

SCIENCE DIMENSION

VOLUME 15, NO. 5, 1983

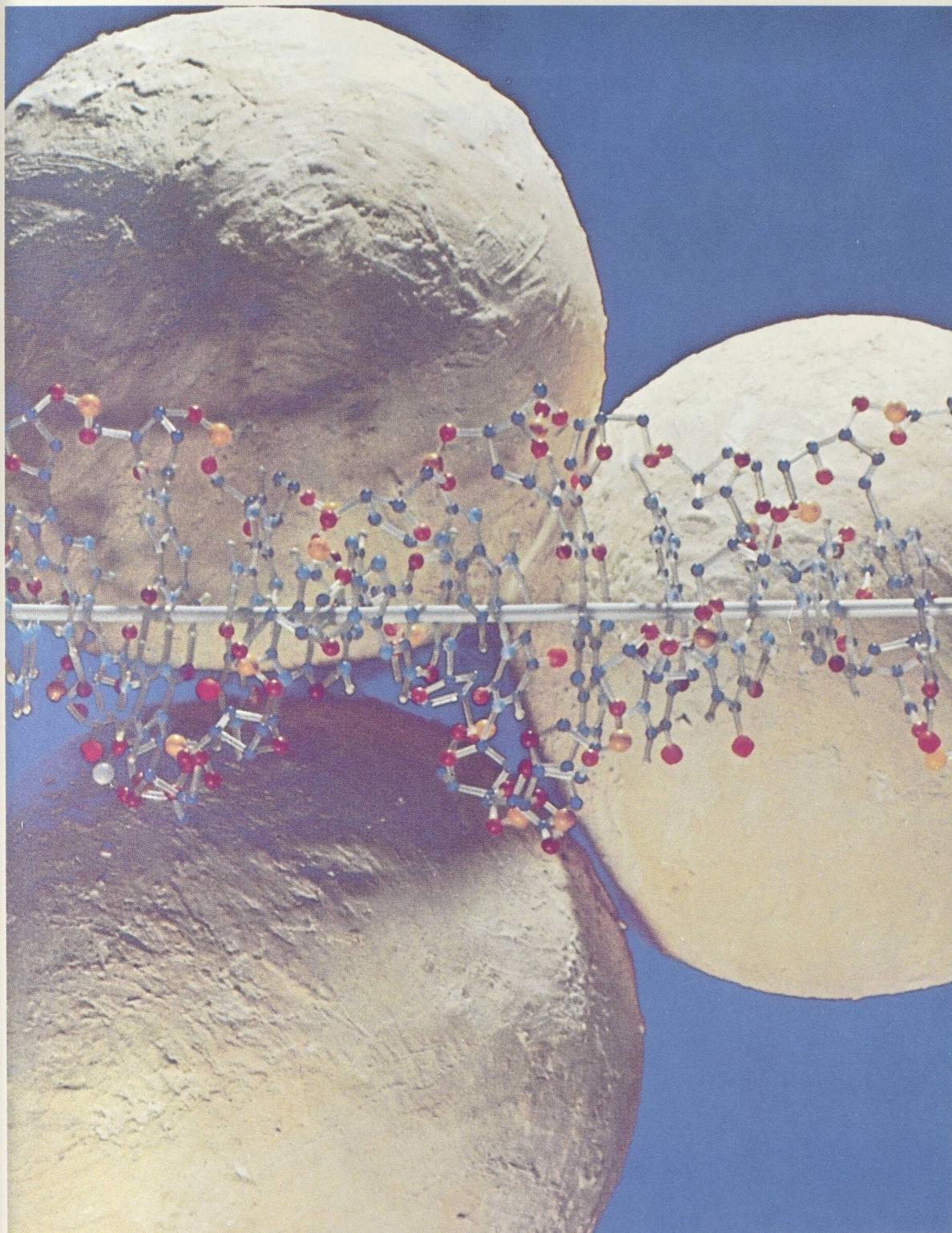
COLD REGION CROPS



ACOUSTIC MICROSCOPE • INVESTIGATING EARTHSPACE

*Building genes in the laboratory
wasn't always the cakewalk it is today.*

In 1974, it took NRC chemist Saran Narang over three months to synthesize this short bacterial gene (shown against the protein that accompanies it in the cell), a job that he could now do in less than a day. Back then, Narang was still a long way from building the much longer gene for one of therapeutic medicine's most important proteins — human insulin. Read about this scientific odyssey in the next issue of *Science Dimension*, 1983 No. 6.





