

# SCIENCE DIMENSION

1977/4



FOOD | RECHERCHE  
RESEARCH | ALIMENTAIRE

Vol. 9, No. 4, 1977

ISSN 0036-830x

## CONTENTS

- 
- 4 Protein by the package**  
Pea milling — a world first
- 
- 8 Mariculture**  
Farming marine plants
- 
- 12 The story of rapeseed**  
Plant breeding spells success
- 
- 14 Sugar extraction**  
Canada aids the third world
- 
- 16 Monitoring a dairy disease**  
Early warning system for mastitis
- 
- 18 Food technology**  
60 years of research
- 
- 24 The chemistry of attraction**  
Man-made chemicals snare insects
- 
- 28 Maritime sheep farming**  
New clues on an old disease
- 
- 30 Industrial food research**  
Salmonella bacteria can be a problem
- 
- 32 New plant gene pools**  
Rewriting the book of possibilities
- 
- 34 Somatic cell culture**  
Tomorrow's plant hybrids
- 
- 36 Photosynthesis**  
Ultimately, all plants are sunshine traps
- 

Cover: Early farmers seeking the security of a permanent food supply had little idea of the vast influence their plant breeding talents would have on later history. Today, as exemplified by artist Jean-Pierre Langlois' graphic, the skills of science have been harnessed to the continuing task.

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

**Editor** Loris Racine  
**Managing Editor** Wayne Campbell  
**Executive Editor** Joan Powers Rickerd  
**Design** John B Graphics Inc.



Bruce Kane, PIB/DIP

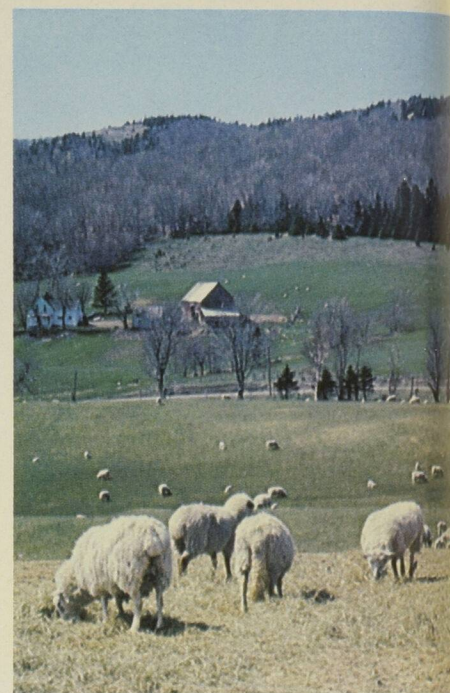
When the first Europeans landed in North America, so recent historical evidence suggests, the continent was already overpopulated. Because the native peoples were nomadic, relying primarily on hunting, fishing and the gathering of wild plants for sustenance, the food base was simply not broad enough to support their numbers. Today, however, with a population many hundreds of times larger than in pre-Columbian times, North Americans are the world's principal exporters of food. The vital difference that led to this dramatic turn-around has been agriculture, perhaps the most profound of humanity's cultural innovations.

As this special issue of *Science Dimension* attests, the struggle to extend and enrich the food supply, begun in antiquity by men with a talent for selectively breeding plants and animals, continues.

The first two articles deal with the development of quite different crops for Canada's food industry, field peas in the Prairies and the marine plant Irish Moss in the Atlantic region. These are "down the line" projects, now out of the laboratory and into the hands of industry.

The third outlines one of agricultural science's most conspicuous successes — the development of the rapeseed crop in western Canada.

Articles about NRC-supported research in industry range from a revolutionary method for extracting sugar



Grant Crabtree

from cane, through to studies of bacteria that spoil meat products and a new disease-monitoring technique to aid dairy farmers.

Projects that either have had or appear close to having practical pay-offs for consumers and farmers include the work of NRC's Food Technology laboratory, the production of "sex attractants" for insect control, and the search for the causes of a wasting disease that afflicts Maritime sheep and cattle.

The remaining three stories are in the realm of curiosity-oriented or basic research and take place, fittingly, in the NRC division primarily committed to food and agricultural science, the Prairie Regional Laboratory in Saskatoon, Saskatchewan. One project seeks to better understand the process of photosynthesis in green plants and how this is linked up to nitrogen fixation in the roots of legumes. The other two projects explore the possibilities of what may prove to be one of the most revolutionary developments in agricultural science — the use of tissue cells to create new plant hybrids.

Space does not allow for inclusion of other, equally important programs in this issue: the fundamental work on nitrogen fixation; the studies of gas mixtures and meat preservation; and the advances in fermentation technology. All have their place in NRC's larger, long-term program of food-related research. □

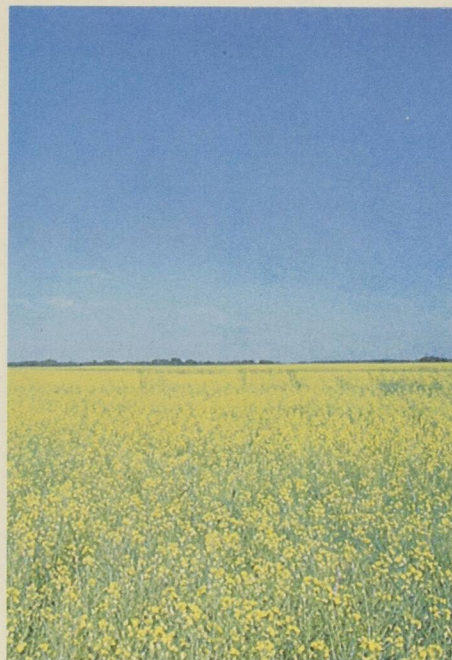
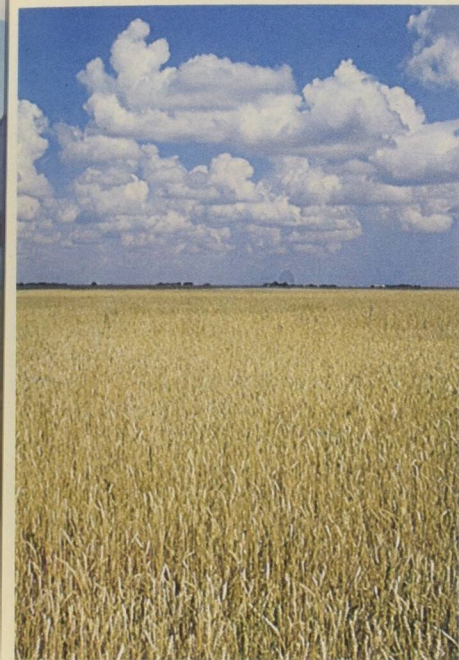
## SOMMAIRE

- 
- 5 Des protéines au kilo**  
Une première mondiale avec le pois
- 
- 9 L'aquiculture**  
Nouvelles ressources alimentaires tirées de la mer
- 
- 13 L'amélioration du colza**  
La génétique, clef du succès
- 
- 15 Production sucrière**  
Le Canada aide le tiers monde
- 
- 17 Pour augmenter la production laitière**  
Détection précoce de la mastite
- 
- 19 Industrie alimentaire**  
60 ans de recherches
- 
- 25 La chimie de la séduction**  
Insectes ensorcelés par des hormones synthétiques
- 
- 29 L'élevage des moutons dans les Maritimes**  
Nouveaux indices sur une vieille maladie
- 
- 31 Recherche dans l'industrie alimentaire**  
Pour prévenir la salmonellose
- 
- 33 Enrichissement du patrimoine phylogénétique**  
Abolition des interdits naturels
- 
- 35 Culture de cellules somatiques**  
Les hybrides végétaux de l'avenir
- 
- 37 La photosynthèse**  
Du soleil en conserve
- 

Notre couverture: Les premiers agriculteurs, cherchant à se prémunir contre les incertitudes du lendemain, étaient à cent lieues de supposer que leurs talents phylogénétiques auraient une influence aussi considérable sur l'agriculture moderne. Comme l'illustre ce montage photographique de Jean-Pierre Langlois, la méthode scientifique a maintenant pris la relève.

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

**Directeur** Loris Racine  
**Rédacteur en chef** Wayne Campbell  
**Rédacteur exécutif** Joan Powers Rickerd  
**Conception graphique** John B Graphics Inc.



Bruce Kane, PIB/DIP

Les dernières découvertes archéologiques laissent supposer que l'Amérique du Nord était déjà surpeuplée lorsque les premiers explorateurs européens y prirent pied. Les autochtones étant des nomades, vivant surtout de chasse, de pêche et de plantes sauvages, leurs ressources vivrières étaient tout simplement insuffisantes pour assurer leur subsistance. Aujourd'hui, et malgré une population plusieurs centaines de fois supérieure à celle de l'époque précolombienne, les Nord-américains sont les principaux exportateurs de produits comestibles du monde. C'est à l'agriculture, peut-être l'une des innovations culturelles les plus profondes de l'humanité, que l'on doit ce remarquable retournement de situation.

Les deux premiers articles de ce numéro spécial sur l'alimentation sont consacrés au développement de deux cultures totalement différentes qui ont maintenant dépassé le stade du laboratoire pour aborder celui de la production industrielle: le pois des champs pour les Prairies et une algue marine, pour les Maritimes, pour la région atlantique. Le troisième article évoque l'une des plus belles réussites de la recherche agricole, la création d'une industrie du colza dans l'Ouest canadien.

Les articles sur la recherche industrielle subventionnée par le CNRC vont d'une méthode révolutionnaire d'extraction du sucre de canne à une nouvelle technique de dépistage d'une maladie des vaches laitières en passant par l'étude des bactéries pathogènes

responsables de la détérioration des viandes.

Parmi les recherches dont les consommateurs et les agriculteurs ont déjà bénéficié ou bénéficieront sous peu, mentionnons les travaux de la section de technologie alimentaire du CNRC, la fabrication d'hormones sexuelles synthétiques pour lutter contre les insectes et l'étude des causes du dépérissement des ovins et des bovins des Maritimes.

Les trois derniers articles abordent le domaine de la recherche fondamentale qui se fait, comme il convient, dans la division dont la mission primordiale est la recherche agronomique et alimentaire: le Laboratoire régional des Prairies, à Saskatoon, dans la Saskatchewan. Dans un cas, on cherche à mieux comprendre le processus de la photosynthèse chez les plantes vertes et son rôle dans la fixation de l'azote dans les racines des légumineuses. Dans les deux autres on explore les possibilités de ce qui pourrait constituer une importante révolution en agriculture puisqu'il s'agit de l'utilisation de cellules somatiques pour créer de nouveaux hybrides végétaux.

Faute d'espace, nous n'avons pu parler d'autres recherches non moins importantes sur la fixation de l'azote, les mélanges gazeux et la conservation des viandes et sur les progrès en technologie des fermentations. Elles entrent dans le cadre du grand programme de recherche alimentaire à long terme auquel le CNRC accorde une importance majeure. □

## Field peas — Protein by the package

*Pea milling — a world first — has resulted directly from research carried out at the National Research Council's Prairie Regional Laboratory in Saskatoon, Saskatchewan.*

Once there was a little field pea that lived in the middle of the Prairies. The pea was proud of its 5,000-year heritage, dating back to the Bronze Age. Aryans had brought its ancestors to

Greece and Italy, and the ancient Greeks and Romans had carried others of its kind to the lands under their domains; some were found in excavations on the site of ancient Troy. But even with such an illustrious past, the pea was not happy, mostly because no one paid any attention to it. Then one day, about 10 years ago, a scientist came along — examined it, picked it up, and took it to a large room full of benches, beakers, boxes, tubes and wires. The room was called a laboratory. The scientist and his colleagues found that the pea possessed a number of advantages which could make it important as a supplementary protein crop. This meant that the little pea could help to bring an end to the "protein gap" existing in developing countries and assist the industrialized nations as well. And that is how the lowly field pea became the "Cinderella" crop of the 1970's. The research that started it all was initiated in 1968 at the National Research Council's Prairie Regional Laboratory in Saskatoon, Saskatchewan.

Human foods are made up mainly of three basic ingredients — carbohydrates, fats or oils, and proteins. Although the western Canadian agricultural industry is able to supply ample carbohydrates in the form of wheat and coarse grains, and oils from rapeseed and sunflowers, it is unable to keep pace with the need for protein — the human body's chief building element. Searching for a crop to remedy this situation, PRL scientists turned to grain legumes, a plant family almost completely neglected as a potential source of protein in Canada — finally settling on the common field pea: it was already adapted to Prairie climatic conditions (Manitoba has been the field pea growing area of Canada, with some 50,000 to 70,000 acres of production annually going almost entirely to the soup trade); it could be handled by existing farm machinery and stored and shipped like other grains; and it contained no known toxic or otherwise undesirable materials. Economic analysis showed that there was a market for peas in animal feed rations and that, as a traditional human food, there would be no buyer resistance to its use as a food ingredient.

Since the inception of the program, analytical studies of pea varieties have been carried out; processing techniques for utilizing pea flour have been developed; potential markets have been defined and partially exploited; and



Bruce Kane, PIB/DIP

The common field pea has always been considered an inexpensive food item with only a modest market value for the farmer. PRL has changed all that with the development of techniques for isolating and utilizing the pea's protein content.

Le pois des champs ordinaire était jusqu'alors considéré comme la nourriture du pauvre et sa valeur sur le marché assurait un maigre profit pour le fermier. Grâce aux nouvelles techniques d'extraction et d'utilisation des protéines du pois, mises au point au LRP, ce n'est plus le cas.

# Les pois des champs

## Des protéines à la livre

*L'industrie du pois (la première au monde) est le résultat de recherches effectuées au sein du Laboratoire régional des Prairies du Conseil national de recherches, à Saskatoon, dans la Saskatchewan.*

Depuis l'âge du bronze, le pois est connu de l'homme. Il a été apporté par les Aryens en Grèce et en Italie, et les Grecs et les Romains ont répandu sa culture dans le reste de leur empire. Ces graines ont même été trouvées dans des excavations, sur le site de l'antique cité de Troie. Mais, bien qu'il existe depuis 5 000 ans, le pois n'avait jamais suscité grande attention. Il fallut attendre le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle pour que le célèbre moine autrichien, Gregor Mendel, surpris par ses diverses formes, décide d'en croiser différentes variétés. Ces croisements ont fait l'objet des premières expériences d'hybridation et ont permis d'établir les lois fondamentales de la génétique. Depuis lors, le pois a subi de nombreux croisements, mais ce n'est qu'en 1968 qu'une équipe de scientifiques du Laboratoire régional des Prairies du CNRC, situé à Saskatoon, dans la Saskatchewan, a décidé de croiser notre pois des champs. Le résultat obtenu est un pois très riche en protéines et sa culture pourrait aider à combler les carences en protéines dont souffrent les pays en voie de développement, et apporter également un complément alimentaire aux nations industrialisées. Ce pois, ainsi transformé par la «magie» de l'hybridation, a permis les récoltes miracles des années 70.

L'alimentation de l'homme est essentiellement constituée d'hydrates de carbone, de matières grasses, et de protéines. Bien que l'agriculture de l'ouest du Canada assure une production suffisante d'hydrates de carbone à partir du blé et des céréales secondaires, et d'huiles tirées de graines de colza et de tournesol, elle ne peut pas, à elle seule, répondre aux besoins croissants en protéines, éléments essentiels au maintien de l'organisme. Pour remédier à cette situation, les scientifiques du Laboratoire régional des Prairies se sont orientés vers la culture de légumineuses qui avaient été totalement négligées, en tant que source importante de protéines, au Canada. Le pois des champs ordinaire a été choisi étant donné qu'il est déjà adapté aux conditions climatiques des Prairies (le Manitoba est la région du pois par excellence, sa culture recou-



**The flower of the field pea.**  
**La fleur du pois des champs.**

Bruce Kane, PIB/DIP

vre de 50 000 à 70 000 acres et le produit de cette récolte annuelle est absorbé par la fabrication de soupe en boîte), qu'il n'exige aucune modification du matériel agricole existant, qu'il peut être stocké et expédié comme les autres graines et qu'il ne renferme aucune substance indésirable ou toxique connue. Une analyse économique a montré qu'il existe un marché pour le pois du fait qu'il peut être incorporé aux rations alimentaires des animaux et que son utilisation comme ingrédient dans l'alimentation humaine traditionnelle, ne suscite aucune réticence de la part du consommateur.

Depuis le lancement du programme, des études analytiques des différentes variétés de pois ont été faites, des techniques de traitement pour l'utilisation de la farine de pois mises au point, des marchés potentiels définis et partiellement exploités, et une augmentation de la production de la Saskatchewan en fonction de la demande existante a été constatée (la production actuelle est déjà élevée pour cette province et les plantations recouvrent 18 000 acres). «L'industrie du pois est nouvelle», a indiqué le Dr C. G. Youngs, chef de la section de biotechnologie du LRP, «non seulement pour la Saskatchewan ou pour le Canada, mais pour le monde entier et elle est le résultat direct de nos recherches».

La mise au point d'une méthode de séparation de la farine de pois en amidon et protéines a élargi la gamme des possibilités d'utilisation de ces protéines, contribuant également à l'accroissement de la collaboration du



Paul Blissett

**Mme Hughette Blissett du CNRC grignote une croustille de pois.**

**Mrs. Hughette Blissett of NRC, takes a pea-chip break.**

groupe avec l'université et les industries locales. Avec l'assistance du Département des sciences domestiques de l'université, le LRP a mis au point plusieurs produits à base de protéines de pois qui pourraient être utilisés dans l'alimentation. Laminées en feuilles, elles donnent un produit ressemblant à la viande, et broyées, elles servent de produit d'adjonction pour les viandes. Le concentré de protéines est actuellement utilisé par des boulangeries de Saskatoon qui fabriquent un pain qu'on

Saskatchewan's current production of 18,000 acres — high for that province — has increased in response to the needs of the new industry. "Pea milling is new," says Dr. C. G. Youngs, head of the biotechnology group at PRL, "not just to Saskatchewan or Canada — but it is a first in the world, resulting directly from our local research and development."

The growth of a methodology for the separation of pea flour into starch and protein fractions has expanded the range of possibilities for utilization of pea products and led to an increase in PRL's collaboration with the University of Saskatchewan and local Prairie industries. Several possible food products using pea protein have been developed by PRL and the College of Home Economics. Laminated in sheets, it gives a meat-like product, or crumbled, it acts as an extender for meats. The protein concentrate is being used by Saskatoon bakeries to produce breads that qualify as good or excellent protein sources.

Interest shown by outside agencies has culminated in the construction by ProStar Mills, Saskatoon, of a \$2 mil-

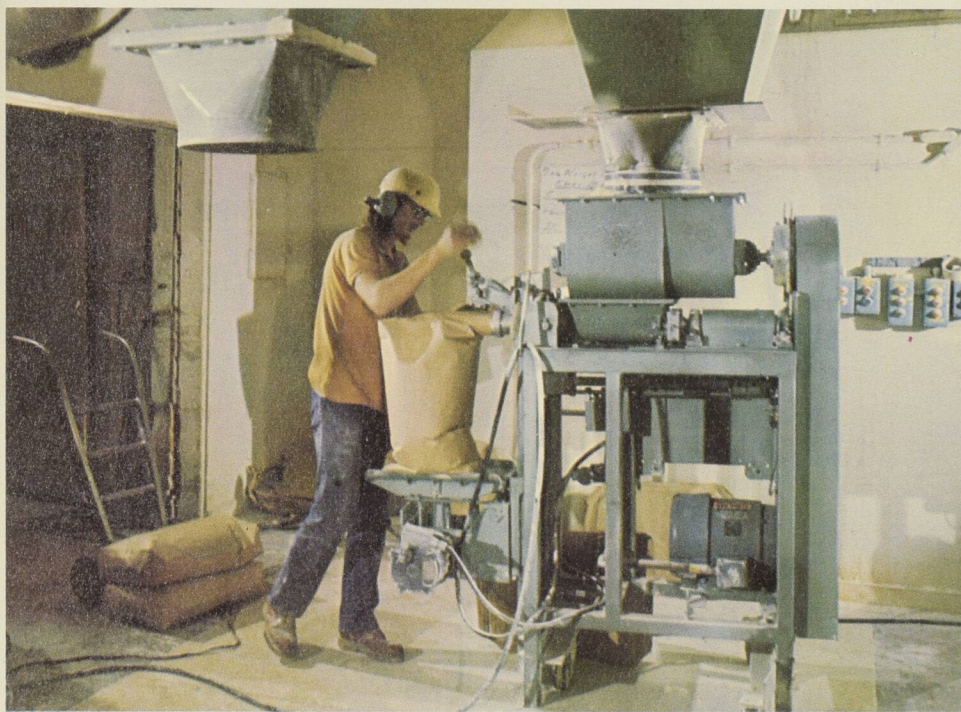
lion plant to process pea flour — another example of the direct transfer of technology from NRC to industry. Based on PRL's laboratory-scale model and a pilot plant follow-up study, the mill is now in operation producing pea



Bruce Kane, PIB/DIP

**Dr. C. G. Youngs adds seasoning to pea chips.**

**Le Dr C. G. Youngs assaisonne les croustilles de pois.**



John McAulay, NRC/CNRC

The first commercial pilot plant for processing pea flour located at Nipawin, Saskatchewan. The plant was built by Newfield Seeds Limited on the basis of the model developed at PRL. The experience gained in this operation was essential to the construction of the much larger pea processing plant at Saskatoon, Saskatchewan.

La première usine pilote commerciale pour le traitement de la farine de pois est située à Nipawin, dans la Saskatchewan; elle a été construite par la compagnie Newfield Seeds Limited en s'inspirant du modèle mis au point par le LRP. L'expérience tirée de cette installation a été d'une valeur inestimable pour la construction d'une usine beaucoup plus grande pour le traitement de la farine de pois à Saskatoon, dans la Saskatchewan.

protein concentrate for use as an ingredient in a variety of human foods and livestock rations. ProStar has contracted over 30,000 acres of pea production this spring for the plant.

