aircraft collisions. The Canadian armed forces in the period from October, 1964, to October, 1967, lost from the same cause, eight and probably two more jet fighters valued at more than \$1,000,000 apiece.

For these reasons a variety of methods are in use or are being tested to reduce the threat that birds present to jet aircraft during take-off and landing and in flight. Tape-recorded bird distress calls, noisy shotgun blasts and other methods are being used to keep birds away from airports. Radar and photography are being used to track bird migration and local bird movements to ascertain normal flight patterns, and aircraft design is being examined to implement possible strengthening to reduce damage. Scientists are also investigating the projection of microwaves far enough ahead of an aircraft to disorient birds so that they fall clear of the flight path.

One of the more successful approaches to reduce the danger of bird-aircraft collisions is to make the airport

environment unattractive to birds. Removal of such food-producing areas as ponds, dumps, brushy areas and agricultural crops from airports and their vicinity, where about 80 per cent of bird strikes on civil aircraft occur, are typical examples of such measures.

In an effort to make airports even more unattractive to birds, the Associate Committee on Bird Hazards to Aircraft of the National Research Council of Canada in 1968 awarded a contract to Acadia University, Wolfville, N.S., for a four-year research program. Under the contract, university scientists will attempt to find vegetative ground covers non-attractive to birds to replace grass commonly grown on the non-paved portions of airports.

The research project is being directed by Prof. P. J. Austin-Smith of the Department of Biology of Acadia University assisted by Ross Hall, with Dr. H. F. Lewis, a member of the Associate Committee, as consultant.

The Committee and Acadia University undertook to assess six kinds of plants as potential replacements for grass. These studies will provide some of the answers to such questions as:

How attractive is each plant to birds as compared with grass? Do the plants have fruits or vegetative parts attractive to birds? Do they support invertebrate communities which attract birds? What are the best means of planting and maintaining these plants? What is the relative aggressiveness of each plant to possibly invading species of grass, other weeds and woody vegetation? Will the plants prevent erosion, have traffic durability and pose no fire hazard? And finally, what are the best possible plants or plant combinations for the major soils and climates to be found on different eastern Canadian airports?

The candidate plants were chosen because each possesses several characteristics essential as a replacement for grass. Most spread rapidly, but have low or decumbent growth, with small or inconspicuous flowers. All are adaptable to open conditions, tolerant of a fairly wide range of soil and climatic conditions and able to survive the Canadian winter. Most had been observed growing in scattered stands on or near airfields in eastern Canada.



# Est-ce que les mauvaises herbes vont réduire le risque aviaire?

Plus de mille collisions avec des oiseaux en vol ont causé deux millions de dollars de dégâts aux avions des principales compagnies canadiennes de transport aérien au cours des cinq dernières années. En outre, on est certain que les forces armées canadiennes ont perdu entre octobre 1964 et octobre 1967 huit chasseurs à réaction d'un million de dollars chacun et l'on pense que deux autres ont peut-être été perdus pour la même raison.

Pour réduire les risques que les oiseaux font courir aux appareils à réaction, surtout au décollage et à l'atterrissage, on a d'abord cherché à les éloigner des aéroports en imitant des appels de détresse enregistrés sur bandes magnétiques, en tirant des coups de feu ou en utilisant d'autres moyens. Leurs migrations et leurs mouvements locaux sont aussi repérés par radar et par photographie, ce qui permet de modifier les plans de vol. Enfin on étudie des moyens de renforcer certaines parties des avions pour qu'elles résistent mieux aux impacts et des dispositifs permettant d'émettre des microondes en avant des avions pour écarter les oiseaux.

L'une des meilleures manières d'aborder le problème consiste à rendre les aéroports et leurs environs, où 80% des collisions ont lieu, sans aucun intérêt pour les oiseaux, donc à combler les étangs et les mares, à supprimer les décharges, à détruire les broussailles et tout ce qui peut produire de la nourriture.

Pour rendre les aéroports encore plus inhospitaliers le Comité associé sur le péril aviaire au Conseil national de recherches du Canada a, en 1968, accordé un contrat de recherches de quatre ans à l'Université d'Acadie, à Wolfville, en Nouvelle-Ecosse, dont la mission est d'essayer de trouver une forme de végétation n'attirant pas les oiseaux et pouvant remplacer l'herbe qui pousse ordinairement sur les parties non recouvertes d'asphalte ou de béton.

Cette étude est dirigée par le professeur P. J. Austin-Smith, du Département de biologie à l'Université d'Acadie; il est aidé par M. Ross Hall et par le Dr H. F. Lewis, membre du Comité associé et jouant le rôle d'ingénieur-conseil.