National Research
Council Canada

Conseil national
de recherches Canada

SCIENCE DIMENSION

VOLUME 15, NO. 5, 1983

Editor Wayne Campbell
Managing Editor Margaret Shibley Simmons
Art Editor Jean L. Richard
Photographer Bruce Kane
Print Coordinator Robert Rickerd
Art Production Carisse Graphic Design Ltd.
Printed in Canada by Beauregard Press Ltd.

31159-2-1019

Letters 4

Capsules 6

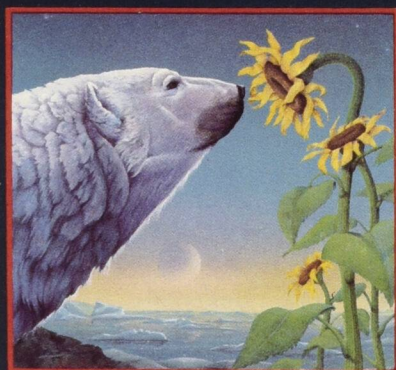
Cold Region Crops 10
Agriculture's northern challenge

Blue Aurora 18
Investigating earthspace

Acoustic Microscope 22
A new branch of microscopy

Up in Smoke 28
Fire research at NRC

SCIENCE DIMENSION



Cover:

Sunflowers in the arctic may seem like a far-off dream, but modern science's track record indicates that almost anything is possible. Canadian crop scientists are still a long way from realizing artist John Bianchi's surreal vision of northern agriculture, but progress is being made, particularly at the universities. On page 10, freelance writer Paul Tisdall describes work at the University of Manitoba aimed at breeding crops suited to the cool, short-season conditions of the Canadian Prairies.

Science Dimension (ISSN 0036-830X) is published six times a year by the Public Relations and Information Services 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 from that source. Enquiries should be addressed to: The Editor, *Science Dimension*, NRC, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0R6. Tel. (613) 993-3041. Indexed in the Canadian Periodical Index. This publication is available in microform. Cette publication est également disponible en français et porte le nom de *Dimension Science*.

Letters

Permission to reprint

Your permission to reproduce articles from *Science Dimension* would greatly assist the learning activities at our community college. Reproduction would normally be in the form of an overhead of an article, or photocopies for distribution to our students, at no cost. You may also wish to know that our college subscribes to your publication. As we are now planning our fall semester activities, your prompt response to this request would be much appreciated. Thank you for your consideration.

Antoinette Provenzano

The Sault College of
Applied Arts and Technology
Sault Ste Marie, Ontario

Permission granted. We are pleased to see Science Dimension used as an educational tool. Ed.

Kudos

Although I don't like using superlatives, *Science Dimension* is the best science magazine I have read. It is neither too technical nor too popularistic — and some of the articles are downright brilliant because of their clear writing. Not only scientists want to understand what is happening in the world of science, a world that affects us all.

Oh yes, I definitely like the unilingual format.

Joan Kurisko

Thunder Bay, Ontario

Just a brief note to congratulate you and your staff on the excellent production of your first issue of *Science Dimension*. The articles are interesting and clearly written. The graphic design is outstanding.

D.E. Ryan

Director
Trace Analysis Research Centre
Dalhousie University
Halifax, Nova Scotia

Our first-year nursing students study the concept of cellular aberration. As a nursing teacher, I found the article "Distant Early Warning Protein" on oncomodulin (SD 1983:3 p. 28) informative and providing further illumination on cell receptor theory. It is gratifying to know the extent of research being carried out by NRC, and the positive implications this may have on prevention and treatment of Cancer.

"Cherries in the Pink... from the red" (SD 1983:3 p. 16) by John Jaffray is humorous and informative, especially in today's economic climate. The up-to-date information and excellent illustrations in Capsules is also informative. The photography and art work in *Science Dimension* stimulate one's interest. Thank you for an informative and helpful magazine on current research in science.

Lillian Williams

Teaching Master
Northern College of
Arts and Technology
South Porcupine, Ontario

My sincere compliments go to all the staff of *Science Dimension*, who do a great job at making current research in all the different facets of science so understandable. Being a graduating student in biology from university, I find no trouble in relating to articles within the fields of biology; yet, I also find articles in physics and chemistry equally intriguing, and written in a way that is easy to understand. And all this without any advertisements! Credit must also go to John Bianchi for his amusing cartoons and colourful illustrations. Keep up the good work!

Marc Kayem

Montreal, Quebec

Your publication is commendable. There is, however, one fault: it is too simple. *Science Dimension* would be



a far better magazine if the articles were written in greater detail.

Chris Giorshev

Scarborough, Ontario

Temperature problem

I am sure that you want *Science Dimension* to be 100 per cent accurate in every respect, but I am sorry to say that you did not quite make it with the issue Volume 15, No. 2.