One of the more interesting products that will come from pea flour is the "pea chip" which the manufacturers hope, in today's snacking society, will compete with the potato chip. With four times the protein content of potato chips, pea chips provide a nutritional source of protein. "Our need at present," says Dr. Youngs, "is to increase the scale of operation — but not everything scales up without a hitch when one goes from small laboratory equipment to large industrial equipment." For example, one problem is that the standard potato chip fryer cannot be used because pea chips have a very short fry time — five to 15 seconds compared with three to five minutes for potato chips. Therefore a means of rapid fry has to be worked out. But trial marketing has begun and ProStar staff are working at PRL to produce the half-product and the deep frying is being carried out outside the laboratory. Under the name Pro-Chips they are being sold in high schools in eastern Canada and by one grocery chain.

The pea starch appears to have certain unique properties and these are being exploited to develop applications for this material. Pea starch has found a special application in production of carbonless or pressure-sensitive papers, such as are used in cash registers. In addition, preliminary results of tests currently being carried out in western potash mines indicate that the starch can be used as one of the additives in ore refining. Other likely applications are as a component in adhesives for corrugated board production, and once hydrolyzed, as an adjunct in the brewing and distilling industries. Its stability under high temperature conditions, as practised for example in the canning of foodstuffs, also suggests specialized applications in the food processing industry. Finally, the hulls of peas may provide some of the fibre content required to supplement the North American diet which, increasingly, consists of highly refined foods.

Concludes Dr. Youngs: "the whole development is progressing very well at the moment, and I think that when the plant in Saskatoon is in full operation, it will create a great deal of interest around the world." □

**Joan Powers Rickerd**

peut qualifier d'excellente source de protéines.

L'intérêt soulevé par ce nouveau produit a conduit la compagnie ProStar Mills de Saskatoon à construire une usine de 2 millions de dollars pour le traitement de la farine (autre exemple de transfert direct de technologie à l'industrie par le CNRC). Calquée sur le modèle mis au point par le Laboratoire régional des Prairies et sur l'étude d'une usine pilote, la minoterie est maintenant en service; elle produit un concentré de protéines qui servira d'ingrédient dans la préparation d'une

variété d'aliments pour l'homme et de rations alimentaires pour les animaux. La compagnie ProStar a signé un contrat en vertu duquel plus de 30 000 acres de plantations de pois lui ont été consacrés, et la récolte est prévue pour ce printemps.

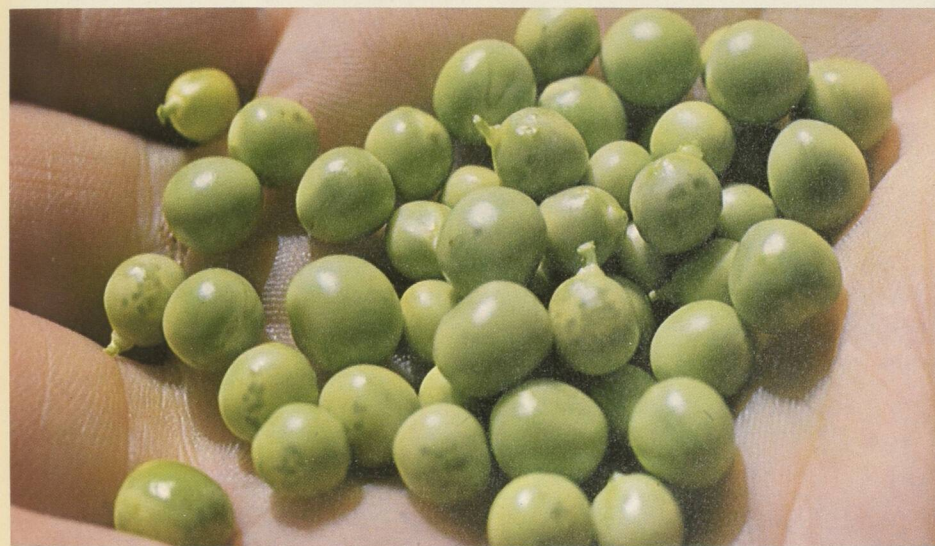
Un des produits les plus intéressants provenant de la farine de pois est la «croustille de pois» et les fabricants espèrent que, dans notre société friande de casse-croûte, ce produit entrera en concurrence avec les croustilles de pommes de terre. Ces croustilles à base de farine de pois qui ont quatre

fois la teneur en protéines des croustilles de pommes de terre, constituent une importante source alimentaire. «Notre but pour le moment», a indiqué le Dr Youngs, «est d'élargir notre exploitation, mais il n'est pas toujours possible de croître sans la moindre secousse, et de passer de l'échelle du laboratoire à l'échelle industrielle». On ne pourra pas, par exemple, se servir des friteuses ordinaires de pommes de terre pour la préparation de croustilles à base de farine de pois étant donné que la durée de friture de ces dernières est beaucoup plus courte (de 5 à 15 secondes) que celle des croustilles de pommes de terre (de trois à cinq minutes). Il est donc nécessaire de trouver un processus de friture plus rapide. Des essais de commercialisation ont commencé et les employés de ProStar travaillent en collaboration avec le LRP à la préparation de ces croustilles dont la friture se fait à l'extérieur du laboratoire. Ces croustilles appelées «Pro-Chips» sont vendues dans des écoles de l'est du Canada et par une chaîne d'épicerie.

L'amidon du pois semble avoir des propriétés particulières dont on essaye de tirer profit. On utilise déjà l'amidon du pois pour la fabrication de papier exempt de carbone et sensible à la pression, tel que celui qui est utilisé dans les caisses enregistreuses. Par ailleurs, les résultats préliminaires des tests actuellement effectués dans les mines de potasse de l'ouest du pays, montrent que l'amidon peut être utilisé comme additif pour le raffinage du minerai. D'autres applications très probables de cet amidon sont également en vue: il peut servir à la préparation d'adhésifs nécessaires à la fabrication de cartons ondulés; une fois hydrolysé, il peut être utilisé comme ingrédient par les brasseries et les distilleries. Sa stabilité à des températures élevées a été mise à l'épreuve à l'aide de procédés employés par les conserveries, et ceci permet d'entrevoir des applications spécialisées dans l'industrie alimentaire. Enfin, les gousses de pois peuvent fournir un complément de cellulose nécessaire au régime alimentaire de l'Amérique du Nord, qui est de plus en plus constitué d'aliments trop raffinés.

«Cette réalisation est sur la bonne voie pour le moment, et j'espère que lorsque l'usine de Saskatoon travaillera à plein rendement, elle suscitera un grand intérêt dans le monde entier», a conclu le Dr Youngs. □

*Texte français: Annie Hlavats*



Bruce Kane, PIB/DIP

A separation technique has been developed employing an "air classifying" machine that separates the pea flour, ground in the pin mill shown, into its constituents on the basis of particle weight; this yields a concentrate that is 60 per cent protein by weight and a starch fraction containing only a small percentage of protein. Mr. Barry Panchuk of PRL checks the process.

On a mis au point une technique qui utilise un «classificateur pneumatique» pour la séparation gravimétrique des différents constituants de la farine de pois, préalablement moulue dans un broyeur à aiguille; on obtient un concentré dont la teneur en protéines est de 60%, et de l'amidon ne contenant qu'un faible pourcentage de protéines. M. Barry Panchuk du LRP surveille l'opération.

# Mariculture — Cultivating the crops of the sea

Following their successful development of techniques for the commercial cultivation of Irish Moss, a seaweed of importance to the Maritimes' economy, scientists from NRC's Atlantic Regional Laboratory have turned to other algae found in the Atlantic region. These investigations might one day provide new food crops from the sea.

Along with fishing, a traditional occupation of Maritimers has long been the harvesting and processing of the marine alga Irish Moss, a sea crop which brings in several million dollars to the local economy each year. This marine plant is the source of carrageenan, a polysaccharide gelling agent used in the processing of foods such as ice cream, desserts, beer and soups, as well as in the manufacture of cosmetics, paint and drugs. Until recently, Irish Moss harvested in the Atlantic region provided about 80 per cent of the carrageenan produced in the Western world. Today, a variety of seaweeds having different types of carra-

geenans are obtained from all over the world.

When the Atlantic Regional Laboratory (ARL) of NRC was established in Halifax in 1952, very little scientific information was available on marine algae. Dr. Fred Simpson, the present Director of ARL, makes the point rather strikingly: "when we started investigating seaweeds, more than two decades ago, our knowledge of their taxonomy, genetics, biochemistry and chemistry was at a level comparable to what man knew of terrestrial plants 200 years ago!

"Interest in marine algae stems as much from plain scientific curiosity as from a desire to exploit their unusual natural products," continues Dr. Simpson. "These plants have evolved in an environment vastly different from terrestrial or fresh water plants and not only contain unique biological compounds but have quite different life cycles, growth processes and reproductive mechanisms. For example, many grow best at low temperatures, reflecting biochemical adaptations that

have developed over the millions of years since their common ancestry with land plants. These and other unusual modifications make these plants extremely interesting to the researcher."

The Atlantic Regional Laboratory has established a multidisciplinary group of biologists, biochemists and chemists to study marine plants and utilize the knowledge gained in aiding the economy of the Atlantic region. The group is providing a central focus in the Maritimes for such studies and is heavily engaged in cooperative work with scientists in universities in the Atlantic region, and with other government agencies and industry. This year, in cooperation with students at Acadia University and the Department of Manpower and Immigration, a major study of the fauna and flora of tidal basins in the Bay of Fundy has been launched.

One of the principal success stories in marine algae research concerns the work on the Atlantic region's most economically important algal species, Irish Moss (*Chondrus crispus*).

Bruce Kane, PIB/DIP



Irish Moss cultured in the Sandy Cove growth tanks (left) differs in appearance from the wild plant found on the rocks of the seashore (right). Cultured plants are much darker in color because of the use of fertilizers, and assume a spherical shape, very likely due to continuous tumbling in the moving waters of the tank. Placed in unfertilized seawater, these cultured plants will bleach to a yellow color, much like that of the wild plant; this bleaching process, in which the level of carrageenan (a commercially valuable extract) increases, has been named the Neish effect after the late Dr. A. C. Neish, a former director of the Atlantic Regional Laboratory.

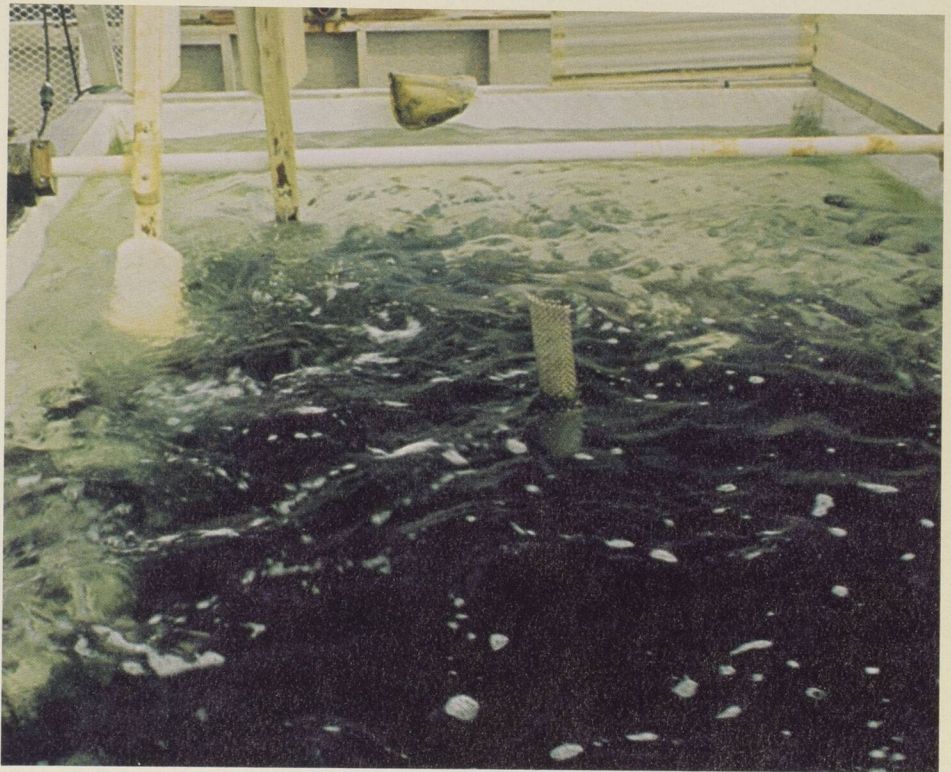
La mousse irlandaise cultivée dans les réservoirs de Sandy Cove (à gauche) diffère en apparence de la plante sauvage trouvée sur les rochers en bord de mer (à droite). Les plantes cultivées sont beaucoup plus foncées, vu l'utilisation des engrais, et prennent une forme sphérique, probablement en raison de l'agitation continue de l'eau des réservoirs. Si ces plantes sont placées dans de l'eau de mer exempte d'engrais, elles pâlisent pour prendre une couleur jaune proche de celle de la plante à l'état sauvage; ce processus, au cours duquel le niveau de carraghénane (un extrait intéressant sur le plan commercial) augmente, a été nommé l'«effet Neish», en mémoire du regretté Dr. A. C. Neish, ancien directeur du Laboratoire régional de l'Atlantique.



# Les algues marines

## On cultivera la mer

Après avoir mis au point une méthode de culture de la mousse irlandaise, une algue marine d'une grande importance pour l'économie des Maritimes, les chercheurs du Laboratoire régional de l'Atlantique du CNRC s'intéressent maintenant à d'autres algues qu'on retrouve dans la région de l'Atlantique. Ces travaux de recherche permettront peut-être un jour de tirer de la mer une nouvelle ressource alimentaire.



Bruce Kane, PIB/DIP

**Irish Moss (*Chondrus crispus*) growing in one of the large tanks at the Sandy Cove Seaweed Culture Station. The paddles keep the water in continuous motion, a necessary condition for vegetative growth of the seaweed. The tanks, constructed of plywood inlaid with plastic sheeting, are kept simple to ensure that the developed technology remains within the economic range of small independent fishermen.**

**La mousse irlandaise (*Chondrus crispus*) cultivée dans l'un des grands réservoirs de la station de culture des algues de Sandy Cove. Les palettes assurent un mouvement continu des eaux, condition nécessaire pour que les algues se développent. Les réservoirs, en contreplaqué et recouverts intérieurement de plastique, sont de facture simple pour s'assurer que la technologie mise au point demeure économiquement accessible aux petits pêcheurs.**

Tout comme la pêche, le ramassage et la préparation des algues marines représentent depuis longtemps une occupation traditionnelle des habitants des Maritimes. La principale récolte de ce type est celle de la mousse irlandaise, qui apporte une contribution de plusieurs millions de dollars à l'économie régionale chaque année. Cette algue est une source de carraghénane, un polysaccharide qui sert de gélifiant dans la préparation d'aliments comme la crème glacée, les desserts, les soupes et la bière, de même que dans celle des cosmétiques, des peintures et des médicaments. Jusqu'à tout récemment, la mousse irlandaise récoltée dans la région de l'Atlantique représentait environ 80% du carraghénane produit en Occident. De nos jours, plusieurs autres algues marines produisant divers types de carraghénanes sont exploitées un peu partout dans le monde.

À l'époque de la création du Laboratoire régional de l'Atlantique (LRA), établi à Halifax en 1952, on disposait de bien peu de données scientifiques sur les algues marines. Le Dr Fred Simpson, directeur actuel du LRA, illustre cette situation de manière assez frappante: «Au début de nos travaux sur les algues marines, il y a plus de deux décennies, l'état des connaissances sur leur taxonomie, leur génétique, leur biochimie et leur chimie était comparable à la situation qui prévalait en botanique des plantes terrestres deux siècles auparavant!»

«Notre intérêt pour les algues marines tient autant à la simple curiosité scientifique qu'au désir d'exploiter leurs dérivés exceptionnels», d'ajouter le Dr Simpson. «Ces plantes ont subi leur évolution dans un milieu qui diffère énormément de celui des plantes terrestres ou des plantes d'eau douce. Elles renferment des composés biologiques uniques et ont en outre des cycles vitaux, des étapes de croissance et de reproduction très différents. Par exemple, beaucoup d'entre elles poussent mieux quand la température est relativement froide, ce qui s'explique

par les modifications biologiques qu'elles ont subies depuis qu'elles se sont distinguées des plantes terrestres il y a des millions d'années. Ces modifications exceptionnelles et bien d'autres caractéristiques en font des plantes très intéressantes pour les scientifiques.»

Le Laboratoire régional de l'Atlantique a entrepris de rassembler dans un groupe pluridisciplinaire des biologistes, des biochimistes et des chimistes afin d'étudier les plantes marines et de mettre les connaissances ainsi acquises au service de l'économie de la région de l'Atlantique. Ce groupe sert de pivot pour de telles études dans les Maritimes et coopère de très près avec les chercheurs des universités de la région, et avec les industries et les autres organismes gouvernementaux. En outre, cette année, en collaboration avec des étudiants de l'Université Acadia et le Ministère de la main d'œuvre et de l'immigration, on procédera à une grande étude de la faune et de la

flore du littoral de la Baie de Fundy.

L'une des réussites les plus remarquables dans le domaine de la recherche sur les algues marines a trait à un projet de recherche consacré à l'algue la plus importante de la région de l'Atlantique, du point de vue économique, la mousse irlandaise (*Chondrus crispus*).

Les chercheurs du LRA ont procédé à une étude complète de la biologie de la mousse irlandaise. La réussite du projet est directement liée aux connaissances acquises dans trois domaines particuliers: la nature chimique des carraghénanes, les rapports existant entre ces composés et le cycle biologique de la mousse irlandaise et la culture de cette plante sur une grande échelle au moyen d'une méthode de reproduction végétative.

Vers la fin des années 40, on a fractionné le carraghénane en deux composés, le kappa, agent gélifiant recherché, et le lambda, un composé visqueux moins intéressant. C'est la mé-

ARL scientists have performed a comprehensive program of research on the biology of Irish Moss. Success in the project has revolved around an understanding of three principal areas: the chemical nature of carrageenans, the relationship between these compounds and the life cycle of Irish Moss, and the ability to grow the plant vegetatively on a large scale.

In the late 1940's, carrageenan was fractionated into two components, kappa, the desirable gelling agent, and lambda, a viscous, less valuable fraction. Industry uses this procedure routinely to isolate the kappa from the lambda form. ARL scientists helped to characterize the molecular structures of these carrageenans, and succeeded in describing the life cycle of *C. crispus* as well. The work showed that beds of the algae contained three normally indistinguishable types of mature plants, a male, a female and a diploid form, the latter being a sexual fusion product of the other two. This knowledge led to a key discovery — the carrageenan type is linked to the phases of *C. crispus*' life cycle. The sexual (or haploid) plants produced the kappa form while the diploid plant produced the lambda form.

If these plant types are grown alone, the expensive fractionation procedures to separate kappa and lambda carrageenan can be eliminated. Researchers at ARL's Sandy Cove Seaweed Culture Station solved the remaining problem. Working with large experimental tanks that simulated the marine environment, they determined the conditions under which *C. crispus* can be grown vegetatively on a large scale.

This development has made possible the cultivation of that phase of the life cycle of Irish Moss which yields the type of carrageenan of greatest industrial interest. Two companies, Marine Colloids Ltd. and Genu Products, have signed a licence agreement with Canadian Patents and Development Limited on the process. Each has established pilot plants to investigate the possibilities of large scale application of the growth techniques.

Scientists at the ARL are now turning to other marine algae that grow in the Atlantic region. One of the plants under study is *Gracilaria*, a source of the agar used in the food and pharmaceutical industries. Along with the necessary basic investigations of the reproductive cycle and growth conditions of this plant, researchers are attempting to culture it in the same

manner as Irish Moss.

According to ARL's Dr. J. P. van der Meer, a plant geneticist, *Gracilaria* is an excellent plant to study as a model for all red algae: "this alga is mostly restricted to the warm waters of the gulf of the St. Lawrence, the shallow warm waters off Prince Edward Island and the "salt ponds" of Nova Scotia. It is not abundant enough to sustain a viable industry, but there is an interest in it from a mariculture (sea-farming) point of view."

"When I joined ARL," continues Dr. van der Meer, "there were only a few research papers in the scientific literature on the genetics of red algae. The field was virtually unexplored territory. We could only assume that red algae would breed in a manner similar to that of higher plants, although they might well have some unique breeding properties.

"One of the first things we did with *Gracilaria* was to treat it with a chemical mutagen to get some variability that we could use for genetic

studies. Although the normal form of the plant is brown, we produced other colored forms to study its genetic inheritance.

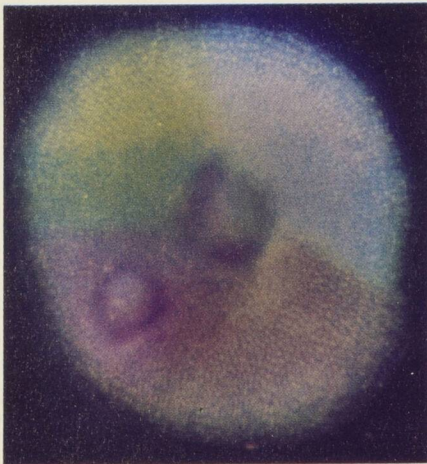
"We are now looking at various approaches to culturing *Gracilaria* in tanks; these include using new forms of the plant with more than the usual number of chromosomes in the nucleus. These so-called "triploid" algae (with an additional set of chromosomes) seem to be larger and to grow faster than the normal form of the plant. Their use, along with other refinements in the growing conditions, might make possible the commercial culture of *Gracilaria* in tanks, or in the Nova Scotia salt ponds."

Mariculture, the farming of marine plants, may well be one of humanity's key sources of nutrition in the future. The Atlantic Regional Laboratory is ensuring that Canada will be suitably equipped with the necessary knowledge and technical know-how for expansion into this area. □

**Michel Brochu**

#### Cherchez la femme

Another marine plant that ARL is looking at is a Maritime delicacy called dulce: this Maritime favorite is a large edible red alga that is harvested on Grand Manan Island, New Brunswick, and eaten for its distinctive and delicate flavor. It is also high in protein. A most peculiar feature of this plant is that in 150 years of research, nobody has ever found a female plant. There are many male plants and many spore-carrying plants, but no female plants. ARL scientists are trying to solve this genetic riddle through chromosome studies and other investigations.