Le Comité et l'Université d'Acadie

évaluent six espèces de plantes de remplacement de l'herbe. Il s'agit de trouver des réponses à des questions telles que celles-ci:

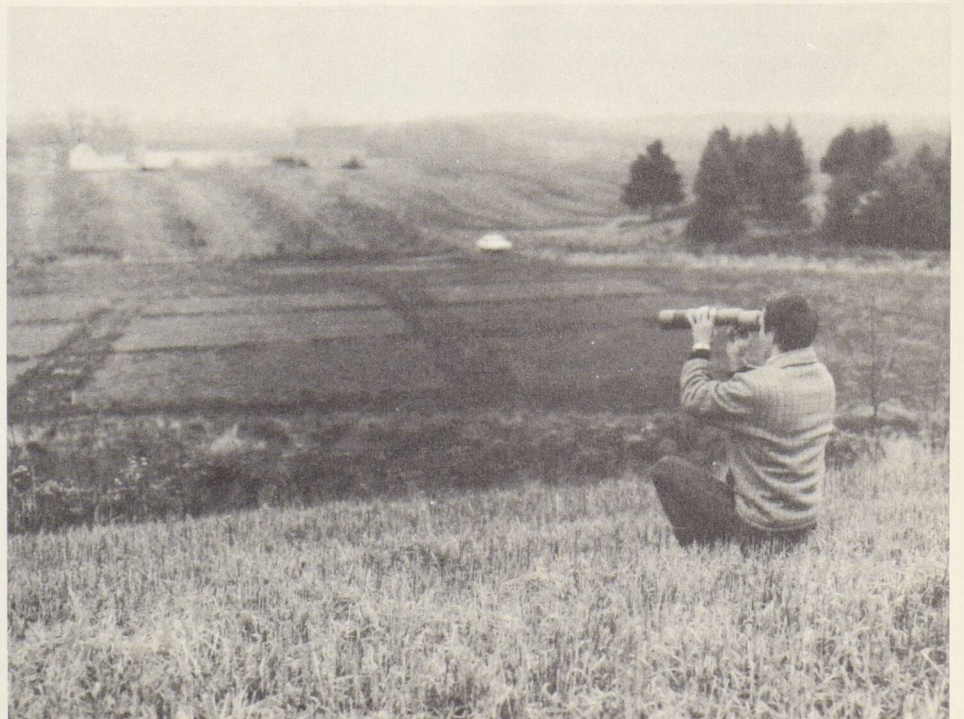
Jusqu'à quel point chacune de ces plantes attire-t-elle les oiseaux? Est-ce que ces derniers mangent certaines parties de ces plantes ou leurs fruits? Y trouve-t-on des colonies d'invertébrés dont les oiseaux peuvent se nourrir? Quels sont les meilleurs moyens de les semer et de les faire durer? Comment ces plantes peuvent-elles résister à l'invasion d'autres plantes ou d'une végétation ligneuse? Est-ce qu'elles empêcheront l'érosion, résisteront aux piétinements ou aux roulages et n'augmenteront pas les risques d'incendies? Enfin quelles sont les meilleures plantes ou combinaisons de plantes en fonction des sols et du climat des différents aéroports de l'est du Canada?

Les premières plantes étudiées ont été choisies en raison de caractéristiques jugées essentielles. Pour la plupart, elles s'étaient rapidement mais poussaient lentement ou au ras du sol en donnant de petites fleurs très discrètes. Toutes peuvent vivre en plein

→

*Chercheurs de l'Université d'Acadie observant des oiseaux dans les carrés d'essais.*

Acadia University scientist observing bird activity on experimental ground cover plots.





## ground cover



Collecting invertebrates trapped on one of the experimental ground cover plots.

*Ramassage d'invertébrés dans un des carrés d'essais.*

The six plants fall into two categories. Black medick, low hop-clover and silverweed are plants thought better suited for more fertile soils while mouse-ear hawkweed, three-toothed cinquefoil and broom-crowberry are most often found growing on sandy, infertile soil.

How to establish and maintain relatively pure stands of these plants over large areas is not an easy problem. Most of the candidate plants are "weeds" and until now have attracted little attention except as minor agricultural pests. Although seed is commercially available for black medick and low hop-clover, no commercial seed source exists for the other plant species. For this reason, the initial plantings in the spring of 1968 were carried out using vegetative material from silverweed stands growing on the St. Hubert Airfield, Quebec, and from hawkweed obtained in Wolfville. A limited amount of three-toothed cinquefoil seed collected the previous fall at Seven Islands Airport, Quebec, was sown on the infertile soil. No attempt was made to plant broom-crowberry at

this time, as seed was not available.

Observations of these initial plantings led to the elimination of two of the candidate plants. Black medick was not competitive enough to serve as a satisfactory ground-cover plant. Broom-crowberry was rejected when flammability tests conducted on pure stands of this plant growing near the Greenwood Airfield, N.S., revealed that this plant species readily caught fire and would pose a fire hazard if used as an airfield ground-cover plant.