On page 17 there are two references to thermodynamic temperatures as 3°K. Well, in 1968 the Conférence Générale de Poids et Mesures (CGPM) changed the unit of thermodynamic temperature from "degree kelvin (°K)" to "kelvin (K)." Now such a temperature would be expressed as "3K," read as "three kelvins." And, when we get close to absolute zero, we do speak of a temperature of so many millikelvins (mK).

Dr. Sidney V. Soanes

President
JVA Scientific Consultants Ltd.
Toronto, Ontario

Oops! Ed.

High school guidance departments

I am happy to see a new format in *Science Dimension* magazine and your concern for science awareness in Canadian schools.

Because of your concern for educators' "unique and crucial role in guiding the scientists of tomorrow," I hope that you have the executive committee of the Ontario School Counsellors Association, as well as the guidance department in elementary and secondary schools on your mailing list.

Because of mutual concerns expressed by the Ontario Teachers' Federation over the last five years,

OTF has just launched into a major "Career Profiles" project with Ontario Hydro and the Canadian Fusion Research Group (which I understand has some NRC involvement.)

It is hoped that we will produce elementary and secondary teaching and learning materials (bilingual) which will highlight the kind of high technological work and support systems currently involving many Canadian young people. We hope this will provide an understanding of the Canadian human support system existing in the scientific and high technology industries.

Valentina Slobodian

Ontario Teacher's Federation
Toronto, Ontario

The Ontario School Counsellors Association is on the mailing list of Science Dimension. Guidance departments in secondary schools have received sample copies of the magazine, but not those in elementary schools. By and large, we feel that our readers need at least a high school level of science to enjoy the magazine. Ed.

Bilingual format missed

I have enjoyed your journal for many years and regard it as a very high quality work of art and science. I am disappointed only by the discontinuation of the bilingual text and wonder whether or not its return might be induced by readers' sentiments in this regard.

Paul J. Karol

Associate Dean of Science
Carnegie-Mellon University
Pittsburgh, Pennsylvania

Science Dimension is also published in French as Dimension Science. We have taken the liberty of placing Dr. Karol on the mailing list of our French language edition. Ed.

Deafness council

I enjoy the "new look" of your magazine and wish you continued success in your efforts to publish a high quality science magazine. In your editorial (SD 1983:1 p. 2), you asked for story ideas from readers. I

do have one which concerns the people my organization, the Canadian Co-ordinating Council on Deafness, works for. You may wish to do a story some time about closed captioned television programming for deaf viewers. Canada has developed a unique system for captioning television — a "dual mode" system that encodes in both the American format and in a Telidon "Line 21" format.

The Canadian Captioning Development Agency (CCDA) will soon be installing the encoding technology, built by a Canadian high technology firm. The federal Department of Communications has provided financial and technical support for this project. Thus I feel there is an interesting story about Canadian technical innovation and know-how to be told to your readers.

Alrick Huebener

Director of Communications
Canadian Co-ordinating Council
on Deafness
Ottawa, Ontario

Overseas

There is nothing which angers or mystifies me concerning your magazine. *Science Dimension* is, as always, informing and amusing (especially the designs of artist John Bianchi!) One little request: Please print the complete address of persons represented in your pictures.

A special acknowledgement to artist Bianchi for the 'icebear' painting!

Hans Koebner

retired Editor
München
Federal Republic of Germany

Congratulations on the new format in your magazine. I have been subscribing and reading several science journals for a number of years but I always enjoy and look forward to each edition of *Science Dimension*.

I have kept every issue since arriving in Australia to begin my science teaching post in 1978. My students are using the publication more extensively than ever for research and personal reading. They are most impressed, as I am, with the quality of the production, considering that it is a gratis publication.

I am always interested in what new headway Canada, and particularly the NRC, is making the field of scientific research. Keep up the good work.

Keith R. Welk

Science Department
Dakabin State High School
Australia

I recently saw your publication during a visit to a scientist's office at the National Aeronautics and Space Administration in Washington. I thought it was an excellent magazine with many interesting articles that could be used as sources for pieces in my own publication. I am always looking for leads and new stories. I would therefore very much appreciate it if you could add my name to your mailing list. Hopefully I will be able to expand on reporting of Canadian research efforts of interest to the developing world.

John G. Blair

Editor
International Exchange News
Washington, D.C.

I note in your latest issue of *Science Dimension*, that you request letters and comments from your readers. Curiously enough, I was meaning to write to you to say how much I enjoy reading articles on many different scientific subjects in *Science Dimension*.

I teach a Comparative Physiology course and this includes a section on Cellular Physiology. I was able to use the article "A Quiet Revolution," in the first issue of 1983, as the basis for teaching Immunology to the students, and they found the subject both lucid and comprehensible.