#### Cherchez la femme

Une autre plante qui éveille l'intérêt des chercheurs du LRA est une spécialité des Maritimes, la dulce. Les résidents de cette région se régalaient de cette grande algue rouge comestible qu'on récolte dans l'île du Grand Manan, au Nouveau-Brunswick. Ils apprécient sa saveur particulière et en retirent également une bonne source de protéine. Une caractéristique plutôt surprenante de cette plante est qu'en cent cinquante années de recherche, on n'en a jamais découvert de forme femelle. Il en existe beaucoup de plantes mâles ou de plantes porteuses de spores, mais pas de femelles. Les chercheurs du LRA essaient de percer ce mystère génétique au moyen d'études portant sur les chromosomes et d'autres investigations.

**This *Gracilaria* spore combines four of the color mutations possible in the plant. Scientists from the Atlantic Regional Laboratory of NRC use these color mutations as a tool to unravel the genetic mysteries of this algae.**

**Ce spore de *Gracilaria* possède en même temps quatre des couleurs possibles chez cette plante. L'étude des mutations de couleur de cette algue est un outil permettant aux chercheurs du Laboratoire régional de l'Atlantique du CNRC de déchiffrer ses mystères génétiques.**

Dr. J. P. van der Meer, Atlantic Regional Laboratory / Laboratoire régional de l'Atlantique

thode couramment employée par l'industrie pour séparer le kappa du lambda. Les chercheurs du LRA ont contribué à la détermination des structures moléculaires de ces carraghénanes et sont également parvenus à décrire le cycle biologique de *C. crispus*. Ces travaux ont montré que certaines planches de ces algues contenaient trois types de plantes adultes d'apparence normalement identique, une mâle, une femelle et une de forme diploïde naissant d'un spore résultant de la fusion sexuelle des deux autres. Ces données ont alors conduit à une découverte cruciale: le type de carraghénane était lié aux phases du cycle biologique de *C. crispus*. Les plantes dites sexuelles ou haploïdes ne produisaient que du carraghénane kappa alors que les plantes diploïdes ne produisaient que du lambda.

Si ces types de plantes sont cultivées séparément, les procédés coûteux de fractionnement nécessaires à la séparation des carraghénanes kappa et lambda peuvent être éliminés. Les chercheurs de la station de culture des algues de Sandy Cove ont trouvé la solution à ce dernier problème. Utilisant de grandes cuves expérimentales simulant l'environnement marin, ils ont déterminé les conditions requises pour la culture végétative de *C. crispus* sur une grande échelle.

Ces travaux ont rendu possible la culture sélective de l'étape du cycle de vie de la mousse irlandaise qui produit le polysaccharide simple le plus important pour l'industrie. Les compagnies Marine Colloids et Genu Products Canada Ltd. ont signé un accord de licence avec la Société canadienne de brevets et d'exploitation limitée sur le procédé breveté. Les deux compagnies ont chacune établi des usines pilotes pour étudier la possibilité d'une application à grande échelle de ces techniques.

Les chercheurs du LRA s'intéressent maintenant à d'autres algues marines qu'on retrouve dans la région de l'Atlantique. L'une des algues à l'étude est la *Gracilaria*, source de la gélose employée par les industries alimentaire et pharmaceutique. Les chercheurs procèdent à une étude de base du cycle de reproduction et de croissance de cette plante dans le but de la cultiver comme on le fait pour la mousse irlandaise.

Selon le Dr J. P. van der Meer, phytogénéticien et chercheur au LRA, la *Gracilaria* est un très bon sujet d'étude, qui peut servir de modèle



Bruce Kane, PIB/DIP

**The Sandy Cove Seaweed Culture Station on the Atlantic coast near Sambro, Nova Scotia. Investigations of large-scale growth of seaweeds are carried out in specially-designed tanks located in the greenhouses and on a site exposed to the ocean weather. A constant supply of seawater is pumped up from the ocean and processed through three sedimentation tanks and a filter before distribution to the growth tanks.**

**La station de culture des algues de Sandy Cove sur la côte de l'Atlantique près de Sambro, en Nouvelle-Écosse. Des études sur le développement des algues à une échelle commerciale se font à l'aide de réservoirs de conception spéciale qui sont situés dans des serres et sur un site exposé au climat de l'océan. L'eau de mer est pompée à débit constant, dirigée dans trois bassins de sédimentation et filtrée avant d'être distribuée aux réservoirs de culture.**

pour tous les types d'algues rouges: «On retrouve principalement cette algue dans les eaux tièdes du golfe du Saint-Laurent ainsi que dans les eaux peu profondes qui entourent l'Île-du-Prince-Édouard et dans les lagunes de la Nouvelle-Écosse. Trop peu répandue pour être l'objet d'une exploitation industrielle rentable, la *Gracilaria* est intéressante du point de vue de l'aquiculture.»

«À mon arrivée au LRA», de préciser le Dr van der Meer, «la littérature scientifique contenait très peu d'articles de recherche sur la génétique des algues rouges. Ce domaine de recherche était pratiquement un terrain vierge. Nous ne pouvions que postuler que les algues rouges se reproduiraient de façon analogue aux plantes supérieures; il demeurerait fort possible qu'elles aient des particularités très originales dans ce domaine.»

«L'une des premières étapes de notre étude de la *Gracilaria* fut de la soumettre à un produit chimique mutagène, pour créer des mutations facilitant les études génétiques. Bien que la forme habituelle de la plante soit de couleur brune, nous en avons créé des spécimens de plusieurs autres couleurs

afin d'étudier la transmission héréditaire des gènes de son noyau et de son cytoplasme.»

«Nous nous penchons maintenant sur diverses façons de cultiver la *Gracilaria* dans des bacs; l'une des approches est l'emploi de nouvelles formes de la plante dont le noyau cellulaire possède un nombre de chromosomes supérieur à la normale. Ces plantes 'triploïdes' (leur noyau possède trois ensembles de chromosomes alors que les cellules normales de la plante possèdent deux ensembles de chromosomes et les cellules sexuelles n'en possèdent qu'un) sont plus grosses et poussent plus vite que la forme habituelle de la plante. Grâce à elles, il pourrait être possible de faire la culture commerciale de la *Gracilaria* dans des bacs ou dans les lagunes de la Nouvelle-Écosse.»

L'aquiculture ou culture des plantes marines, pourrait bien devenir l'une des ressources alimentaires clefs de l'humanité dans un proche avenir. Le Laboratoire régional de l'Atlantique apporte sa contribution pour doter le Canada des connaissances et des techniques nécessaires pour exploiter cette nouvelle richesse. □

**Michel Brochu**

# The story of rapeseed — A crop “developed” by science

*Rapeseed became a food crop after scientists removed its unpalatable features.*

The story of how rapeseed achieved its status as the largest domestic oilseed crop in Canada, from modest beginnings as a source of marine lubricant in the early 1940's, is a story of teamwork. Scientists from industry, the universities and government worked together on interrelated programs that shared a common goal: to eliminate the undesirable aspects of rapeseed, making its oil acceptable for human consumption and its protein meal a valuable addition to livestock rations. At first, food companies found the oil unsuitable for making such things as margarines, shortenings and salad oils because of color and taste problems and the difficulty in getting it to harden, while livestock growers reported poor growth responses when it was used in animal feed. Nonetheless, there was a need for rapeseed in Canada, both as an alternative crop to wheat and as a domestic source of oil, and the experience of the war years showed that it grew well on the Prairies.

The web of research activity that grew in response to this need was centred at Saskatoon, Saskatchewan, with scientists at the Prairie Regional Laboratory playing a key role. The thrust of the work, to develop a superior variety of rapeseed by plant breeding and to modify processing techniques to give a better protein meal and oil, depended upon effective tools of chemical analysis. This aspect of the research fell predominantly to PRL with its experienced scientific staff and modern instruments of analysis in chemistry and biochemistry.

One of the earliest problems with rapeseed concerned the presence of toxic substances that adversely affected the thyroid glands of test animals. PRL scientists showed that these substances (responsible for the “hot” flavor of horseradish and mustard) were produced when an enzyme degraded compounds in the rapeseed called glucosinolates, a group of sulphur-containing

sugars. Using a pilot-plant laboratory, they worked out an enzyme-destroying step for the process that left the glucosinolates intact without affecting other nutritional aspects of the product. This improved the rapeseed meal and qualified the oil for human consumption.

Another study, motivated at first by simple curiosity, began in the 1950's with the advent of Gas Liquid Chromatography, a sensitive analytical instrument that allowed PRL scientists to measure the levels of individual fatty acids in single rapeseeds. By splitting the seeds, one half for analysis and the other for planting, they were able to study fatty acid inheritance from one generation to the next. As a result of

this “single seed technique”, plant breeders from Agriculture Canada developed a rapeseed variety low in erucic acid, which they called Oro. The importance of Oro and other varieties low in erucic acid became clear when nutritional studies implicated it in the formation of heart lesions. Today, most of the rapeseed grown in Western Canada is a “double low” variety called Tower, with reduced levels of both erucic acid and the glucosinolates. In fact, double low varieties such as Tower and Candle compete favorably with soybeans as sources of edible oil and protein supplements in livestock rations. □

**Wayne Campbell**



**The yellow flowers of rapeseed are now a common sight in western Canada. The crop ranks third in Canadian production, behind wheat and barley.**

**Les fleurs jaunes du colza sont maintenant très répandues dans l'Ouest canadien. Le colza est devenu la troisième récolte canadienne en importance, précédé du blé et de l'orge.**

Bruce Kane, PIB/DIP

# Une plante "mise au point" par les scientifiques

## Le dossier du colza

*En éliminant les caractéristiques indésirables du colza, les scientifiques ont créé une nouvelle ressource alimentaire.*

C'est grâce à un travail d'équipe que le colza est devenu, après avoir débuté modestement comme source de lubrifiant marin au commencement des années quarante, la plus importante culture de graines oléagineuses au Canada. Les scientifiques de l'industrie, des universités et du gouvernement ont travaillé ensemble sur des programmes interdépendants qui visaient un but commun: éliminer les caractéristiques indésirables du colza pour obtenir d'une part une huile comestible et, d'autre part, des tourteaux de protéines qui constituent un précieux additif pour les rations alimentaires du bétail.

Les compagnies de produits alimentaires trouvaient que l'huile de colza ne se prêtait pas à la fabrication de margarine, de graisse de cuisson et d'huile à salade en raison de sa couleur et de son goût et de la difficulté qu'il y avait à la durcir, tandis que, de leur côté, les éleveurs de bétail se plaignaient de l'insuffisance du développement des animaux lorsqu'ils utilisaient les tourteaux de colza pour les alimenter. Le Canada avait néanmoins besoin du colza, tant comme récolte pouvant alterner avec le blé que comme source nationale d'huile comestible, et l'expérience des années de guerre avait montré qu'il poussait bien dans les Prairies.

Le noyau des recherches qui ont été entreprises pour répondre à ce besoin était situé à Saskatoon, en Saskatche-

wan, les scientifiques du Laboratoire régional des Prairies jouant un rôle clef. L'effort nécessaire au développement (par la phytogénétique) d'une variété supérieure de colza et à la modification des techniques de traitement pour obtenir une huile et un tourteau protéinique de meilleure qualité ne pouvait s'exercer sans des outils efficaces d'analyse chimique. Cet aspect de la recherche a été principalement confié au LRP qui disposait de chercheurs expérimentés et d'instruments modernes d'analyse tant sur les plans chimique que biochimique.

Au nombre des premiers problèmes qu'il a fallu résoudre se trouvait celui de la présence de substances toxiques qui affectaient les glandes thyroïdes des animaux servant aux expériences. Les chercheurs du LRP ont montré que ces substances (qui donnent une saveur «piquante» au raifort et à la moutarde) apparaissaient lorsqu'une enzyme dégradait des composés du colza appelés glucosinolates (groupe de sucres contenant du soufre). Utilisant un laboratoire pilote, ils sont parvenus à mettre au point une étape qui, au cours du procédé, détruit les enzymes et laisse les glucosinolates intacts sans affecter les autres aspects alimentaires du produit. Ces travaux ont permis d'améliorer le tourteau de colza et de rendre son huile comestible.

Un autre projet de recherche, motivé à ses débuts par la simple curiosité scientifique, a été rendu possible dans les années cinquante par la mise au point d'une technique d'analyse très fine, la chromatographie gaz-liquide.

Cette technique a permis aux scientifiques du LRP de mesurer la concentration de certains acides gras dans une seule graine de colza à la fois. En coupant les graines en deux, une moitié étant analysée et l'autre plantée, ils ont pu étudier le transfert des acides gras d'une génération à une autre. Grâce à cette «technique de la graine unique», les phytogénéticiens d'Agriculture Canada sont parvenus à mettre au point une variété de colza à faible teneur en acide érucique qu'ils ont appelée Oro. L'importance d'Oro et d'autres variétés à faible teneur en acide érucique est devenue manifeste lorsque des études sur la nutrition ont impliqué cet acide dans la formation de lésions cardiaques.

De nos jours, la plus grande partie du colza cultivé dans l'Ouest canadien a à la fois une faible teneur en acide érucique et en glucosinolates. De telles variétés de colza, comme par exemple les variétés Tower et Candle, remplacent même avantageusement le soja comme source d'huile comestible et de supplément protéinique dans les moules pour bestiaux. □

*Texte français: Claude Devismes*

**Récolte de colza.** Depuis qu'on a découvert que les variétés à graines de couleur jaune sont plus riches en huile et en protéines, on prévoit de les cultiver de préférence aux variétés actuelles à graines de couleur foncée.

**Harvested rapeseed.** With the discovery that yellow-hulled seeds boost the percentage of oil and protein in a given crop weight, the next few years should see a change from these dark colors to yellow.



Bruce Kane, PIB/DIP

# Sugar extraction — A sweetener for industry

*Sugar cane is treated by a new mechanical process with economic advantages. Previously discarded waste products can now be used as construction material.*

To most of us, a vacation is the time to relax and try to forget about work, but for one Canadian, it provided the key for an invention which may one day revolutionize the economies of many Third World nations. For Bob Miller, a consultant to an architectural firm, a visit to a sugar plant while on holiday in the West Indies sparked off a train of thought which ended in the development of a new method of sugar cane processing.

Miller had visited one of the many sugar mills in the West Indies and watched a process which has remained virtually unchanged for 150 years. Cane, cut in the fields, is transported in wagons to the mill where it is transferred to a conveyor belt. It then passes through a series of heavy iron crushers and is pulverised into a sticky mass of sugar pulp, field dirt and cane fibres. This dark pulp, a far cry from the clear white crystals found in our supermarkets, is then processed through a series of filtration and purification steps before the liquid is evaporated to give pure sugar.

Miller was struck not only by the inefficiency of the process, but by the tremendous volume of waste material (called "Bagasse") which the mill produced. Bagasse, made up of dirt, crushed fibres and the waxy coating of the sugar cane, is produced in large quantities (several tons per hour) and must be removed before it starts to ferment. In some factories it is burned to produce steam power for the crushers, while in others it is dumped into rivers.

That night, Bob Miller returned to his hotel room with a piece of sugar cane and began to think about what he had seen that day. He noted the soft pulpy interior and then examined the fibrous outer casing, which was normally burned or thrown away, and he recalled the suggestion of his architect colleague Ted Tilby to be on the lookout for waste material which could be used to produce low cost building materials.

Back in Canada, Tilby and Miller reasoned that it should be possible to extract the pulp in a more efficient manner, leaving the outer fibres intact for use as a potential construction material. After several trials, they devised

the process which now forms the basis of machines being manufactured in Canada by Hawker-Siddeley for sale in the sugar producing countries of the world. Cane is cut into one-foot lengths, split, and the pulp extracted by scrapers. Instead of the usual dark mixture of pulp and crushed fibres, the new process yields a milky-white pulp which requires less refining. The by-product of this pulp after sugar extraction is highly nutritious cattle feed.

And what of the sugar cane's outer shell? Since the fibres are no longer crushed in the new process they may be easily converted into a variety of useful materials. At one end of the scale, a simple compression and bonding gives rise to lightweight efficient insulation and soundproofing material. At the other end, a highly workable synthetic wood with good tensile strength and the density of red oak can be produced. In between these extremes, the fibres can be formed into a variety of desirable construction panels. Another product which can be formed from the fibres is high quality paper, opening the possibility of paper production without the need of trees.

The economic advantages of the new process are immediate. Cane, which in a conventional mill gives \$40 per ton in sugar, can now yield \$140 per ton in sugar, cattle feed and construction board. In addition, the cane industry has a more diversified market for its crop. Sugar is traditionally sensitive to economic fluctuations and the grower and refiner can find the market value of the product changing from season to

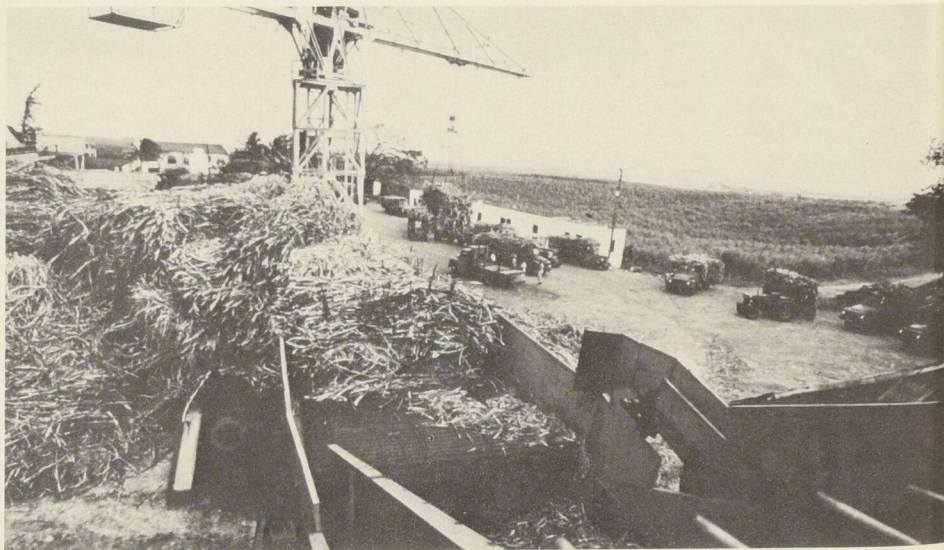
season. By diversifying the industry into papermaking, cattle feed and construction board production, this economic situation can be stabilized.

Manufacture of the new machinery has been licenced by Canadian Patent and Development Limited to Hawker-Siddeley who produce the equipment in Canada. Economic benefits for Canadians arise both through the manufacture and sale of machinery and the royalty that accrues from using the process. This revolutionary new method is still in its early stages, but several new plants are being built and the large sugar manufacturers are considering the long-term redesign of their installations.

The implications of this Canadian invention are difficult to estimate but may indeed be far reaching. Sugar cane flourishes in equatorial regions, making it an important crop for many developing countries. As a crop, it is one of the most efficient plants in the conversion of sunlight into nutrients, and needs replanting only every seven to eight years. The advantages to third world countries of exploiting sugar cane lie not only in increased profits but in the establishment of new industries, such as papermaking and the production of construction materials in areas where good lumber-producing trees do not grow.

The fortuitous interest of a Canadian on holiday may prove to be the shot in the arm so badly needed by the economies of many equatorial countries. □

**David Peat**



W. M. Hill, CPDL/SCBE

Sugar cane arrives at the factory by truck and is loaded onto an endless belt.

La canne à sucre est apportée à l'usine par des camions qui la déchargent sur des transporteurs à bande.

# L'extraction du sucre

## Un stimulant pour l'industrie

*Les nouveaux procédés mécaniques de traitement de la canne à sucre présentent de nombreux avantages économiques. Les déchets autrefois rejetés peuvent maintenant servir de matériaux de construction.*

Bien que les vacances soient une occasion de nous reposer et d'oublier notre travail, cela n'a pas empêché le Canadien Bob Miller de réaliser une invention qui pourrait révolutionner l'économie du tiers monde. En effet, pour ce conseiller auprès d'une compagnie d'architecture, la visite d'une sucrerie, lors de ses vacances aux Antilles, a déclenché une succession d'idées qui ont abouti à la réalisation d'une nouvelle méthode de traitement de la canne à sucre.

Les techniques actuelles datent pratiquement de 150 ans. La canne est coupée dans les champs, placée sur des wagons et versée sur des transporteurs à bande. Elle passe ensuite par une série de broyeurs qui la transforment en une masse visqueuse constituée de pulpe, d'impuretés et de fibres de cellulose. Cette masse brune est ensuite traitée par une série de procédés de filtration et de purification pour donner du sucre pur.

M. Miller a été surpris non seulement par le mauvais rendement de ce procédé, mais aussi par la quantité énorme de déchets (la « bagasse » qui en résulte). La bagasse, qui est constituée d'impuretés, de fibres de cellulose broyées, et d'une matière cireuse qui recouvre la canne à sucre, est produite en grande quantité (plusieurs tonnes à l'heure) et doit être retirée avant qu'elle ne commence à fermenter. Dans certaines usines on la brûle et la vapeur obtenue fait marcher les broyeurs; dans d'autres on la déverse dans les rivières, ce qui pollue l'environnement.

Cette nuit-là, Bob Miller retourna à l'hôtel, un morceau de canne à sucre en main, et il commença à penser à ce qu'il avait vu au cours de la journée. Il remarqua la pulpe tendre à l'intérieur de la canne puis examina l'écorce fibreuse qui est normalement brûlée ou jetée, et il se rappela que son collègue Ted Tilby lui avait demandé de voir si certains déchets pouvaient servir à la fabrication de matériaux de construction bon marché.