A more detailed investigation of the suitability of these plant species as airport ground-cover began in the spring of 1969. Two isolated areas, one located on fertile soil and the other on an infertile soil were chosen for the experimental plots. Low hop-clover seed, silverweed vegetative material from Montreal International Airport and grass of the same varietal mixture as sown on airports, were planted on the fertile soil area in a three by three experimental design with each of the nine plots measuring 50 feet square. The same design was used for planting three-toothed cinquefoil cuttings from

Seven Islands Airport, Quebec, vegetative material of mouse-ear hawkweed obtained in Wolfville, and a grass-seed mixture on the infertile soil area.

Comparative observations on the aggressiveness of the candidate plants in establishing themselves, on the production of bird food (invertebrates, seeds and parts of plants eaten), on the use by small mammals which may attract larger birds, and on the frequency of bird activity, are being recorded on each area.

Laboratory germination tests have been completed for seeds of mouse-ear hawkweed, silverweed and three-toothed cinquefoil. Both three-toothed cinquefoil and silverweed exhibit slight hard seed-coatedness and require fall sowing or a moist prechill treatment before sowing.

While research efforts to date have been directed towards assessing only these six particular plant species as alternate ground-covers for airports, other plants which appear promising as potential replacements for grass cover on airfields may be tested in the future. □



## Le risque aviaire . . .

vent et s'adaptent assez bien à une grande gamme de sols et de conditions climatiques tout en supportant l'hiver canadien. Presque toutes poussent déjà ici et là et près des aéroports de l'est du Canada.

Les six plantes choisies sont: la minette<sup>1</sup>, le petit trèfle jaune<sup>2</sup> et l'argentine<sup>3</sup> pour des sols assez fertiles, et la piloselle<sup>4</sup>, la potentille rampante<sup>5</sup> et la camarine noire<sup>6</sup> pour les sols pauvres et sablonneux.

1. minette: black medick (*Medicago lupulina*)
2. petit trèfle jaune: low hop-clover (*Trifolium campestre*)
3. argentine: silverweed (*Potentilla anserina*)
4. piloselle: mouse-ear hawkweed (*Hieracium pilosella*)
5. potentille rampante: three-toothed cinquefoil (*Potentilla tridentata*)
6. camarine noire: broom-crowberry (*Carema conradii*)

Mais il n'est pas facile de faire pousser ces plantes et de les protéger sur de grandes surfaces. Ce sont de "mauvaises herbes" et, jusqu'à maintenant, personne n'y a fait grande attention sinon que pour les détruire. Les grai-

*Des fils tendus, comme on le voit ci-dessous, gênent beaucoup les oiseaux. C'est une méthode peu coûteuse pour les éloigner des étangs, des fossés, etc. proches des aéroports.*

nes de minette et de petit trèfle jaune sont les seules que l'on trouve dans le commerce. Les premières plantations d'argentine ont été faites au printemps de 1968 à l'aide d'éléments provenant du terrain d'aviation de St. Hubert, dans la province de Québec, tandis que la piloselle provenait de Wolfville. Une petite quantité de graines de potentille rampante ramassée durant l'automne à l'aéroport de Sept-Iles au Québec, a été semée en sol pauvre. Faute de graines on n'a pas pu semer de camarine noire.

Les premiers résultats ont conduit à éliminer deux de ces plantes: la minette ne couvrait pas suffisamment bien le terrain et la camarine noire, s'enflammant facilement, augmentait les risques d'incendies comme on l'a vu sur le terrain d'aviation de Greenwood, en Nouvelle-Ecosse.

Une étude plus détaillée de ces plantes a commencé au printemps de 1969. Deux zones isolées, l'une sur sol fertile et l'autre sur sol pauvre ont été choisies comme terrains d'essais. Du petit trèfle jaune et de l'argentine provenant de l'aéroport international

*Inexpensive method developed to discourage waterfowl from using ponds, ditches and other bodies of water adjacent to airports. Wires attached to stakes strung across the ditch shown below make it difficult for birds to alight.*

de Montréal ainsi que de l'herbe analogue à celle que l'on trouve sur les aéroports, ont été plantés dans un sol fertile en forme de carré comportant lui-même neuf carrés d'essais de 50 pieds de côté. On a procédé de la même manière, mais en sol pauvre, pour la potentille rampante prise à l'aéroport de Sept-Iles, au Québec, et pour la piloselle prise à Wolfville et mélangée à de l'herbe.

On en est à noter les observations sur la manière dont ces plantes poussent, sur la nourriture qu'elles peuvent offrir aux oiseaux et sur les invertébrés ou les petits mammifères qu'elles peuvent abriter et que les oiseaux recherchent.

On a terminé des essais de germination de graines de piloselle, d'argentine et de potentille rampante. On a trouvé que la potentille rampante et l'argentine ont des graines à peau très dure qu'il faut mouiller avant de les semer en terre sèche ou qu'il faut semer en automne.

C'est avec ces six sortes de plantes qu'on a fait des expériences mais d'autres vont être essayées. □