À son retour au Canada, il consulta M. Tilby et tous les deux conclurent qu'il serait possible d'extraire la pulpe d'une façon plus efficace en laissant les fibres périphériques intactes pour permettre leur utilisation comme maté-

riau de construction. Après plusieurs essais, ils ont mis au point un nouveau procédé qui est maintenant à la base du principe des machines actuellement construites au Canada par Hawker-Siddeley et destinées aux pays producteurs de sucre. À l'aide de cette méthode, la canne est coupée en segments d'un pied de long, puis fendue, et la pulpe est extraite à l'aide de racloirs. À la place du mélange brun de pulpe et de fibres de cellulose broyées habituellement obtenu, ce nouveau procédé donne une pulpe de consistance laiteuse qui demande un raffinage relativement moins complexe. Le produit restant après extraction du sucre constitue un fourrage très nourrissant pour le bétail.

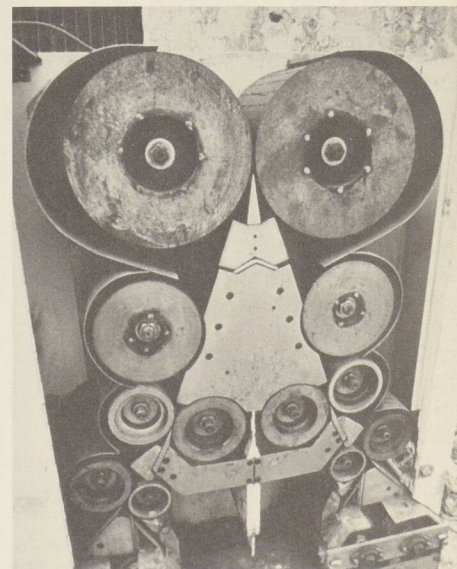
Mais qu'advient-il de l'écorce de la canne à sucre? Comme les fibres de cellulose ne sont plus broyées au cours de ce nouveau procédé, il est possible de les transformer facilement en une variété de matériaux très utiles. Un simple procédé de compression et de collage permet d'obtenir un matériau isolant et isophone, léger et très efficace. Un procédé plus élaboré permet d'obtenir un bois synthétique très maniable, ayant une bonne résistance à la traction et la consistance du chêne rouge. Les fibres de cellulose peuvent aussi servir à la fabrication d'une variété de panneaux de construction très utiles; elles permettent également d'obtenir du papier de haute qualité, ce qui rend la production de papier possible sans avoir recours aux forêts.

On peut immédiatement tirer profit de ce nouveau procédé. Alors que le rendement des méthodes traditionnelles de raffinage de la canne à sucre est de 40 dollars par tonne de produit brut, ce nouveau procédé qui fournit du sucre, du fourrage et des matériaux de construction, a un rendement de 140 dollars par tonne de produit brut. Par ailleurs, un marché plus diversifié s'ouvre à l'industrie de la canne à sucre. Le sucre a toujours été sensible à la fluctuation économique, et sa valeur, du point de vue agricole et industriel, peut changer d'une saison à l'autre. Si l'industrie de la canne à sucre s'oriente également vers la fabrication de papier, de fourrage, et de matériaux de construction, cette situation économique pourra se stabiliser. La Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée a accordé une licence à la compagnie Hawker-Siddeley pour la fabrication de cet équipement au Canada. Le Canada pourra bénéficier de la fabrication et de la vente de ces ma-

chines ainsi que des droits d'invention provenant de l'utilisation de ce procédé. Cette méthode révolutionnaire est encore au premier stade de son développement mais plusieurs nouvelles usines sont en construction et les grosses compagnies sucrières envisagent une rénovation à long terme de leurs installations.

Il est difficile d'estimer les conséquences de cette invention canadienne d'une portée incalculable. La canne à sucre prospère dans les régions équatoriales, c'est pourquoi sa culture est si importante dans un grand nombre de pays du tiers monde. C'est une des plantes qui utilisent la lumière solaire avec le plus d'efficacité pour la synthèse de substances nutritives, et elle ne demande à être replantée que tous les sept ou huit ans. Les avantages que présente l'exploitation de la canne à sucre dans les pays du tiers monde dérivent non seulement de la production du sucre, mais également des possibilités d'établissement de nouvelles industries pour la fabrication de papier et de matériaux de construction dans des régions ne possédant pas les essences forestières adéquates. C'est ainsi que les vacances d'un architecte canadien ont permis de découvrir le remède qui pourrait guérir l'économie de nombreux pays équatoriaux. □

*Texte français: Annie Hlavats*



W. M. Hill, CPDL/SCBE

**Ce prototype de la nouvelle machine mise au point par MM. Miller et Tilby peut traiter 45 tonnes de canne à sucre à l'heure et donne depuis trois ans des résultats très satisfaisants.**

**This prototype of Miller and Tilby's new processor, capable of handling 45 tons of cane per hour, has been in successful operation for over three years.**

# Monitoring a dairy disease — Early detection means more milk



Chris Bruon, B.C./C.-B.

*A Saskatchewan company has used an NRC Industrial Research Assistance Program grant to develop an instrument for detecting early signs of mastitis in cows. For farmers, it will more than pay for itself in increased milk production.*

Mastitis, a bacterial infection of cow udders, costs the average dairy farmer over \$5,000 per year in lost milk production and veterinary fees. Though biological methods exist that warn of the disease's onset, farmers have neither the time nor money for continuous checking of their animals, and by the time the condition becomes apparent it is already too late. The infected cow must be removed from milk production and treated with antibiotics.

What has always been needed is a simple, inexpensive way of alerting the farmer to the infection during its early stages, and, though it sounds like a job for a microbiologist or biochemist, one of the most promising detection systems developed to date comes from two physicists at SED Systems Ltd. of Saskatoon, Saskatchewan.

According to SED's Dr. Hugh Wood, dairymen cope with mastitis by routinely treating their cows with antibiotics immediately prior to calving, at a time when they are not producing milk. "The problem," he explains, "is that the animals can develop tolerances to the drugs. The unnecessary use of antibiotics is just not advisable, either from a medical or an economic point of view." It turns out that several bacterial strains can cause mastitis, which results in incubation periods for the

disease that vary anywhere from a few days to weeks. "Our system detects the disease during this early period when it is easiest to cope with," continues Dr. Wood. "A farmer simply treats individual cows when the early signs of infection show up, rather than the usual wholesale treatment of the animals irrespective of the presence of symptoms."

The instrument, which connects easily into standard milking equipment, works by measuring the "conductivity" of milk, that is, its ability to carry an electric current. When udder cells are attacked by the disease they rupture, thereby releasing salt ions into the milk, and increasing its current-carrying ability. While this kind of measurement usually entails dipping electrodes into the solution under study, health regulations prohibit such treatment of milk; the machine has therefore been designed to "sense" the conductivity from outside the tubes connecting the udder to the milk-collecting vessel.

As for natural changes in milk conductivity, the machine is set up to handle that problem too. "Things like unusual stresses on the cow, the time of day, even the season, can lead to changes in conductivity," explains Dr. James Robar, the other team member. "When mastitis strikes, however, it starts in one udder and spreads to the other three. By comparing the udders then, it is possible to see this conductivity jump with respect to the others despite the natural variations."

To test their instrument, the SED scientists monitored a small group of cows from the dairy herd maintained

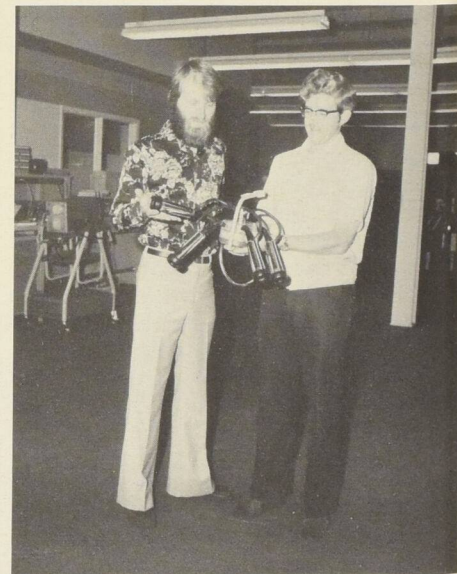
by the University of Saskatchewan Department of Food and Dairy Science. Comments Jim Robar: "during these trials, the Western College of Veterinary Medicine ran tests on the kinds and numbers of bacteria present in the milk, and the Department of Food and Dairy Science carried out cell counts. The presence of white blood cells is normal in milk, but their number increases dramatically with the onset of mastitis, and forms the basis of a standard test for the disease."

The effectiveness of the instrument was borne out in the close correlation between its read-out data and the results of the chemical-biological analytical tests.

"Primarily, we see the instrument as an aid in herd management," continues Jim Robar. "It supplies one more item of vital information that a dairyman can use in making the everyday decisions affecting his farm operation."

"After all," explains Hugh Wood, who grew up on a farm, "an experienced dairy farmer can deduce a lot just by looking at the shine in a cow's eye. The sum of this experience will continue to be the basis of his farm management decisions. What our instrument does is provide concrete data on udder infection that aids him in making these judgments." □

**Wayne Campbell**



Bruce Kane, PIB/DIP

**Drs. James Robar and Hugh Wood of SED Systems Ltd. display their instrument for detecting early signs of mastitis in cows.**

**Les Drs James Robar et Hugh Wood, de SED Systems Ltd., montrent l'instrument permettant de déceler les premiers signes de mastite chez les vaches laitières.**



# Pour accroître la production laitière

## Dépistage précoce de la mastite

*Une compagnie de la Saskatchewan a utilisé une subvention du Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC pour mettre au point un instrument permettant de déceler les premiers signes de mastite chez les vaches laitières. Le prix qu'il coûtera aux fermiers sera largement compensé par l'augmentation de la production laitière.*

La mastite, infection bactérienne de la mamelle de la vache, coûte au producteur laitier moyen plus de 5 000 dollars par an en perte à la production et en frais de vétérinaire. Bien qu'il existe des méthodes biologiques permettant de déceler les premiers signes de la maladie, les agriculteurs n'ont ni le temps ni les moyens d'assurer une surveillance continue de leur bétail et lorsque la maladie devient apparente il est déjà trop tard. L'animal malade doit être retiré de la production et traité aux antibiotiques.

Ce qu'il fallait trouver c'était un moyen simple et bon marché qui permette au producteur de déceler l'infection à ses tous débuts. On aurait tout naturellement confié cette tâche à un microbiologiste ou à un biochimiste mais ce sont deux physiciens de la compagnie SED Systems Ltd., de Saskatoon, dans la Saskatchewan, qui ont, jusqu'à ce jour, mis au point le système de détection le plus prometteur.

D'après le Dr Hugh Wood, de SED, les producteurs de lait préviennent la mastite en traitant leurs vaches avec des antibiotiques immédiatement avant le vêlage alors qu'elles ne donnent pas encore de lait. «Seulement voilà», d'expliquer le Dr Wood, «l'organisme des animaux peut s'accoutumer à cette médication préventive et il faut dire que tant du point de vue médical qu'économique, l'usage systématique des antibiotiques est absolument à déconseiller». Il se trouve que plusieurs souches bactériennes peuvent provoquer la mastite dont la période d'incubation varie de quelques jours à plusieurs semaines. Redonnons la parole au Dr Wood: «Grâce à notre système, la maladie peut être décelée au cours de ce premier stade, qui est le moment où il est le plus facile de la combattre. Il suffit au producteur de ne traiter que les animaux affectés dès l'apparition des premiers signes d'infection au lieu de devoir traiter l'ensemble du troupeau dans tous les cas, c'est-à-dire même en l'absence de symptômes.»

L'instrument, qui mesure la «conductivité» du lait, c'est-à-dire son aptitude à transporter le courant, se branche facilement sur les machines à traire courantes. Lorsqu'elles sont attaquées par la maladie, les cellules mammaires se rompent en libérant des ions de chlorure de sodium dans le lait, augmentant de ce fait sa conductivité.

Pour faire ce genre de mesure il faut habituellement plonger des électrodes dans la solution étudiée mais les règlements d'hygiène l'interdisant dans le cas du lait il a donc fallu concevoir un instrument qui puisse, tenant compte bien entendu des variations naturelles de la conductivité du lait, la mesurer à l'aide de capteurs placés sur la paroi extérieure des tubes reliant la mamelle à la citerne réceptrice.

Le Dr James Robar, autre membre de l'équipe, précise que «des facteurs comme un stress inhabituel imposé à la vache, l'heure de la journée, voire la saison, peuvent la faire varier mais comme la mastite s'attaque d'abord à un quartier de la mamelle avant de s'étendre aux trois autres, on peut, en le comparant aux quartiers sains, et malgré les variations naturelles, y déceler un saut de conductivité».

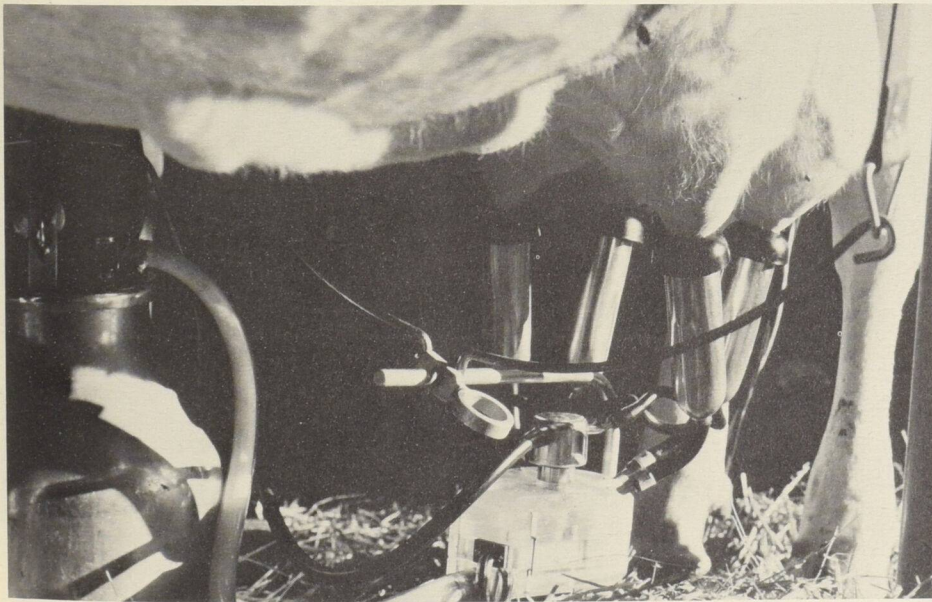
Pour vérifier le bon fonctionnement de leur instrument, les chercheurs de SED ont contrôlé un petit groupe de vaches laitières faisant partie du troupeau appartenant au Département des sciences laitières et de l'alimentation de l'Université de la Saskatchewan. Écoutons Jim Robar: «Au cours de ces contrôles, le Western College of Veterinary Medicine a procédé à des tests sur les types et quantités de bactéries se trouvant dans le lait et le Département des sciences laitières et de l'alimentation a procédé à des comptages de cellules. La présence de globules blancs est normale dans le lait mais leur nombre s'accroît considérablement dès l'apparition de la mastite; il constitue la base du test standard de dépistage de la maladie.»

L'efficacité de l'instrument a été confirmée par la corrélation étroite qui a pu être établie entre les données affichées et les résultats des analyses chimiques et biologiques.

«Nous considérons avant tout l'instrument comme un accessoire utile au contrôle du troupeau. Il fournit au producteur laitier une information vitale complémentaire dont il tient compte pour l'exploitation quotidienne de sa ferme», ajoute Jim Robar.

Laissons la conclusion à Hugh Wood qui a passé sa jeunesse sur une ferme: «Après tout, l'éclat de l'œil d'une vache en apprend beaucoup à un producteur laitier expérimenté et si son expérience restera toujours à la base des décisions qu'il prendra pour gérer son affaire, il n'en tiendra pas moins compte des données concrètes que notre instrument lui fournira.» □

*Texte français: Claude Devismes*



SED Systems Ltd.

The SED mastitis monitor, inserted easily into automated milking machines, measures and compares the current-carrying ability (conductivity) of the milk from each udder. Mastitis increases the milk conductivity.

Le détecteur de mastite de SED, qui se branche facilement sur les machines à traire, mesure et compare la conductivité du lait sortant de chaque quartier de la mamelle. La mastite accroît la conductivité du lait.

# The food technology section — Detective in disguise

*Over the years, researchers have helped the consumer by finding ways to maintain the quality of foods during handling, transportation and storage.*

For months the doors of the storage room have been tightly sealed. Hundreds upon hundreds of crates line the dripping walls. The atmosphere is toxic — three per cent oxygen, five per cent carbon dioxide, the remainder nitrogen. The venture is risky, but the sleuth cannot wait. A porthole is opened. Donning a portable compressed air tank and a rope (so that the body can be pulled out in case it becomes necessary) he enters the room. There is no ladder, so he begins the slow 16-foot upward crawl. As he advances, the rope catches on the boxes, pulling him down, but on he plods. Furry whiskers peer from the crates. Soaked to the skin and exhausted from the climb, he reaches the top. What will he find? He examines the first crate, then a second, and a third. His quest has not been in vain. All the apples are in first class condition! Once again it has been shown that high relative humidity actually prolongs the storage life of most fruits and vegetables.

"This was heresy when we began our work on the long-term storage of Canadian-grown produce almost 25 years ago," says Claude Lentz (scientist turned sleuth), Head of the Food Technology Section of the National Research Council's Division of Biological Sciences. "Everyone knew automatically that high humidity caused mould growth and decay. But we were one of the exceptions." Working in an old, decrepit building on John Street in Ottawa, Mr. Lentz and his colleagues built a jacketed test room for storage of refrigerated products. In the jacketed system, as it later became known, cooling air is circulated through a jacket or space between two walls rather than through the storage area itself. Only heat produced by the vegetables is removed from the storage room by the cooling air, which does not remove moisture from the vegetables, as in the conventional system where the cooling air circulates within the storage chamber. Choosing a product that was well known for its susceptibility to both wilt and decay, they began their work — on eight tons of celery! This was provided by Agriculture Canada, which agreed to store

some of the same celery in a standard storage room at one of its experimental stations. The jacketed storage room was maintained at 100 per cent humidity — the walls, floor and ceiling were soaking wet. "You went in there and slammed the door, and you had your shower for the day," quips Mr. Lentz. The exterior of the cartons was wet, growing mould and whiskers, and although this looked ominous for the future of the celery, when the test was completed, results showed that it kept two to four weeks longer than that stored in the standard storage room. It was crisp and had not lost moisture. The same tests were carried out on carrots, cabbage, potatoes, onions (although high humidity is not recommended for onions as there is dead tissue at the neck which tends to decay), beets, parsnips, brussel sprouts, cauliflower and Chinese cabbage.

**Stored at high relative humidity, the freshness of Canadian vegetables, such as these cabbages being examined by Claude Lentz, will not differ markedly during the winter months from those consumed in summer.**

**Les légumes canadiens, comme ces choux que Claude Lentz examine et qui ont été conservés à une humidité relative élevée, seront presque aussi frais en hiver qu'en été.**



Division of Biological Sciences/Division des sciences biologiques

# Recherche alimentaire

## Une prise en filature

*Au cours des années, les chercheurs ont mis au point, au profit du consommateur, des moyens de préserver la qualité des aliments au cours de la manutention, du transport et pendant le stockage.*

Pendant quelques mois, les portes de l'entrepôt sont restées hermétiquement fermées. Des centaines et des centaines de cageots longent les murs ruisselants d'eau. L'air est toxique — il est essentiellement composé d'azote et contient 3% d'oxygène et 5% de gaz carbonique. Bien qu'il soit dangereux de s'y aventurer, le «détective» n'hésite pas. On ouvre une bouche d'aération. Il pénètre dans l'entrepôt, muni d'une bouteille d'air comprimé portable et d'une corde de secours. Comme il n'y a pas d'échelle, il doit escalader les boîtes qui forment une pile de 16 pieds de haut. Au fur et à mesure qu'il avance, la corde s'accroche aux boîtes et le tire vers le bas, mais il continue sa montée péniblement. Des moisissures filamenteuses poussent sur les cageots. Trempé jusqu'aux os et épuisé par ses efforts, il atteint le sommet. Que va-t-il trouver? Il examine le premier cageot, puis le second et le troi-

sième. Son enquête n'a pas été vaine. Toutes les pommes sont en excellent état! Encore une fois on a prouvé que les taux élevés d'humidité relative prolongent en réalité la durée de conservation de la plupart des fruits et légumes.

«Lorsque nous avons commencé nos travaux sur la mise au point d'un système de stockage à long terme des primeurs provenant du Canada, il y a environ 25 ans, on nous prenait pour des hérétiques», a indiqué Claude Lentz (scientifique devenu «détective» pour la circonstance), chef de la section de technologie alimentaire de la Division des sciences biologiques du Conseil national de recherches. «Tout le monde savait que les taux élevés d'humidité entraînaient automatiquement la croissance de moisissures et la détérioration des aliments. Mais nous faisons exception.» Installés dans un vieil immeuble délabré de la rue John, à Ottawa, M. Lentz et ses collègues ont construit une chambre à double paroi expérimentale pour le stockage de produits réfrigérés. Dans le système à double paroi, comme il a été plus tard constaté, l'air refroidi circule entre les parois plutôt qu'à l'intérieur

de l'entrepôt lui-même. Seule la chaleur dégagée par les légumes est éliminée de l'entrepôt, l'humidité est conservée comme dans les systèmes conventionnels. Comme il fallait choisir un légume susceptible de se flétrir et de se détériorer, on a utilisé huit tonnes de céleri pour ces expériences! Ces légumes ont été fournis par Agriculture Canada qui a également accepté d'en entreposer une partie dans un silo ordinaire situé sur un de ses sites expérimentaux. L'humidité à l'intérieur de l'entrepôt à double paroi a été maintenue à 100% — les murs, le sol et le plafond ruisselaient d'eau. «Lorsqu'on fermait la porte brusquement, on recevait une bonne douche», a ajouté M. Lentz. L'extérieur des boîtes en carton était mouillé et recouvert de moisissures et bien que ces conditions ne semblaient pas adéquates pour la préservation du céleri, lorsque l'expérience fut terminée, les résultats ont

**Le Dr Bert van den Berg et ses collègues de la section de technologie alimentaire préparent des œufs pour une étude des méthodes de refroidissement.**

**Dr. Bert van den Berg and colleagues in the Food Technology Section prepare eggs for cooling study.**



Division of Biological Sciences/Division des sciences biologiques

Today, many growers in apple areas of Ontario employ the jacketed system and others in Quebec and Nova Scotia are using it for storage of cabbage, carrots and turnips. Not only has it extended the marketing season for these fruits and vegetables, but it has resulted in larger returns to producers. Consumers can now obtain Canadian-grown produce of better quality generally at a lower price than imports.

As food in its natural state remains edible for only short periods, its preservation has engaged humanity's attention from earliest times. Prehistoric peoples preserved cereals by parching, vegetables and fruits by drying, milk in the form of fermented products or as cheeses, and fruit juices as cider or wines. Hunters learned to dry or salt game and fish, and for as long as arctic regions have been inhabited, fish, game and other meats have been preserved by freezing. As populations grew and spread throughout the world more efficient methods of food preservation became a necessity, and as science advanced, the biological causes of food spoilage became better understood.

It is not surprising then that NRC, Canada's national research agency, has been involved in food technology since its establishment in 1916. "Probably the high point in terms of maximum manpower devoted to food work was during the second world war," says Mr. Lentz, "when work was carried out on a particular type of bacon for export to Britain and on developing a stable form of powdered eggs." But perhaps the most important work concerned refrigeration because not all ships of the time had cold storage facilities. A portable refrigeration unit which could be installed and connected up on a ship's deck was designed and developed in the Division, making it possible to transport more perishable food across the Atlantic. This, in turn, led to work on railway car refrigeration. "The main result of this work," continues Mr. Lentz, "was that we were able to provide knowledge to the railways on how their refrigerated cars really worked and the temperatures that were actually maintained in them." Later, at the suggestion of the railways, a survey on the refrigeration of trucks was undertaken. The trucking industry believed it could maintain refrigerated trucks at  $-18^{\circ}\text{C}$  for both long and short runs. The railways were convinced that this simply was not being done. Surveys on several hundred trucks on runs of varying lengths



Bruce Kane, PIB/DIP

The use of "chips" from a Munsell color chart to record the changes in meat color with time — a handy and practical method used to determine optimal conditions for meat storage.

Utilisation d'éléments pris dans un catalogue des couleurs Munsell pour noter les changements de couleur de la viande en fonction du temps. C'est une méthode commode et pratique pour déterminer les conditions optimales de stockage des viandes.

proved the railways right. The problem was not just poor truck design but also poor operator understanding. This work resulted in the design and development of a full-scale refrigerated truck which used a modification of the jacket system. Several hundred were built, and many may still be in operation. The work of the Section improved food transportation in that companies installed better quality insulation, compressors, and so on. "And while these systems are definitely not as good as the jacket — it is still the ideal — they have improved a lot," concludes Mr. Lentz.

Work on poultry began in 1954 when Agriculture Canada's Poultry Marketing Division came to the Section with a grading problem. A turkey producer in southern Ontario was using a new process of freezing which masked surface features used by in-

spectors in grading. The Section found that it was necessary to give a quick surface thaw so that these characteristics would show up again, "but," says Mr. Lentz, "inspectors did not want to carry a bucket of hot water around with them." After this first look at the new process, it became apparent that there were a number of other problems. Work on cooling, freezing and handling methods and their relation to quality and appearance followed. As a result, what became known as the immersion freezing technique was developed and this method spread across Canada until within five years every major and even medium-sized poultry plant was using the process. It is now being used in the United States and in Europe.

Following the route of an egg from chicken to table, the Section solved another mysterious problem — the height



Division of Biological Sciences/Division des sciences biologiques

montré que les légumes placés dans l'entrepôt à double paroi avaient conservé leur fraîcheur pendant une période supplémentaire de deux à quatre semaines. Le céleri était croquant et n'avait pas perdu son humidité. Les mêmes expériences ont été effectuées sur des carottes, des choux, des pommes de terre, des oignons (bien qu'une humidité élevée ne soit pas recommandée pour les oignons car les pellicules mortes qui les enveloppent ont tendance à se détériorer), des betteraves, des panais, des choux de Bruxelles, des choux-fleurs et des laitues chinoises.

Aujourd'hui, de nombreux pomiculteurs de l'Ontario et des agriculteurs du Québec et de la Nouvelle-Écosse utilisent le système de réfrigération à double paroi pour le stockage de pommes, de choux, de carottes et de navets. Ce système a non seulement permis au consommateur de s'approvisionner en fruits et en légumes pendant une plus longue période mais il a également permis d'augmenter les bénéfices des producteurs. Le consommateur peut maintenant acheter des primeurs canadiennes de meilleure qualité et qui sont en général moins chers que les importations.

Étant donné que les aliments dans leur état naturel, ne demeurent propres

à la consommation que pendant de courtes périodes, depuis l'antiquité l'homme a essayé de trouver des moyens de les conserver. À cette fin, l'homme préhistorique desséchait les céréales, déshydratait les légumes et les fruits, transformait le lait en produits fermentés ou en fromages et faisait du cidre ou du vin avec les jus de fruit. Les chasseurs ont appris à sécher ou à saler le gibier ou le poisson et depuis que les régions arctiques sont habitées, on y conserve le poisson, le gibier et les autres viandes en les congelant. Avec l'évolution, des méthodes plus efficaces de préservation des aliments se sont avérées nécessaires, et grâce au progrès de la science on a mieux pu expliquer les causes biologiques de la détérioration des aliments.

Il n'est pas surprenant que le CNRC, qui est l'organisme national de la recherche canadienne, se soit intéressé à la technologie alimentaire depuis sa création en 1916. «L'exemple le plus frappant dans le domaine de la technologie alimentaire remonte à la Seconde Guerre mondiale», a ajouté M. Lentz. «Des travaux avaient été effectués à ce moment-là pour trouver des moyens d'exporter du bacon en Grande-Bretagne et pour mettre au point une poudre d'œuf stable.» Mais

**Premier système de réfrigération à double paroi utilisé dans le commerce pour le stockage de pommes provenant de la région du comté du Prince Édouard dans l'Ontario.**

**First commercial use of jacketed system for refrigerated storage in apple growing area of Prince Edward county in Ontario.**

peut-être les plus grands efforts ont été faits dans le domaine de la réfrigération car à ce moment-là, tous les cargos n'étaient pas équipés d'installations frigorifiques. Un système de réfrigération portatif pouvant être installé sur le pont d'un bateau fut conçu et mis au point par la division et ceci permit de transporter des aliments périssables jusqu'en Grande-Bretagne. Cette réalisation a conduit à des travaux dans le domaine de la réfrigération de wagons frigorifiques. Et, comme l'a indiqué M. Lentz, «ces travaux ont surtout permis d'informer les compagnies de chemins de fer sur le fonctionnement des wagons frigorifiques et sur les températures qui pouvaient réellement y être maintenues». Plus tard, à la demande des compagnies de chemins de fer, une étude de la réfrigération des camions a été effectuée. Les entreprises de camionnage pensaient que la température de leurs véhicules réfrigérés pouvait être maintenue à  $-18^{\circ}\text{C}$  pendant des voyages de longue et de courte durée. Les compa-

of the whites. Instead of standing in a thick mass around the yolk, consumers reported that the whites spread out thinly across the frying pan. Why? Simulating commercial practice with a test lot of 900 dozen eggs, the Section, in cooperation with the Production and Marketing Branch of Agriculture Canada, found that the problem lay with the grading stations themselves. The temperature of eggs after washing and grading was about 22°C. At this temperature the eggs were packed into cartons, and the cartons into corrugated cardboard cases, 15 dozen to a case. The cases were then stacked on pallets, 60 to a load. "The changes that occur in eggs at that temperature are quite rapid," explains Mr. Lentz, "they must be quickly cooled to 5°-10°C. We found that even with a sin-

gle exposed pallet load it took two weeks to reach this temperature." This is where the problem lay and the whites just went watery. Wire baskets through which air can circulate solved the problem.

Work on the cooling, freezing, storage and handling of beef followed on naturally. The problem of "slimy beef" during transport lead to studies on the best mix of oxygen and carbon dioxide gases to minimize bacterial growth and maintain attractive color. The effects on tenderness of handling and processing procedures have been studied in cooperation with packers. A problem of particular interest to retailers, color deterioration of frozen beef exposed to light, is currently under study.

"Throughout the years, our main criteria in selecting projects and in de-

termining which way a project should go," says Mr. Lentz, "has been its usefulness. But the value of the work carried out in the Section has been much broader than its applications. We have provided the knowledge — and served as the evangelists — in an area of technology of international concern — food." □

**Joan Powers Rickerd**

**Dr. D. Clark, left (now Health and Welfare Canada) and Mr. J. A. A. LeVasseur (now Agriculture Canada), take surface bacterial samples on a chicken with an early version of the sampling gun developed in the Section.**

**Le Dr D. Clark, à gauche, (Santé et Bien-être social Canada) et M. J. A. A. LeVasseur (Agriculture Canada) prélèvent des échantillons superficiels de bactéries sur une volaille à l'aide d'un des premiers modèles de pistolets d'échantillonnage mis au point par la section.**



Division of Biological Sciences/Division des sciences biologiques

gnies de chemins de fer étaient convaincues que ceci n'était tout simplement pas possible. Plusieurs centaines de camions furent examinés après des voyages de différentes durées et les soupçons des compagnies de chemins de fer furent confirmés. Le problème provenait non seulement de la mauvaise conception des camions, mais également du manque de compréhension de la part des chauffeurs. Ces travaux ont abouti à la réalisation et à la mise au point d'un camion réfrigéré utilisant une adaptation du système à double paroi. Plusieurs centaines de modèles ont été construits à cette image et il est possible qu'un grand nombre d'entre eux soient encore en service. Les travaux de la section ont permis d'améliorer les moyens de transport des aliments en ce sens que cela a amené les compagnies à installer des systèmes d'isolation de meilleure qualité, des compresseurs, etc. «Et bien que ces systèmes soient loin d'égaliser ceux à double paroi — qui représentent l'idéal — ils ont largement été améliorés depuis», a conclu M. Lentz.

Les travaux sur la conservation des volailles ont commencé en 1954 lorsque la section de techniques marchandes de la Division de l'aviculture d'Agriculture Canada consulta la section de technologie alimentaire du CNRC au sujet d'un nouveau procédé de congélation utilisé par un éleveur de dindes du sud de l'Ontario. Ce

procédé s'accompagnait de formation de givre et ceci empêchait de distinguer les caractéristiques sur lesquelles les inspecteurs se basent pour la classification des volailles. Il était nécessaire de décongeler rapidement la surface pour que ces caractéristiques soient de nouveau visibles. «Cependant», a indiqué M. Lentz, «les inspecteurs n'avaient pas l'intention de se promener avec des seaux d'eau chaude». Après cette première étude, on constata que ce nouveau procédé présentait un grand nombre d'autres problèmes. On commença alors à étudier les méthodes de refroidissement, de congélation et de manutention et leur effet sur la qualité et l'apparence des aliments. À la suite de ces travaux, on mit au point la technique de congélation par immersion qui fut répandue au Canada et qui, il y a cinq ans à peine, était encore utilisée par tous les centres, grands ou moyens, de conditionnement de la volaille. Cette technique est actuellement utilisée aux États-Unis et en Europe.

Après avoir étudié les différentes opérations auxquelles les œufs sont soumis avant d'arriver au consommateur, la section a trouvé la solution d'un autre problème mystérieux. En effet, on avait remarqué que lorsqu'on faisait frire des œufs, le blanc formait une couche mince qui se répandait dans toute la poêle au lieu de s'épaissir autour du jaune, mais on ne savait

comment expliquer ce phénomène. La section, en collaboration avec la Direction de la production et de la commercialisation d'Agriculture Canada, simula des techniques pratiquées dans le commerce en utilisant un lot expérimental de 900 douzaines d'œufs, et elle constata que ce problème provenait des méthodes adoptées dans les centres de calibrage. La température des œufs après le lavage et le calibrage était de 22°C environ, température à laquelle ils sont placés dans des boîtes puis dans des caisses en carton ondulé à raison de 15 douzaines par caisse; les caisses étaient empilées sur des palettes à raison de 60 par chargement. «Les œufs subissant des changements très rapides à cette température», a expliqué M. Lentz, «il est par conséquent nécessaire de les amener rapidement à une température allant de 5 à 10°C. Nous avons constaté que même avec un seul chargement, il fallait deux semaines pour que les œufs atteignent cette température.» C'est pourquoi les blancs d'œufs devenaient liquide. En placant les œufs dans les paniers en fil de fer à travers lesquels on faisait circuler de l'air, ce problème a été résolu.

À la suite de ces travaux on étudia les techniques de refroidissement, de congélation, de stockage et de manutention de la viande de bœuf. Des études visant à éviter que la viande de bœuf ne devienne «gluante» au cours du transport ont permis de mettre au point un mélange adéquat d'oxygène et de gaz carbonique pour minimiser la croissance bactérienne et conserver la couleur de la viande. L'effet des méthodes de manutention et de traitement des viandes sur la tendreté a été étudié en collaboration avec les centres de conditionnement des viandes. On étudie actuellement un problème qui présente un intérêt particulier pour les détaillants: il s'agit de la détérioration de la couleur du bœuf congelé lorsqu'il est exposé à la lumière.

«Le choix de nos projets et l'orientation à leur donner ont toujours été guidés par les avantages qu'il semblait possible de pouvoir en retirer», a indiqué M. Lentz. «Mais la valeur du travail qui a été effectué au sein de notre section a très largement débordé le cadre de ses applications. Nous avons, tels des évangélistes, fait bénéficier la communauté internationale des dernières connaissances que nous avons acquises dans le domaine de la technologie alimentaire.» □

Texte français: Annie Hlavats



Division of Biological Sciences/Division des sciences biologiques

# The chemistry of attraction — Insect pheromones at work

*Casting an appraising eye over the field of rapeseed flowering yellow under the blue Prairie sky, the farmer reaches into the insect trap fastened to a nearby fence. An unusual plastic cylinder flared at each end, it contains male Bertha Armyworm moths tricked into captivity by a sexual "scent" dabbed on the inner surface. After counting the insects and consulting the leaflet relating moth numbers to the date, he relaxes. The catch is far lower than the danger level on the prediction chart — no need to worry about a Bertha Armyworm infestation of the crop later in the summer. The insecticides can stay in the storage shed. He replaces the empty trap and moves across the field to another one, seeking verification of the encouraging count.*

If a group of scientists at NRC's Prairie Regional Laboratory in Saskatoon, Saskatchewan, have it their way, such a scenario could become routine for farmers in western Canada and elsewhere. Over the last five years, they have developed a promising new technique for monitoring populations of insects (primarily moths) that relies on "sex pheromones", substances released by females to attract males for egg fertilization. By identifying the molecular structures of these compounds, the Prairie scientists have effectively "broken" long-standing chemical communication codes vital to the survival of flying insect species. In concert with specially-designed traps (often customized to a given insect), these natural lures are now being used to monitor population levels, alerting farmers to impending insect invasions.

These traps, positioned along the fences of a farmer's field, monitor the population of particular insect species. This specificity is made possible by placing sex pheromones, chemicals given off by female insects to attract males of the same species, inside the trap. By isolating natural products and building molecules in the laboratory, PRL scientists have identified a number of pheromones from insects that damage Prairie crops.

Ces pièges, installés le long des clôtures du champ d'un agriculteur, permettent de déterminer la densité de population d'une espèce particulière d'insectes. Cette spécificité est rendue possible en plaçant des phéromones sexuelles à l'intérieur du piège. Ces phéromones sont des produits chimiques libérés par les insectes femelles pour attirer les mâles de la même espèce. En isolant les produits naturels et en construisant des molécules en laboratoire, les scientifiques du LRP ont identifié un certain nombre de phéromones provenant d'insectes qui s'attaquent aux récoltes des Prairies.

What makes the system so effective, according to group member Warren Steck, a chemist, is its simplicity. "A good sex attractant works for one moth species only," he explains. "There is virtually no overlap. If you place the pheromone for Bertha Armyworms in a trap, you can be certain that all moths collected are Berthas. Males of other species are simply not attracted, and the traps are designed to minimize accidental entrapment. A farmer doesn't have to be an insect specialist then — all he needs to know is the information in our pamphlet."

How do scientists isolate and identify the pheromones of a given moth species? "Not easily," says plant biochemist Ted Underhill. "The most direct way is to collect and chemically extract the glands producing the attractants from large numbers of female moths. You then fractionate the mixture and test each fraction on males of the species, progressively reducing the options to an ever-smaller number of chemicals." The problem with this method, however, lies in the potency of pheromones. Because male moths can perceive such fantastically low

concentrations of the compounds (another reason for the monitoring system's effectiveness), very little is released by each female. Hence, thousands of glands are required to produce micrograms of pheromone — it's like looking for a single, sharp odor structure in a chemical haystack.

Fortunately for scientists in the area, the accumulating knowledge of moth pheromones has shown that they are often variations on a single structural theme. With such information, PRL chemists expert in building organic molecules have produced many of the attractants by simply juggling the elements that make up the common structural schema. "This has been our most successful approach," comments organic chemist Mel Chisholm. "There are about 200 compounds that fall into this family, and we have synthesized most of them in the laboratory."

With either method, gland extraction or chemical synthesis, there is still the considerable task of testing the compounds for pheromone activity. And here another problem presents itself. "Successful sex attractants are usually mixtures of more than one



Prairie Regional Laboratory/Laboratoire régional des Prairies



# La chimie de la séduction

## Les phéromones des insectes

*Toisant du regard le champ de colza en fleur sous le ciel bleu des Prairies, le fermier s'empare du piège à insectes suspendu à la clôture. C'est un curieux cylindre en plastique, évasé aux extrémités et contenant des mâles de l'espèce Légionnaire Bertha capturés à l'aide de l'appât sexuel dont la surface interne du cylindre a été enduite. Après avoir compté les insectes et consulté un tableau indiquant les corrélations entre le nombre de Légionnaires Bertha et le temps, il exprime son soulagement. Le nombre d'insectes capturés est bien plus bas que le taux considéré dangereux d'après le tableau de prévisions — il n'est donc pas nécessaire de craindre que les cultures tardives de l'été soient attaquées par la Légionnaire Bertha. Les insecticides pourront rester dans le hangar. Le fermier replace le piège vide et se dirige vers un autre situé de l'autre côté du champ, espérant une confirmation de ses déductions encourageantes.*



Bruce Kane, PIB/DIP

**Mel Chisholm and Warren Steck check one of the commercial traps used in comparison studies with the enclosed models designed at PRL.**

**Mel Chisholm et Warren Steck examinent un modèle courant de piège qui a été utilisé en même temps que le modèle mis au point au LRP, pour des études comparatives.**

Si un groupe de scientifiques du Laboratoire régional des Prairies du CNRC, à Saskatoon, dans la Saskatchewan, arrivent à ses fins, ces mesures pourraient devenir routinières pour les fermiers de l'ouest du Canada et d'ailleurs. Au cours des cinq dernières années, ils ont mis au point une technique prometteuse pour la surveillance des populations d'insectes (notamment des parasites) qui s'appuie sur l'utilisation de «phéromones sexuelles», substances sécrétées par les femelles pour attirer les mâles et assurer la fertilisation des ovules. En identifiant la structure moléculaire de ces composés, les scientifiques des Prairies ont enfin élucidé les systèmes chimiques de communication indispensables à la survie des espèces d'insectes ailés. Ces appâts naturels sont maintenant utilisés dans des pièges spécialement construits (souvent adaptés à un insecte donné), en vue de contrôler les populations d'insectes et d'alerter les fermiers lorsque leurs récoltes sont menacées.

D'après Warren Steck, membre du groupe et chimiste, ce qui rend ce système si efficace est sa simplicité. «Chaque substance qui produit une attraction sexuelle ne s'applique qu'à une espèce d'insectes seulement», a-t-il expliqué. «Il n'y a pratiquement pas d'exception. Si on place les phéromones de la Légionnaire Bertha dans un piège, on peut être assuré que tous les insectes capturés seront de la même espèce. Les mâles d'autres espèces ne sont, tout simplement, pas attirés, et

les pièges sont conçus de façon à capturer le moins d'insectes étrangers possible. Le fermier ne doit pas être un spécialiste en entomologie — les renseignements donnés dans notre brochure lui suffisent.»

Comment les scientifiques isolent-ils et identifient-ils les phéromones d'une espèce d'insectes donnée? «Ce n'est pas facile», a indiqué le biochimiste Ted Underhill. «La façon la plus directe est de recueillir et d'extraire, à l'aide de produits chimiques, les glandes qui produisent ces substances chez un grand nombre d'insectes femelles. Après quoi il est nécessaire de fractionner l'extrait et de tester chaque fraction en y exposant des mâles de la même espèce; ce procédé permet d'éliminer progressivement les substances qui n'ont aucun effet.» Le problème que présente cette méthode est dû à la puissance de ces phéromones. Étant donné que les insectes mâles peuvent sentir des concentrations extrêmement faibles de ce composé, les femelles l'excrètent en quantités infinitésimales (autre raison qui explique le succès de la technique de surveillance). Donc des milliers de glandes sont nécessaires pour produire quelques microgrammes de phéromone. Autant chercher une épingle dans une meule de foin?

Les connaissances accumulées au

cours de l'étude des phéromones des insectes ont permis aux scientifiques qui travaillent dans ce domaine de constater que les structures d'un même composé sont souvent différentes. Grâce à ces renseignements, les chimistes du LRP, experts dans la synthèse de molécules organiques, ont produit un grand nombre de ces substances par simple manipulation de leurs constituants chimiques communs. «Cette technique est la plus satisfaisante», a indiqué le chimiste Mel Chisholm. «On compte environ 200 composés dans cette même famille, et la plupart d'entre eux ont été synthétisés au laboratoire.»

Que la phéromone soit obtenue à partir d'extraits de glandes ou par synthèse chimique, il faut quand même la mettre à l'essai pour déterminer son activité, et cette tâche est considérable. Mais un autre problème se présente également. «Les produits actifs sont en général des mélanges de plusieurs composés», a expliqué Ted Underhill. «En général ils sont au nombre de deux, mais quelquefois on en compte trois ou plus. Mais ce qui est pire, c'est que les proportions de chaque constituant des mélanges naturels peuvent varier et que nous devons déterminer les proportions adéquates.»

Le nombre de combinaisons possi-

compound,” says Ted Underhill. “Usually there are only two, but sometimes three or more may be involved. What is worse, the amounts of each component in the natural mixture differ. We have to get the ratios right as well.”

Ratios aside, however, with 200 possible compounds to choose from the number of combinations works out to 20,000, an enormous task when translated into the field-testing of each mixture in a separate trap for each moth species.

To get around the problem, the PRL group uses an unusual instrument that substantially reduces this number. Called an “electroantennogram”, it involves connecting a living male moth into an electric circuit. Experience has shown that when chemicals with pheromone activity are placed across the insect’s antenna, an electrical response is recorded.

Comments Warren Steck: “almost without exception, whenever the instrument has identified a compound as an attractant for a given moth species, the field tests have verified its pheromone activity. With the electroantennogram, the number of chemical combinations are reduced to a manageable number of possibilities. And once the components are known, we simply play with the relative amounts to get the best mix ratio.”

To date, the group has identified attractant mixtures for at least 60 moth species in western Canada, some of which have a considerable effect on the agricultural and forestry economies.

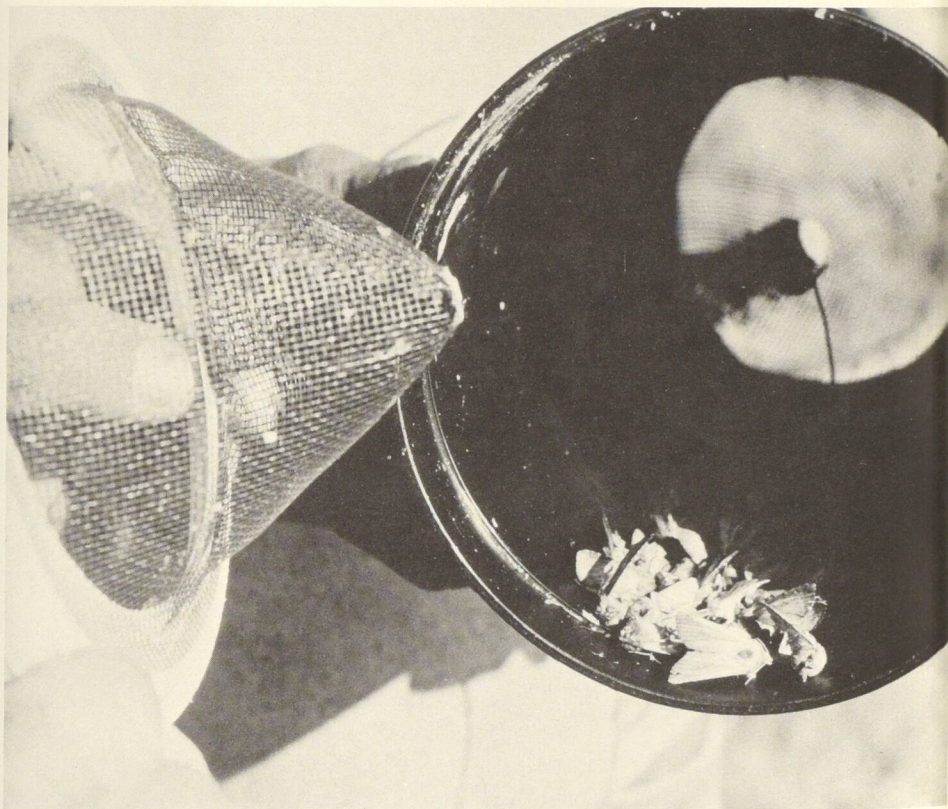
Pheromones have another potential application as population “controllers” in high density, small crop area situations such as exist in orchards. The technique, already shown to be feasible in the United States, involves saturating the area with pheromones, thereby confusing the male moths and decreasing their chances of finding females. In another variation of this approach — suggested for sunflower moths in western Canada — many traps are set out with a view to decimating the male moth population.

For the present, however, the monitor system seems to be the most widespread and promising application of insect pheromones. With its increasing availability, farmers can be more judicious in their use of insecticides, chemicals which are not only expensive, but are being viewed increasingly as long-term “risks” to the environment. □

**Wayne Campbell**



Bruce Kane, PIB/DIP



Bruce Kane, PIB/DIP

Ted Underhill and Burt Bailey examine the catch from one of their field traps. The photo below shows that only one species type has been lured by the pheromone “scent”.

Ted Underhill et Burt Bailey examinent les insectes pris au piège. La photo ci-dessous montre qu’une seule espèce d’insectes a été attirée par l’«odeur» de la phéromone.

bles à partir des 200 composés connus est de 20 000, et ceci sans tenir compte de leurs proportions, aussi la mise à l'essai des produits obtenus, qui consiste à placer chaque mélange dans un piège différent pour chaque espèce d'insectes, représente-t-elle un énorme travail.

Pour obvier à ce problème, le groupe de chercheurs du LRP utilise un appareil peu courant qui réduit considérablement le nombre de tests. Cet instrument, appelé «électroantennogramme», permet de relier un mâle vivant à un circuit électrique. D'après les expériences réalisées, on constate que lorsque des produits chimiques produisant un effet phéromonal sont placés entre les antennes de l'insecte des impulsions nerveuses sont enregistrées.

Warren Steck explique que: «Presque inmanquablement lorsque cet ins-

**The insect pheromone group examines a wide variety of moth species in their work.**

trument détecte un composé actif pour une espèce d'insecte donnée, les essais in situ prouvent son effet phéromonal. L'électroantennogramme a permis de réduire le nombre de combinaisons chimiques possibles à un nombre maniable. Lorsqu'on connaît les constituants, il suffit de jongler avec les proportions pour déterminer les meilleures combinaisons.»

Jusqu'à présent, le groupe a identifié des mélanges produisant une attraction sexuelle chez une soixantaine d'espèces d'insectes, dans l'ouest du Canada, et certains d'entre eux ont eu un effet considérable sur l'agriculture et la sylviculture.

Les phéromones peuvent également permettre de contrôler des populations d'insectes lorsque les régions cultivées sont petites et très denses comme, par exemple, dans le cas des vergers. Cette

**Le groupe qui étudie les phéromones doit observer une grande variété d'insectes.**

technique, qui a déjà été utilisée aux États-Unis, consiste à saturer la région de phéromones, trompant ainsi les mâles et réduisant leurs chances de trouver les femelles. Une autre technique — suggérée pour contrôler la pyrale du tournesol dans l'ouest du Canada — consiste à placer un grand nombre de pièges en vue de décimer les populations d'insectes mâles.

Pour le moment, parmi les applications de phéromones des insectes, la technique de contrôle semble être la plus répandue et la plus prometteuse. Son application pourrait permettre aux fermiers d'utiliser avec plus de discernement les insecticides qui non seulement sont coûteux mais constituent également une menace à long terme pour l'environnement. □

*Texte français: Annie Hlavats*

Bruce Kane, PIB/DIP



# Maritime sheep farming — A problem of growth

*The failure of sheep and cattle to thrive in Maritime pastures during the late summer months has always been a mystery. Now, two NRC scientists at the Atlantic Regional Laboratory in Halifax may have an answer to the riddle.*

Cumberland county, the sleeve of rolling pasture and woodland that connects the main Nova Scotian peninsula with New Brunswick, looks like good grazing land for sheep. Lambs put out to pasture in late May mature in the normal manner, gaining weight and growing at expected rates. By late July, however, when the grazing is still good, the weight gain suddenly begins to tail off, leading on occasion to weight losses and in extreme cases to death, seemingly from starvation. Scientists at Agriculture Canada's Nappan Experimental Farm in the area have examined all the usual causes of weight loss in domestic animals, known nutritional deficiencies, parasites, availability of feed, and so on, and found nothing. The condition, called "ill-thrift" by sheep farmers, or simply failure to thrive, occurs in other areas of the world as well, New Zealand and South Africa for example, and may be widespread in the Maritimes (the Nappan station is the only Canadian instance where it has been scientifically documented).

One of the most promising leads to the solution of the ill-thrift riddle comes from two scientists at the National Research Council's Atlantic Regional Laboratory in Halifax, Nova Scotia. If the future proves the hunch of organic chemist Alan Taylor and mycologist Don Brewer to be correct, then the lamb growth is being affected by fungal-produced antibiotics in the pasture grasses (fungi are plants without the green pigment chlorophyll — moulds, mildews and mushrooms are well-known examples).

The scientists first became interested in the problem when a fungus collected by Dr. Brewer from soil in the Nappan region was shown to produce significant quantities of chetomin, a chemical already identified as an antibiotic. "It was shortly thereafter, on reading that grasses take up chetomin from the soil, that we felt we might be onto something," explains Don Brewer. "Possibly, lambs ingesting the grass were either being poisoned directly by chetomin's toxic effects, or, more likely, the rumen (stomach) bacteria were being inhibited by the chemical. After

all, the health and growth of ruminants like sheep and cattle are intimately related to the condition of these rumen microorganisms; they are vital to digestion, and bacteria-killing substances like chetomin could easily lead to the observed failure to thrive."

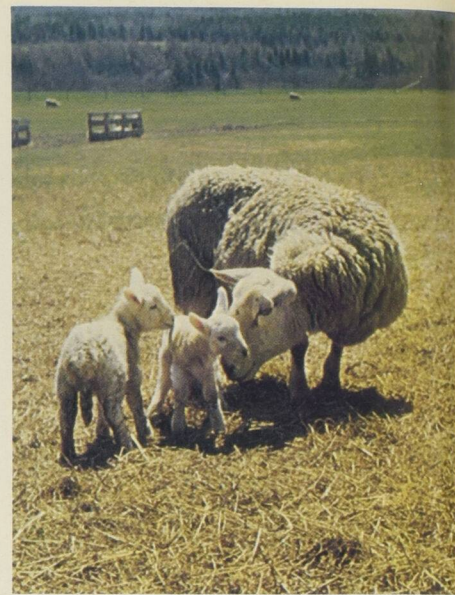
All very sound theoretically, and reasonable, but proving it has been another matter.

With help from Agriculture Canada scientists, Brewer and Taylor began a study involving two kinds of pasture land in the Nappan area, a forest-cleared upland where ill-thrift is normally more pronounced, and a reclaimed salt marsh in the lowlands where the condition is less severe. At regular intervals, they collected samples of fungi from the soil and vegetation as the lamb flocks grazed on the fields through the spring and summer.

"We began to see a pattern emerging as the data accumulated," says Dr. Brewer. "At the onset of ill-thrift in the lambs, there was a marked increase in fungal growth in the pastures, and this correlated with a decline in the numbers of viable bacteria found in the rumen of the animals." Further, the scientists found differences in the soil fungi from the two sites. Whereas the populations on the grasses were indistinguishable, the upland pasture contained species in the soil not found in the lowland area. Subsequent studies showed that the "potential" for producing antibiotics was greater in the upland fungi.

The reasonable inference was that, indeed, the fungi were interfering with normal bacterial growth in the animal rumen. Where the fungal capacity for producing antibiotics was greatest — in the upland pasture — the ill-thrift condition was most pronounced. Direct causality was still not demonstrated, however. Added to this, the differences in the living rumen bacteria between the two lamb flocks were not in evidence (the upland flock would be expected to have smaller populations of rumen bacteria); this may be due in part to the sensitivity of the counting method.

The problem with the experiments, according to Don Brewer, is the sheer complexity of the system under study. There are large numbers of fungal species to deal with (identification of certain species can sometimes take weeks), and the scientists only "see" those organisms that show up under their laboratory culturing conditions. The culprit organism might be missed simply



Grant Crabtree

**Though the conditions for raising sheep appear to be ideal in many parts of Nova Scotia and New Brunswick, results have generally fallen short of expectations. The problem may be in the grass itself.**

**Bien que de nombreuses régions de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick semblent offrir des conditions idéales pour l'élevage des moutons, les résultats sont dans l'ensemble décevants. L'herbe en serait-elle responsable?**

because the conditions are not right for its growth. Then too, there are the possible pitfalls of spot sampling a field and extrapolating the results to cover the entire area.

Even in a less-complicated system, the connection the scientists are seeking to establish would be a difficult job.

"The idea is that the effect of the fungi is indirect," explains Dr. Brewer, "and, as such, it is very difficult to prove. Fungal antibiotics inhibit the growth of rumen bacteria, which in turn reduce the animal's ability to digest their food."

To further study the problems, a more elaborate ARL-Agriculture Canada experiment is being set up that involves a survey of pastures treated in a variety of different ways. By ploughing and reseeded in one field, grazing heavily another, and so on, it is hoped that the kinds and numbers of fungi present in the areas will change. With distinctive fungal populations in the experimental plots, the scientists can survey for trends during the growing season with the hope of detecting an interrelationship between population type and ill-thrift. □

**Wayne Campbell**

# L'élevage des moutons dans les Maritimes

## Un problème de croissance

*La cause de l'arrêt du développement des ovins et des bovins dans les pâturages des Maritimes pendant les derniers mois de l'été a toujours constitué un mystère que deux scientifiques du Laboratoire régional de l'Atlantique du CNRC, à Halifax, ont peut-être résolu.*

Le Cumberland, cette étroite bande de pâturages et de bois valonnés qui relie la péninsule de la Nouvelle-Écosse au Nouveau-Brunswick semble réunir les conditions idéales pour l'élevage des moutons. Les agneaux que l'on mène paître vers la fin de mai ont un gain de poids et un développement normaux mais, vers la fin de juillet, alors que la paissance est encore bonne, le gain pondéral diminue, et ce, dans les cas extrêmes, jusqu'à la mort de l'animal, apparemment d'inanition. Les scientifiques travaillant à la Ferme expérimentale de Nappan que possède Agriculture Canada dans la région ont examiné toutes les causes habituelles de perte pondérale chez les animaux domestiques, les déficiences alimentaires connues, les parasites, l'alimentation, et ainsi de suite et n'ont rien trouvé. Cet état de «dépérissement», ou plus simplement cet arrêt de développement, a également été observé dans d'autres parties du monde, notamment en Nouvelle Zélande et en Afrique du Sud, et il est peut-être généralisé dans les Maritimes (la station de Nappan est le seul endroit au Canada où il a été scientifiquement prouvé).

Ce sont deux scientifiques du Laboratoire régional de l'Atlantique du Conseil national de recherches, à Halifax, en Nouvelle-Écosse, qui auraient découvert l'un des indices les plus prometteurs d'une solution à ce problème. Si l'avenir prouve que l'organicien Alan Taylor et le mycologue Don Brewer ont vu juste, on devra conclure que le développement des agneaux est affecté par des antibiotiques d'origine fongique, c'est-à-dire produits par des champignons qui se développent dans les pâturages de graminées.

Les scientifiques se sont intéressés pour la première fois à ce problème lorsqu'on a découvert qu'un champignon prélevé dans le sol de la région de Nappan produit une importante quantité de chétomine, produit chimique déjà identifié comme étant un antibiotique. Écoutons les explications de Don Brewer: «C'est peu de temps après avoir lu que les graminées absorbent la chétomine contenue dans le sol que nous avons pensé être sur la bonne voie. Ou bien les agneaux qui

broutent l'herbe sont directement empoisonnés par les effets toxiques de la chétomine ou bien, et c'est plus vraisemblable, les bactéries du rumen (estomac) sont inhibées par le produit chimique. Après tout, la santé et le développement des ruminants comme les ovins et les bovins sont intimement liés à l'état de ces micro-organismes du rumen; ils sont indispensables à une bonne digestion et les substances bactéricides comme la chétomine pourraient très facilement conduire à l'arrêt de développement observé.»

Ce raisonnement semblait théoriquement très sain mais il restait à le prouver.

Avec l'aide de scientifiques d'Agriculture Canada, Brewer et Taylor s'attaquèrent à l'étude de deux types de pâturage de la région de Nappan, l'un constitué par un terrain déboisé sur les plateaux où le phénomène est habituellement plus accentué, et l'autre par un marais salant asséché en plaine, où il est moins accusé. Pendant la période de paissance, c'est-à-dire du printemps à l'été, ils recueillirent à intervalles réguliers un certain nombre d'échantillons de sol et de végétation.

«Les données s'accumulant, une certaine structure commençait à se dessiner», nous a dit le Dr Brewer, qui poursuit: «Aux premiers signes de l'arrêt du développement des agneaux, on notait une augmentation importante de la croissance fongique dans les pâturages avec une diminution corrélative du nombre des bactéries vivantes dans le rumen des animaux.» Les scientifiques ont d'autre part relevé certaines différences chez les mycètes contenus dans les échantillons de sol provenant des deux sites de prélèvement. Si rien ne permettait de différencier les populations fongiques des graminées, le sol des pâturages des plateaux contenait par contre des espèces qui étaient absentes du sol des pâturages des plaines. Des études ultérieures ont révélé que sur le plan de la production d'antibiotiques le potentiel des espèces fongiques des plateaux est plus élevé.

On pouvait raisonnablement en déduire qu'elles empêchaient une croissance bactérienne normale dans le rumen des animaux. C'est là où le «dépérissement» se présentait avec le plus d'acuité, c'est-à-dire sur les plateaux, que les espèces fongiques fabriquaient une plus grande quantité d'antibiotiques. La relation directe de cause à effet n'avait cependant pas encore été démontrée. Ajoutons à cela que les différences que l'on s'attendait à cons-

tater en comparant les bactéries vivantes du rumen des agneaux composant les deux troupeaux n'avaient pas été mises en évidence (les colonies bactériennes du rumen des ovins paissant dans les pâturages du plateau devraient être normalement moins importantes); ceci pourrait être partiellement dû à une précision insuffisante de la méthode de comptage.

D'après Don Brewer, c'est la complexité du système étudié qui rend les expériences difficiles. Il faut en effet passer en revue des centaines d'espèces fongiques différentes (l'identification de certaines espèces exige parfois plusieurs mois) et les scientifiques ne «voient» que les organismes qui se développent parce que le milieu de culture, en laboratoire, leur convient. L'organisme recherché pourrait très bien passer inaperçu tout simplement parce que le milieu de culture ne remplit pas les conditions favorables à sa croissance. Il faut également tenir compte des incertitudes que comporte l'échantillonnage aléatoire d'un champ et l'extrapolation des résultats à la totalité de la zone considérée.

Même dans une situation moins compliquée, le rapport que les scientifiques essaient d'établir représenterait une tâche difficile.

«Les mycètes ne s'attaquent pas directement aux animaux, ce ne sont pas des parasites. L'effet est plutôt indirect et donc plus difficile à prouver. Les antibiotiques fongiques inhibent la croissance des bactéries du rumen lesquelles, à leur tour, diminuent l'aptitude de l'animal à digérer sa nourriture», nous explique le Dr Brewer.

Pour poursuivre l'étude du problème, le LRA et Agriculture Canada mettent actuellement sur pied une expérience prévoyant une étude de pâturages qui auront subi différents traitements. En coupant continuellement l'herbe de l'un, en en labourant et en en réensemencant un autre, enfin, en exagérant la paissance dans un troisième, on espère modifier les types de bactéries que l'on y trouve. Les champs expérimentaux offrant une variété de colonies fongiques, les scientifiques pourront suivre de près les tendances qui se dessinent au cours de la saison de développement avec l'espoir de déceler un rapport entre le type de colonie et le «dépérissement» des agneaux. □

*Texte français: Claude Devismes*

# Industrial food research — Thwarting bacterial growth

*An industrial research laboratory is investigating the growth of harmful bacteria in meat products. While the risk of factory contamination is low, the consumer should take certain common sense precautions.*

On a hot lazy day, what is better than setting up a barbecue and eating in the cool of the evening? Or possibly loading up the car and driving to a lake for a picnic?

It sounds like a good way to spend the summer — but not if you develop a headache the next day and then begin to feel a little queasy in the stomach.

“It’s probably something I ate,” is your first reaction, to be followed by, “I’ve got food poisoning,” a few hours later. In the midst of severe stomach pains we have a tendency to blame others — the corner store, that lunch counter we stopped at — and tend to forget our own carelessness.

Each year many thousands of Canadians suffer from Salmonella poisoning — one of the most common types of food poisoning — and the food processing industry is naturally concerned with the cause and prevention of the condition. Dr. Charles Davidson, of Canada Packers’ Research Centre in Toronto, outlines the cause of Salmonella poisoning. “Unlike some other types of food poisoning in which an organism secretes poison into the food, with Salmonella you have to ingest the live bug. If the degree of contamination is high enough, then some of the bacteria survive the high acidity of the stomach and pass into the lower intestine where they multiply. After an incubation period of one to two days, the familiar and unpleasant symptoms begin.”

Most cases of food poisoning occur when food is left uncovered and unrefrigerated in a kitchen and is then eaten without being cooked — it may simply be “warmed up”. While the problem can be solved with simple common sense, the food industry is concerned that it does not contribute to the problem in the packaging of the foods it offers. Dr. Davidson is particularly interested in the microbiology of vacuum packed luncheon meats, sausages and wieners.

“Vacuum packaging retards the growth of microorganisms which cause spoilage but it does not destroy Salmonella,” he explains. “It is possible for a consumer to unseal a package which appears and smells perfectly



Bruce Kane, PIB/DIP

**A variety of bacteria is being investigated under the microscope.**

**Examen microscopique d'une variété de bactéries.**

fresh but could be contaminated with Salmonella. While the chance of such contamination in a modern packing plant is rare, we have nevertheless undertaken an investigation of the behavior of Salmonella in vacuum packed products.”

The organism is effectively destroyed in the heat treatment which all cooked meats receive, so that if a problem arises it is normally attributed to contamination after processing. While extensive precautions are taken, it is simply not possible to free the factory environment of all bacteria. Some are brought in on animal carcasses or can be carried by otherwise healthy staff. In the rare event that Salmonella contamination occurs during the packaging process, the number of bacteria will be far too low to cause ill effects. A hazard can arise, however, if the packaged meat is mistreated by the consumer before being opened.

“Salmonella does not multiply in meats if they are kept in a good refrigerator,” continues Dr. Davidson. “However, if you leave a contaminated

package in a warm room for more than a day or so, then there is a possibility that the bacteria will rise to a dangerous level.”

The laboratory has made careful investigations of the multiplication of Salmonella in various meats at different temperatures. In addition, they have studied the inhibiting effect on bacteria growth of various additives and preservatives. But, despite the best precautions which the food industry can take, the final responsibility rests with the consumer.

Food removed from a refrigerator should be cooked or eaten as soon as is convenient. Raw and packaged meats should not be allowed to warm up, on a long car journey to the cottage for example; instead, they should be placed in a cooler. Frozen meats and fish should be defrosted in the refrigerator. Leaving a couple of pounds of frozen hamburger meat in warm water may be a short cut to dinner — but it could be asking for trouble. □

**David Peat**

# Recherche alimentaire industrielle

## Guerre aux bactéries pathogènes

*Un laboratoire de recherche industrielle étudie le développement des bactéries pathogènes dans les viandes. Bien que les risques de contamination au stade de la transformation soient faibles, le consommateur doit tout de même prendre certaines précautions élémentaires.*

Après une chaude journée d'été qu'y a-t-il de plus agréable que de déguster une grillade dans la fraîcheur du soir? Ou d'aller pique-niquer sur le bord d'un lac?

À condition de ne pas le payer d'une migraine et de maux d'estomac le lendemain, voilà, semble-t-il, une bonne façon de profiter d'une belle journée d'été.

Votre réaction à ces premiers maux sera sans doute: «c'est probablement ce que j'ai mangé hier», suivi quelques heures plus tard de: «c'est un empoisonnement alimentaire». Entre deux douleurs d'estomac, on a tendance à accuser les autres, c'est-à-dire l'épicier du coin ou le restaurant où l'on s'est arrêté, enclin que l'on est à oublier sa propre négligence.

Chaque année des milliers de Canadiens sont atteints de salmonellose, infection septicémique à localisation gastro-intestinale due à une salmonella. C'est, de toutes les formes d'empoisonnement alimentaire, l'une des plus courantes et l'industrie alimentaire cherche tout naturellement à en découvrir la cause pour l'éliminer. Le Dr Charles Davidson, du Canada Packers' Research Centre de Toronto, en explique le mécanisme: «Contrairement à d'autres formes d'empoisonnement alimentaire où un micro-organisme sécrète du poison dans la nourriture, il faut, dans le cas de la salmonellose, que ce micro-organisme soit ingéré vivant. Si le degré de contamination est suffisant, certaines bactéries résistent à l'acidité élevée du milieu stomacal et pénètrent dans l'intestin où elles se multiplient. Après une période d'incubation de un à deux jours, les désagréables symptômes caractéristiques de l'empoisonnement commencent à se manifester.»

La plupart des empoisonnements alimentaires se produisent après ingestion d'un aliment que l'on se sera contenté de «réchauffer» au lieu de le faire cuire, et que l'on aura laissé dans la cuisine sans le recouvrir et à température ambiante. Bien que ce problème puisse être résolu par le simple bon sens, l'industrie alimentaire veut s'assurer que l'emballage des produits



Bruce Kane, PIB/DIP

**Dr. Davidson examine a Salmonella culture.**

qu'elle fabrique n'y contribue pas. Le Dr Davidson s'intéresse tout particulièrement à l'aspect microbiologique des viandes, saucisses et «wiensers» emballés sous vide.

Écoutons-le: «L'emballage sous vide retarde la croissance des micro-organismes responsables de la détérioration des denrées mais il ne détruit pas les salmonella. Un consommateur peut très bien ouvrir un emballage dont le contenu a une apparence et dégage une odeur de fraîcheur mais qui n'en aura pas moins été contaminé par les salmonella. Quoique le risque qu'une telle contamination se produise dans une conserverie moderne soit infime, nous avons néanmoins entrepris l'étude du comportement des salmonella dans les produits emballés sous vide.»

Dans le cas des viandes cuites, la cuisson a pour effet de détruire le micro-organisme, de sorte que toute contamination éventuelle ne peut que lui être postérieure. En dépit de l'ampleur des précautions prises, il est tout simplement impossible d'aseptiser l'atmosphère de la conserverie. Certaines bactéries se trouvent déjà sur les carcasses provenant des abattoirs, ou peuvent être véhiculées par un personnel par ailleurs en bonne santé. Dans l'éventualité d'une contamination au cours de l'emballage, le nombre de bactéries est beaucoup trop faible pour avoir des conséquences fâcheuses. Il y a par contre risque de contamination si, avant de la retirer de l'emballage,

**Le Dr Davidson examine une culture de salmonella.**

le consommateur manipule la viande sans précautions.

«Les salmonella ne se multiplient pas dans les viandes gardées dans un bon réfrigérateur mais», ajoute le Dr Davidson, «si vous laissez un paquet contaminé dans une pièce chaude pendant plus d'une journée, les bactéries risquent de se multiplier et d'atteindre un niveau dangereux.»

Le laboratoire a soigneusement étudié la multiplication des salmonella dans différentes viandes soumises à différentes températures. L'effet inhibiteur de plusieurs additifs et préservatifs sur la croissance bactérienne a également été étudié. Mais, en dépit de toutes les précautions prises par l'industrie alimentaire, c'est au consommateur que revient la responsabilité finale.

Les aliments conservés dans un réfrigérateur doivent être cuits ou consommés le plus rapidement possible. Lorsque l'on effectue un long voyage en voiture, pour se rendre au chalet par exemple, il faut éviter de laisser les viandes crues ou préemballées se réchauffer à la température ambiante et les placer au contraire dans une glacière portable. La décongélation de la viande et du poisson gardés dans le congélateur doit se faire dans le réfrigérateur. Faire dégeler un kilo de viande hachée dans de l'eau chaude c'est gagner du temps, mais c'est aussi dangereux! □

*Texte français:* **Claude Devismes**

# New plant gene pools — Sex no longer a problem

Scientists at NRC's Prairie Regional Laboratory are by-passing nature's sex barriers in the production of new kinds of hybrid plants. The process, called "somatic cell fusion" could lead the way to a new agriculture revolution.

"A hungry world looks on." So commented the National Geographic in May 1976 in the summary of its description of a new technique in biology for producing plant hybrids — cell fusion. If the potential of this research tool is realized, world food production may be greatly increased by the introduction of a range of new plant types — cereals able to grow in drier climates, citrus fruits more resistant to frost, and corn capable of manufacturing its own fertilizer in the manner of legume plants. The magazine accorded a significant role in the field to Dr. K. N. Kao of NRC's Prairie Regional Laboratory, a geneticist responsible for one of the key developments in fusion.

The great promise of the technique, and the reason for the optimism of world agricultural scientists, lies in the fact that it circumvents the restrictions that nature puts on sexual reproduction across species lines. Quite simply, "matings" between widely different species which were undreamed of 10 years ago now seem not only possible, but in some cases have actually been carried out.

To cross two plant species by the technique, somatic or body cells (from roots, stems or leaves) are first stripped of their tough, outer cellulose walls with enzymes. The naked cells, or protoplasts, are then placed in solution with a special chemical called PEG (polyethyleneglycol) that causes them to stick together, thereby fusing or pooling their internal contents to form single cells.

It turns out that fusion is possible between almost any two plant cells. Brome grass and pine trees, about as far apart on the evolutionary scale as it is possible to get, fuse easily in the protoplast condition. In fact, a recent edition of Science (Vol. 193, No. 4251, 1976) tells of an interkingdom fusion, the union of a plant and an animal protoplast.

Dr. Kao, the discoverer of PEG-mediated fusion, is quick to point out, however, that simple protoplast union is not the same as true hybrid formation. Fusion, it appears, is the easy part. To form true hybrid cells, the chromosomes from each parent must

mix to give a single nucleus, and this is where nature draws the first of its lines in defining possible crosses. Few fusions between distant plant relatives lead to hybrid cells and, in many cases where it does occur, the chromosomes of one parent are ejected as the cells continue to divide.

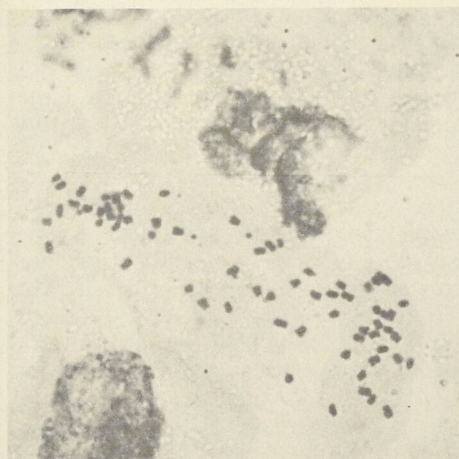
Last year, for example, Dr. Kao succeeded in producing a hybrid cell line from a species of tobacco (*N. glauca*) and soybean, two plants that are well separated in evolution. As the hybrid divided and reproduced in cell culture, it gradually eliminated the tobacco chromosomes, stabilizing after about eight months with all the soybean chromosomes and only a few from tobacco. "The shape and size of the tobacco chromosomes are quite different from the soybean," says Dr. Kao, "and it is easy to confirm under the microscope that we still have both kinds present in the cells."

As further proof, NRC biochemist Dr. Leslie Wetter showed that the hybrid manufactures certain enzymes from both the soybean and the tobacco parent lines.

Kao and his fellow scientists at the Saskatoon Laboratory find the result encouraging. It means that genetic material can be transferred successfully between widely different plant species. Though his hybrid is essentially a soybean, it contains distinct tobacco characteristics. What scientists are now interested in is the degree of this genetic exchange. How much and what kind of genetic material can one plant species accept from another?

For Dr. Kao, the next and perhaps most critical step will be the generation of a mature plant from the hybrid cell culture. And it is here, at the stage scientists call "morphogenesis", that nature very likely will set the most rigorous limits on the hybridization process. While it is one thing to synchronize the events in chromosome duplication (the critical part of hybrid cell formation), it is quite another to harmonize the growth and development steps that distinguish each parent. □

Wayne Campbell



The longer, bar-like chromosomes of *N. Glauca* (top left) are quite distinct from those of soybean (bottom left) under the light microscope. The resultant hybrid, shown at right undergoing cell division two days after fusion, contains both chromosome types.

Sous le microscope, les chromosomes en forme de bâtonnets de *N. Glauca* (en haut, à gauche); ils sont plus longs que ceux du soja (en bas, à gauche) dont ils diffèrent totalement. Leur hybride, que l'on peut voir à droite en cours de division cellulaire, deux jours après la fusion, contient les deux types de chromosomes.

Prairie Regional Laboratory/Laboratoire régional des Prairies



# Élimination des barrières sexuelles Pour enrichir le patrimoine phylogénétique

*Des scientifiques du Laboratoire régional des Prairies du CNRC contournent les barrières sexuelles pour réaliser de nouveaux hybrides végétaux. Le processus, appelé «fusion cellulaire somatique», annonce peut-être une nouvelle révolution agricole.*

«Un monde affamé vous regarde.» proclame un article paru dans le National Geographic Magazine de mai 1977 et décrivant une nouvelle technique biologique de création d'hybrides végétaux par fusion cellulaire. Cet outil de recherche pourrait accroître la production alimentaire mondiale par la création de plantes comme des céréales cultivables dans les climats plus secs, des agrumes résistant mieux au froid et du maïs fabriquant son propre engrais à la manière des légumineuses. L'article souligne le rôle prépondérant joué dans ce domaine par le Dr K. N. Kao, généticien du Laboratoire régional des Prairies du CNRC, à qui l'on doit l'un des importants progrès réalisés en fusion cellulaire.

Les espérances et l'optimisme que la technique suscite parmi les agronomes du monde entier tiennent au fait qu'elle contourne les obstacles naturels empêchant la reproduction sexuelle entre lignées étrangères. Autrement dit, les «appariements» entre espèces très différentes, impensables il y a dix ans, ont été réussis dans certains cas.

Pour croiser deux espèces par cette technique, il faut d'abord débarrasser les cellules somatiques (des racines, des tiges ou des feuilles) de leurs épaisses parois celluloses externes à l'aide d'enzymes. Les cellules dénudées, ou protoplastes, sont ensuite placées dans une solution contenant un produit chimique spécial, appelé PEG (polyéthylène-glycol), qui les fait adhérer les unes aux autres, réalisant ainsi la fusion de leurs éléments constitutifs internes pour former des cellules uniques.

La fusion entre deux cellules végétales distinctes est presque toujours possible. Le brome (plante fourragère des Prairies) et le pin, espèces aussi éloignées qu'il est possible de l'être sur l'échelle de l'évolution, fusionnent facilement à l'état de protoplastes. Dans un récent numéro de Science (volume 193, n° 4251, 1976) on parle même d'une fusion interrègne, c'est-à-dire de l'union d'un protoplaste végétal avec un protoplaste animal.

Le Dr Kao, qui a découvert que le PEG permet de réaliser la fusion,

s'empresse toutefois d'ajouter que la simple union protoplastique n'est pas la même chose que la création de véritables hybrides car la fusion représente l'étape facile. Pour obtenir de véritables cellules hybrides, les chromosomes de chaque parent doivent produire un noyau unique et c'est là que la nature énonce la première de ses interdictions en matière de croisements. Rares sont les fusions entre des espèces végétales parentes mais éloignées qui conduisent à des cellules hybrides et lorsque l'opération a lieu, les chromosomes de l'un des parents sont souvent rejetés pendant la division cellulaire.

L'année dernière, le Dr Kao est parvenu à obtenir une lignée de cellules hybrides à partir d'une espèce de tabac (*N. glauca*) et de soja, deux plantes très éloignées l'une de l'autre sur l'échelle de l'évolution. Alors que l'hybride se divisait et se reproduisait en culture cellulaire, il éliminait graduellement les chromosomes du tabac pour se stabiliser après environ huit mois en conservant tous les chromosomes de soja et seulement quelques chromosomes de tabac. «La forme et la taille des chromosomes de tabac diffèrent totalement de celles des chromosomes de soja et, avec un microscope, il est facile de vérifier la présence des deux espèces dans les cellules», précise le Dr Kao.

Le Dr Leslie Wetter, un biochimiste du CNRC, nous a apporté une preuve supplémentaire en démontrant que l'hybride fabrique certains enzymes

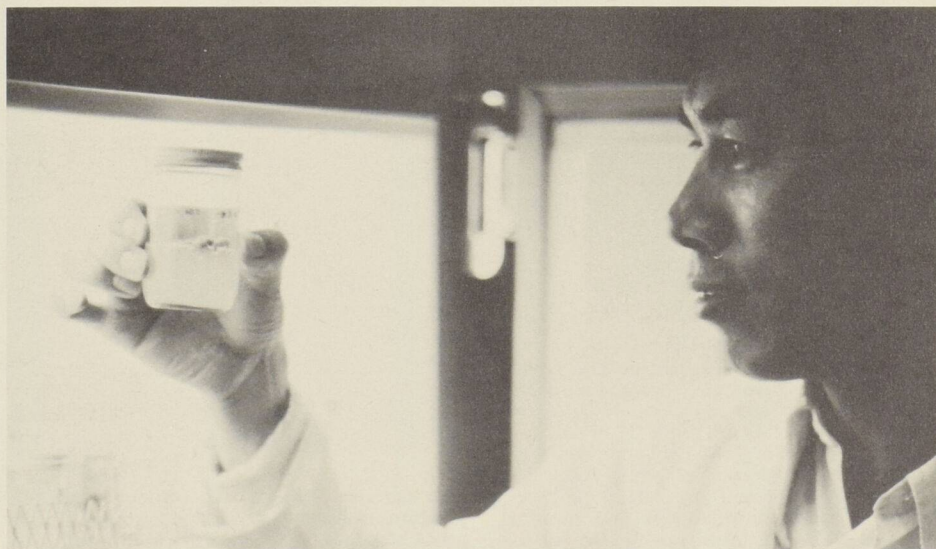
que l'on retrouve chez les deux parents, c'est-à-dire dans le soja et le tabac.

Le Dr Kao et ses collègues du laboratoire de Saskatoon trouvent ces résultats encourageants. Ils signifient que le matériel génétique peut être transféré avec succès entre des espèces végétales très différentes. Bien que son hybride soit fondamentalement un soja, il contient certaines caractéristiques du tabac. Ce à quoi s'intéressent maintenant les scientifiques, c'est au degré de cette échange génétique. Quelle quantité et quels types de matériel génétique une espèce végétale peut-elle accepter d'une autre?

L'étape la plus cruciale que devra franchir le Dr Kao consistera à produire une plante adulte à partir d'une culture de cellules hybrides. Et c'est là, au stade que les scientifiques appellent la «morphogénèse», que la nature impose très probablement ses interdits les plus rigoureux au processus d'hybridation. C'est une chose de synchroniser les processus de la duplication chromosomique (étape critique de la formation de la cellule hybride) mais c'est tout autre chose d'harmoniser les étapes de croissance et de développement permettant de distinguer chaque parent.

La fusion cellulaire pourrait enrichir le patrimoine génétique d'une «espèce» en contournant les obstacles naturels à la reproduction sexuelle. □

*Texte français: Claude Devismes*



Bruce Kane, PIB/DIP

**Dr. K. N. Kao examines a culture of his tobacco-soybean hybrid. The next step: induce the hybrid cells to grow into a mature plant.**

**Le Dr K. N. Kao examine une culture de son hybride de tabac et de soja. La prochaine étape consistera à obtenir une plante adulte en partant des cellules hybrides.**

# Somatic cell culture — The shape of plants to come

*New techniques in cell biology may herald significant changes in agricultural science.*

The traditional sexual method of plant cross-pollination, so familiar to gardeners and horticulturalists, has existed virtually since the dawn of man himself and improvements in the technique are largely responsible for the huge increases in food production that mark our modern era. With the advent of

powerful new cell culturing techniques, however, plant hybridization has quantum jumped into an arena of possibilities without, it seems, discernible limits. With processes that allow scientists to form new plant hybrids by fusing the body or somatic cells of different plants, the sexual barriers set up in nature to guard against breeding between species are now being circumvented. At the Prairie Regional Laboratory, the cell culture group has taken a leadership role in this exciting, rapidly changing field.

Though PRL research has come up with fusions between plants as far apart on the evolutionary scale as Brome grass and pine trees, few true hybrids have resulted from the work. For those that have, identification and isolation of the new cells continues to be a problem that occupies the group's attention and for which there may be no general solutions. Once a new hybrid has been formed, however, inducing growth to the mature plant (called morphogenesis) may be the most difficult task of all. Almost certainly it is where nature draws her firmest lines. Nonetheless, it is in this area of the group's endeavor where the most conspicuous success has been

achieved. When the International Development Research Centre asked PRL to do something about the mosaic disease that afflicts Cassava, a staple food in many developing countries, morphogenetic research produced a solution. By snipping off the disease-free growing shoot tip of a plant, culturing the cells and inducing their growth into mature plants, a method was developed for providing healthy stocks of the plants. The same techniques were used to clean up the virus-ridden World Pea Collection housed at the University of Saskatchewan.

Although the techniques of cell culture are still some distance away from being employed directly in crop improvement programs, the relationship between the two areas should become closer in the future. In fact, agricultural science may be approaching a crossroads of sorts, with these cellular methods moving increasingly out of the laboratory and into the hands of plant breeders. As Oluf Gamborg, a senior member of the PRL group, puts it: "we are entering an entirely new era in the science of plant breeding, one that will lead to significant crop improvements." □

**Wayne Campbell**



Bruce Kane, PIB/DIP

What appear to be normal tobacco plants to Dr. Kutty Kartha may in fact be tobacco-soybean hybrids. Tobacco protoplasts (cells stripped of their walls) were mixed with soybean protoplasts, the conditions for cell fusion provided, and the resultant cells separated and treated to induce growth into mature plants. Dr. Kartha could be looking at plants from unfused tobacco cells, or, hopefully, at new, interesting hybrids (unfused soybean protoplasts cannot be regenerated into mature plants — yet.)

Ce qui aux yeux du Dr Kutty Kartha ressemble à des plants de tabac sont en réalité des hybrides de tabac et de soja. Les protoplastes du tabac (les cellules végétales dépourvues de leurs parois rigides) ont été mélangés à des protoplastes de soja sous les conditions nécessaires à la fusion cellulaire, et les cellules obtenues ont été séparées et traitées de façon à provoquer leur maturation. Les plants de tabac que le Dr Kartha examine pourraient provenir de cellules de tabac n'ayant pas subi de fusion ou, espère-t-on, de nouvelles cellules hybrides (il n'est pas encore possible de provoquer la maturation de protoplastes de soja n'ayant pas subi de fusion).



Bruce Kane, PIB/DIP

Can corn be crossed with draught-resistant sorghum to give a hybrid that combines bird-proof seed coverings with the ability to grow in arid climates? The sorghum plant inspected by PRL's Dr. Dashen Brar and Dr. Fred Constabel provides tissue samples for the project to create such a cross via somatic cell fusion techniques.

Peut-on croiser le maïs et le sorgho, plante résistante à la sécheresse, pour obtenir un hybride dont les graines sont à l'abri des oiseaux et qui peut pousser sous des climats arides? Les Drs Fred Constabel et Dashen Brar, du LRP, étudient des échantillons de sorgho en vue de réaliser un tel croisement à l'aide des techniques de fusion de cellules somatiques.

# La culture de cellules somatiques

## Les plantes de l'avenir

*Les nouvelles techniques cytologiques annoncent peut-être des changements considérables en agronomie.*

Les méthodes traditionnelles de pollinisation croisée, si familières aux jardiniers et aux horticulteurs, ont pratiquement existé depuis l'aube des temps, et leur perfectionnement a été largement responsable de l'énorme augmentation de la production alimentaire qui marque notre époque. La mise au point de techniques efficaces de cultures cellulaires a ouvert des horizons illimités au domaine de l'hybridation végétale. Les procédés de fusion de cellules somatiques de différentes plantes ont permis aux scientifiques d'obtenir de nouveaux hybrides sans avoir recours à la reproduction sexuelle, vainquant ainsi les obstacles naturels qui empêchaient les croisements entre espèces différentes. Un groupe de chercheurs du Laboratoire régional des Prairies, qui s'intéressent à la culture cellulaire, a joué un rôle important dans ce domaine en évolution.

Les recherches effectuées au LRP ont permis de réaliser des fusions de cellules végétales provenant de plantes aussi éloignées sur l'échelle de l'évolution que le Brome (plante fourragère) et les pins, et quelques vrais hybrides ont été obtenus à la suite de ces expériences. L'identification et l'isolation des cellules de ces nouveaux hybrides présentent un problème qui ne semble pas avoir de solution générale et auquel les chercheurs accordent leur plus grande attention. Après avoir obtenu un nouvel hybride, les chercheurs étudient les moyens de provoquer sa maturation. Cette étude, appelée morphogénèse, constitue l'étape la plus difficile de leur travail. À ce point, la nature refuse de se laisser surpasser. Toutefois, c'est dans ce domaine que les chercheurs, grâce à leurs efforts, ont pu obtenir le succès le plus évident. À la demande du Centre de recherches pour le développement international, les chercheurs du LRP ont effectué des recherches morphogénétiques qui ont permis de trouver un moyen de lutter contre le virus de la mosaïque, fléau

du manioc qui est un aliment de base de nombreux pays en voie de développement. Leur méthode, qui consiste à couper les extrémités de pousses saines, à en cultiver les cellules et à provoquer leur maturation, permet d'obtenir des greffons sains. Les mêmes techniques ont été utilisées pour éliminer les virus qui affectaient la «Collection mondiale du pois» de l'Université de la Saskatchewan.

Bien que les techniques de culture cellulaire soient encore loin de pouvoir être appliquées aux programmes d'amélioration des récoltes, elles promettent de jouer un rôle très important dans ce domaine. Elles sont également de plus en plus utilisées par les phytogénéticiens au-delà du niveau expérimental et ouvrent de nouvelles voies à l'agronomie. Et d'après Oluf Gamborg, chercheur chevronné du groupe du LRP, «nous entrons dans une ère entièrement nouvelle de la phytogénétique qui nous conduira à une amélioration considérable de nos récoltes». □

*Texte français: Annie Hlavats*



Bruce Kane, PIB/DIP

The normal tomato plant (left) is visibly distinct from the specimen on the right, which is deficient in the green pigment chlorophyll. In cell culture breeding experiments, chlorophyll-deficient plants act as valuable genetic "markers", enabling the scientist to distinguish cellular types visually under the microscope.

Le pied normal de tomate (à gauche) est visiblement différent du spécimen de droite qui n'a pas de pigments de chlorophylle. Au cours des expériences de croisements de cultures de cellules végétales, les plantes exemptes de chlorophylle servent de «marqueurs» génétiques pour permettre aux scientifiques d'identifier les différents types de cellules au microscope.

# Photosynthesis — Life's energy pipeline

*The trapping of solar energy by green plants to form organic compounds is carried out more efficiently in some species than in others. Scientists at NRC's Prairie Regional Laboratory are now examining the process in more detail, particularly as it relates to nitrogen fixation.*

"What drives life is . . . a little electric current, kept up by the sunshine." So said biochemist Albert Szent-Gyorgi in describing the dominant chemical process on earth — photosynthesis. The electric circuit referred to by the Nobel laureate scientist is found in the cells of green plants. By chemical reactions still only partly understood, electrons in the pigment chlorophyll are "pulsed" by sunlight up to high energy levels,

leading to the creation of the chemicals that drive all of life's myriad processes. The second, synthetic aspect involves the cell's use of these high energy chemicals to "fix" carbon dioxide gas from the atmosphere with water vapor to produce glucose sugar and oxygen. And glucose is the common currency in the energy trading system of life, the universal fuel.

While scientists are still not sure if plants vary in their ability to carry out this first photochemical process, they know for certain that there are a range of efficiencies when it comes to the second part, the assimilation of carbon dioxide. Plants like corn and sugar cane which show the highest efficiencies differ from most other species in a very important respect — the losses they

suffer through daytime respiration are minimal (plants, like animals, must breathe). It is the carbon dioxide gain then, the difference between what is fixed and what is lost via respiration, that sets the photosynthetic efficiency. (Plants which minimize carbon dioxide loss through "photorespiration" are called C<sub>4</sub> types, while the less efficient types are called C<sub>3</sub>, a reference to the way they assimilate the gas.)

Because photosynthesis drives all plant physiological processes and provides virtually all of its building material (over 90 per cent of a plant's dry weight is fixed carbon dioxide), scientists are now looking at the possibilities of improving a crop's photosynthetic ability by current plant breeding methods. At PRL, two scientists, Dr.



Bruce Kane, PIB/DIP

The root system of a field pea plant, showing the nodules responsible for nitrogen fixation. These swellings are root cells that contain Rhizobial bacteria in "walled off" structures where they are able to convert the nitrogen of the atmosphere into a form available to the plant. Besides providing the anaerobic or oxygen-free environment, the plant supplies "trigger" substances that initiate the fixation process. PRL scientists are leaders in the quest to understand the biochemical nature of this unusual plant-bacteria association.

Les racines d'un pied de pois des champs montrant les nodosités responsables de la fixation de l'azote. Ces protubérances sont formées de cellules radicales contenant des bactéries rhizobiales dans des structures murées où elles peuvent donner à l'azote atmosphérique une forme que la plante peut utiliser. En plus de réaliser cet environnement anaérobie ou exempt d'oxygène, la plante fournit également des substances qui déclenchent le processus de fixation. Les chercheurs du LRP sont à la pointe de l'effort scientifique visant la compréhension de la nature biochimique de cette association inhabituelle entre une plante et des bactéries.

# La photosynthèse

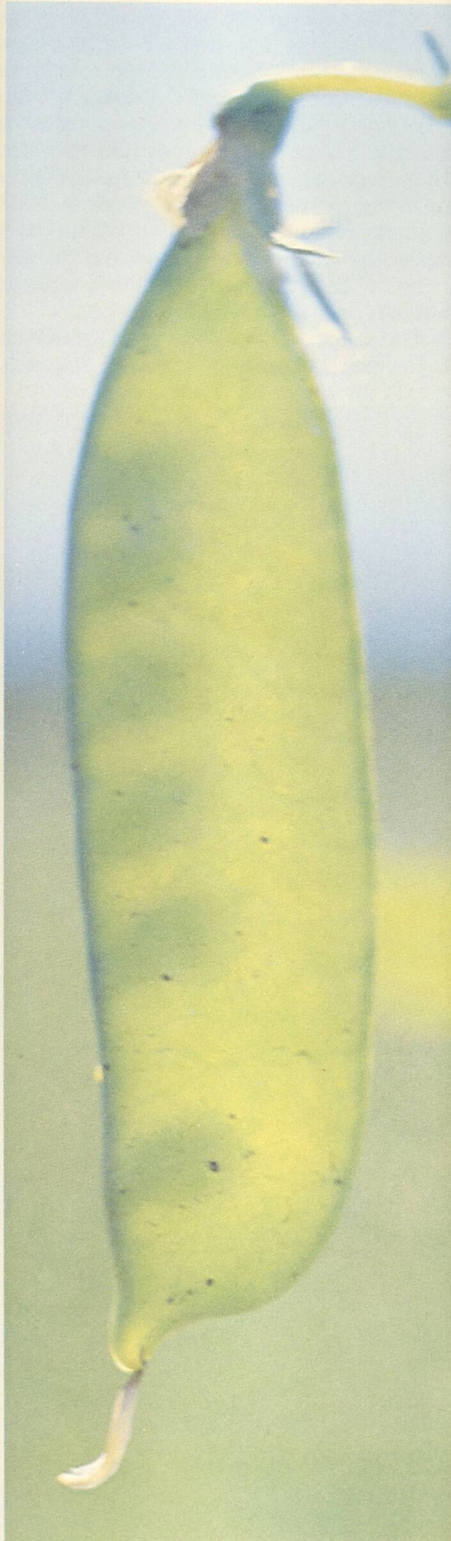
## Un processus vital

*Chez certaines plantes vertes l'absorption de la lumière solaire, nécessaire à la formation de substances organiques, est plus efficace que chez d'autres. Les scientifiques du Laboratoire régional des Prairies du CNRC procèdent actuellement à une étude plus détaillée du processus et notamment de son rôle dans la fixation de l'azote.*

«Le moteur de la vie c'est . . . un peu de courant électrique entretenu par un rayon de soleil», a dit le biochimiste Albert Szent-Gyorgi en décrivant cet important processus chimique qu'est la photosynthèse. Le circuit électrique auquel fait allusion ce lauréat du Prix Nobel se trouve dans les cellules des plantes vertes. À la suite de réactions chimiques encore mal connues, les électrons du pigment chlorophyllien sont «pompés» par la lumière solaire jusqu'à des niveaux d'énergie élevés conduisant à la création de ces substances chimiques qui entretiennent les innombrables processus qui sont à la base de la vie. La deuxième fonction synthétique fait intervenir l'utilisation cellulaire de ces produits chimiques dotés d'une énergie élevée pour «fixer» le gaz carbonique atmosphérique à l'aide de la vapeur d'eau avec synthèse de glucose et libération d'oxygène. Et il se trouve que le glucose est le dénominateur commun des échanges énergétiques, leur nerf moteur.

Les scientifiques ne savent pas encore si l'aptitude à réaliser ce premier processus photochimique varie d'une plante à l'autre mais ils sont par contre certains qu'il existe une large gamme d'efficacités quant à la seconde partie du processus, c'est-à-dire l'assimilation du gaz carbonique. Il y a une très importante différence entre le maïs et la canne à sucre, plantes ayant le rendement le plus élevé, et la plupart des autres espèces, en ce sens que les pertes qu'elles subissent par la respiration diurne sont minimales (les plantes, comme les animaux, doivent respirer). C'est donc le gain en gaz carbonique, c'est-à-dire la différence entre ce qui est fixé et ce qui est perdu par la respiration, qui détermine le rendement photosynthétique (les plantes chez qui la perte de gaz carbonique par «photorespiration» est minimale sont appelées plantes de type  $C_4$ , tandis que les moins efficaces sont appelées plantes de type  $C_3$  pour indiquer la façon dont elles assimilent le gaz carbonique).

La photosynthèse étant à la base de tous les processus physiologiques des



Bruce Kane, PIB/DIP

**Le pois des champs.** Dans le cadre de travaux portant sur la photosynthèse, les chercheurs du LRP s'intéressent à cette plante à cause de sa grande diversité génétique naturelle.

**The field pea.** Scientists at PRL find this plant useful in photosynthesis studies because of the great natural variety it exhibits.

végétaux et fournissant pratiquement l'ensemble de leurs éléments constitutifs (plus de 90% du poids sec d'une plante est constitué de dérivés du gaz carbonique), les scientifiques étudient maintenant la possibilité d'améliorer l'aptitude photosynthétique d'une culture avec les méthodes phyto-génétiques actuellement connues. Au LRP, deux scientifiques, le Dr Wolf Kurz et le Dr John Mahon, ont entrepris l'étude du processus et notamment de son rôle dans la fixation de l'azote, appelée «autofertilisation», dans les racines des légumineuses.

Bien que chacun étudie différents aspects de cette relation, tous deux travaillent avec le pois des champs, légumineuse aux caractéristiques très variables tant en ce qui a trait à son aptitude à fixer l'azote qu'à son rendement photosynthétique. Selon Wolf Kurz, on peut raisonnablement s'attendre à trouver une corrélation directe entre les deux processus puisque la photosynthèse fournit toute l'énergie et les photosynthétiseurs les plus efficaces seront donc probablement aussi les meilleurs fixateurs d'azote. «Toutefois, le rapport pourrait bien ne pas être aussi net que cela car il ne faut pas oublier que la fixation de l'azote dépend de la collaboration existant entre les cellules végétales et les bactéries se trouvant dans les nodosités des racines. L'efficacité de ce rapport symbiotique n'est pas nécessairement liée à la fourniture de l'énergie», explique le Dr Kurz.

Travaillant avec des pois en cours de développement, ces deux chercheurs mesurent continûment, jour après jour, le rendement photosynthétique des feuilles et l'aptitude des racines à fixer l'azote.

Quelle est la quantité d'énergie captée par photosynthèse utilisée pour la fixation de l'azote? John Mahon essaye de trouver la réponse à cette question en examinant la relation existant entre la respiration (étalon de mesure de la photosynthèse) et la fixation de l'azote. «Il ne fait aucun doute que la consommation d'énergie est considérable. Nos résultats montrent qu'il faut 17 g de sucre pour la fixation de chaque gramme d'azote», remarque-t-il. Cela laisse entrevoir un problème. Si les scientifiques parviennent effectivement à accroître l'aptitude d'une espèce à fixer l'azote, il faudra probablement encore plus d'énergie. D'autre part, si l'on veut canaliser plus d'énergie dans ce processus il faudra peut-être la réduire dans d'autres domaines vitaux

Wolf Kurz and Dr. John Mahon, are beginning studies of the process, especially as it relates to nitrogen fixation, the so-called "self-fertilization" process that takes place in the roots of legume plants.

While each scientist looks at different aspects of the relationship, both use the field pea in their research, a legume characterized by great variety, both in nitrogen fixing ability and photosynthetic efficiency. According to Wolf Kurtz, it is reasonable to expect a direct correlation between the two processes since photosynthesis supplies all the energy — that is, the most efficient photosynthesizers will probably be the best nitrogen fixers. "The relationship might not be that straightforward, however," he says. "Don't forget that nitrogen fixation depends on the cooperative effort between plant cells and bacteria contained in the lump-like root nodules. The effectiveness of this symbiotic relationship is not necessarily tied to the energy supply."

Working with growing pea plants, both men measure what amounts to photosynthetic efficiency in the leaves and nitrogen fixing ability in the roots on a continuous, day-by-day basis.

How much of the energy trapped by photosynthesis is used in the fixing of nitrogen? John Mahon is attempting to answer the question by examining the relationship between respiration (a yardstick of photosynthesis) and nitrogen fixation. "There is no question the energy drain is large," he says. "Our results indicate that 17 g of sugar are required for every gram of fixed nitrogen." This poses a potential problem. If scientists do succeed in increasing the nitrogen fixing ability of a species, presumably more energy will be required. And funnelling more energy into this process may mean cutting it back in other vital areas, such as seed formation. "Biological nitrogen fixation is not free fertilizer," observes Mahon. "The price paid might be in crop yield." By refining his measuring technique, Mahon hopes to develop criteria of efficient energy production and use which agricultural scientists can apply in their breeding programs.

Kurz approaches the problem of measuring photosynthetic efficiency in a different way and focusses more attention on the regulating mechanisms of the nitrogen fixing system. By pairing efficient pea varieties and rhizobia (the bacterium housed in the nodules), he is attempting to get a handle on the

way the system is regulated. "A great deal of energy channelled to the roots for fixation is lost due to side reactions that produce the gas hydrogen," he explains. "Can we come up with a more efficient plant-bacterium alliance that reduces this waste? Also, what and where are the levers of control for this symbiotic relationship? What part does the plant play? And the bacterium? These are the questions we are asking."

Evidence from American research on soybeans (another legume) suggests

that the availability of energy and building materials from photosynthesis is a major limiting factor in nitrogen fixation. Increase the supply of these and the rate of fixation rises dramatically. If, as seems likely, the same applies to field peas, then any program to "tone up" the plant-bacterium combination to produce more fixed nitrogen must take the plant's capacity to carry out photosynthesis into account — and seek to improve it as well. □

**Wayne Campbell**

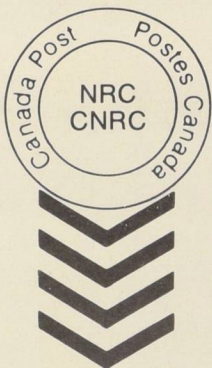


Bruce Kane, PIB/DIP

**Wolf Kurz makes adjustments to his laboratory apparatus. The pea plant is housed in an enclosed environment allowing him to conveniently monitor photosynthesis in the leaves and nitrogen fixation in the root nodules.**

**Le Dr Wolf Kurz règle ses instruments. La plante se trouvant en vase clos, il est facile de contrôler la photosynthèse dans les feuilles et la fixation de l'azote dans les nodosités de la racine.**

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



National Research  
 Council Canada

Conseil national de  
 recherches Canada

**OTTAWA  
 CANADA  
 K1A 0R6**

Public Information - Information publique

**ADDRESS CHANGE**

1977/4

**CHANGEMENT D'ADRESSE**

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

NAME - NOM \_\_\_\_\_

TITLE - TITRE \_\_\_\_\_

ORGANIZATION - ORGANISME \_\_\_\_\_

STREET - RUE \_\_\_\_\_

CITY - VILLE \_\_\_\_\_

PROVINCE \_\_\_\_\_ POSTAL CODE POSTAL \_\_\_\_\_ COUNTRY - PAYS \_\_\_\_\_

FASTEN HERE - SCELLER ICI



Bruce Kane, PIB/DIP

La plante respire par les feuilles. On place des feuilles de pois dans une cellule où l'on peut mesurer avec précision les gaz absorbés et libérés au cours du processus. Plant respiration takes place in the leaves. Here, pea leaves are placed in a chamber that allows careful measurement of the gases taken up and given off during the process.

comme la formation des graines. «La fixation biologique de l'azote ne nous donne pas un engrais gratuit, le prix à payer pourrait être une réduction de la récolte», ajoute John Mahon. En perfectionnant sa technique de mesure, Mahon espère arriver à mettre au point des critères de rendement et d'utilisation énergétiques efficaces que les agronomes pourront appliquer à leurs programmes de phytogénétique.

L'approche que Kurz a choisie pour mesurer le rendement photosynthétique est différente et accorde plus d'attention aux mécanismes de régulation du système de fixation de l'azote. En appariant des variétés efficaces de pois et de bactéries rhizobiales (contenues dans les nodosités) il s'efforce d'éclaircir le mécanisme de régulation du système. Écoutons-le: «Une quantité considérable d'énergie acheminée vers les racines pour la fixation est perdue à la suite de réactions secondaires dominant de l'hydrogène. Ne serait-il pas possible de découvrir une

association plante-bactéries plus efficace qui réduirait ce gaspillage? Quels sont et où se trouvent les leviers de commande de cette relation symbiotique? Quel rôle la plante joue-t-elle? Et la bactérie? Telles sont les questions que nous nous posons.»

Les résultats des recherches américaines sur une autre légumineuse, le soja, donnent à penser que la quantité d'énergie et de substances constitutives fournies par la photosynthèse est un facteur limitatif majeur dans la fixation de l'azote. En augmentant la quantité de ces éléments on accroît considérablement la vitesse de fixation. Si, comme c'est probable, les mêmes règles s'appliquent aux pois des champs, tout programme visant à «tonifier» l'association plante-bactéries pour augmenter la quantité d'azote fixé devrait tenir compte de l'aptitude photosynthétique de la plante en essayant en même temps de l'améliorer.

Texte français: **Claude Devismes**

## 50th Anniversary of Canadian Time Service Broadcasts

This summer the Canadian Time Service celebrated 50 years of broadcasting radio time signals, beginning in 1927 at the old Dominion Observatory. By 1929, the call sign VE90B was assigned, and full-time operation began on three frequencies, chosen just above the 20, 40 and 80 meter amateur bands because most short wave activity in those days was carried out by radio amateurs. The service was initiated to supply accurate time for surveys in the north and for navigation at sea.

By 1942, the station was operating as CHU, with the call sign identification in Morse code. Since 1964, the call sign and the time have been given by bilingual voice announcements each minute.

The same frequencies are still broadcast, and over the years the broadcast power has steadily increased from a few watts to 10,000 watts on 7.335 MHz band and to 3,000 watts on the other frequencies. The accuracy, for many years about one-tenth of a second maintained by pendulum clocks, is now a few millionths of a second maintained by cesium atomic clocks.

On April 1, 1970, responsibility for operating the Canadian Time Service was transferred from the Dominion Observatory to the National Research Council. Today, the CHU station is fully automated to give round-the-clock service, and the transmissions are continuously monitored by NRC's Division of Physics to insure close agreement with the Canadian Time standard.

## 50e anniversaire du Service canadien de l'heure


Cet été, le Service canadien de l'heure a célébré le 50<sup>e</sup> anniversaire de la radiodiffusion de signaux horaires. La radiodiffusion à plein temps commença en 1929, avec l'indicatif VE90B. Les trois bandes de fréquences choisies étaient légèrement supérieures à celles réservées aux radio-amateurs (20, 40 et 80 m) car la majorité des émissions diffusées sur ondes courtes provenaient alors de postes amateurs. Ce service était destiné aux géomètres travaillant dans le Grand Nord, ainsi qu'aux navigateurs.

En 1942, la station adopta l'appellation CHU et commença à transmettre son indicatif en morse. Depuis 1964, l'indicatif et l'heure sont communiqués dans les deux langues officielles du Canada, toutes les minutes.

On utilise encore les mêmes fréquences et, au cours des années, la puissance d'émission est passée de quelques watts à 10 kW sur 7,335 MHz et à 3 kW sur les autres fréquences. La précision d'environ 1/10 de seconde observée pendant plusieurs années, au moyen d'horloges à pendule, est maintenant de quelques millionièmes de secondes grâce à des horloges atomiques au césium.

Le 1<sup>er</sup> avril 1970, l'Observatoire fédéral a transféré le contrôle de ce service à la Division de physique du CNRC, qui maintient la concordance avec l'étalon de temps canadien. Entièrement automatisée, la station CHU diffuse l'heure 24 heures par jour.

CUT - DÉCOUPEZ

 National Research Council Canada Ottawa, Canada K1A 0R6	Conseil national de recherches Canada Ottawa, Canada K1A 0R6
Canada Post Bulk Third Class	Postes Canada En nombre Troisième classe

- PLEZ VERS L'INTERIEUR

FOLD IN

E 021061 01

MRS N WHITE  
CISTI/ICIST  
RM 240  
M-55

### IS YOUR ADDRESS LABEL CORRECT?

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

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

### VOS NOM ET ADRESSE COMPORTENT-ILS UNE ERREUR?

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

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

CUT - DÉCOUPEZ