Dr. N.R. Fraser

Victoria University of Wellington
Wellington, New Zealand

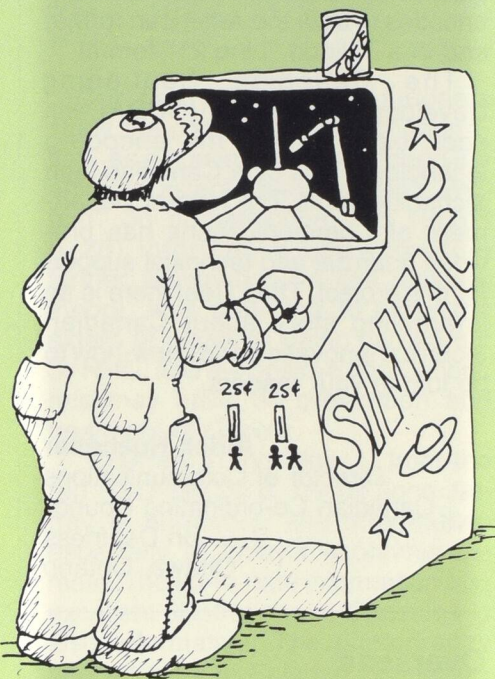
SCIENCE DIMENSION welcomes letters to the editor. Shorter texts in the 200-word range stand a much better chance of being published. We reserve the right to edit texts for length. Write to: SCIENCE DIMENSION, National Research Council of Canada, Ottawa, Canada, K1A 0R6.

Capsules

Old hands

On the recent flight of the shuttle *Challenger*, Dr. Sally Ride and her colleagues used the Canadarm manipulator to achieve the first capture of a free-floating satellite. Though none of Canadarm's users had been in orbit before, all had intimate knowledge of how the multi-million-dollar space crane worked, including the feel of its controls. The reason? Ride *et al.* have been flying their NASA jets in and out of Toronto, Ontario for the last several years to train.

At the same Spar Aerospace plant that manufactures and assembles Canadarm systems, Canadian engineers have designed and built a



sophisticated device called the RMS Simulation Facility, or SIMFAC. SIMFAC comprises a full-size mockup of the aft section of a space shuttle's cabin, complete with Canadarm controls. But replacing the orbiter's thick glass windows are TV screens, fed by a powerful computer. The computer reads data input from the controls and projects a recognizable view of arm and payload, as seen both through the 'windows' and on any of the orbiter's TV cameras which the astronaut selects. After a few dozen hours of SIMFAC, astronauts who have never gone into space before can handle Canadarm like old hands.

Drugged hybridoma

A hybridoma ('hybrid cancer') is a fusion of a cancer cell with a normal cell that combats foreign substances. Like normal cells, hybridomas produce antibodies, claw-shaped molecules exquisitely tailored to 'lock on' to an invader and tag it for death. And like the cancer cells that comprise their other half, hybridomas produce these antibodies with nonstop efficiency. Now scientists at TRIUMF, a giant cyclotron in Van-

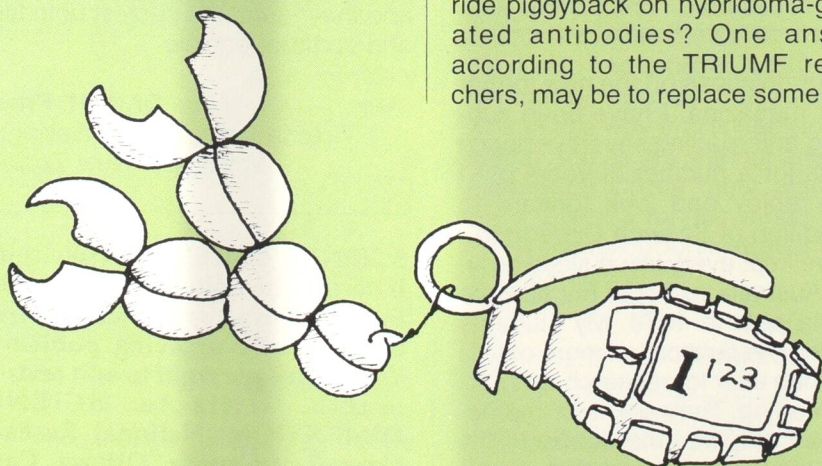
couver, have teamed hybridoma antibodies with special isotopes in search of a better way of treating, of all things, cancer itself.

Because they can be custom-designed to home in on specific tissues, antibodies produced by hybridoma cells show promise as 'magic bullets.' These ideal medicines would ferry drugs directly to disease sites, sparing healthy tissue from side effects. The question remains, however: how can drugs ride piggyback on hybridoma-generated antibodies? One answer, according to the TRIUMF researchers, may be to replace some of the

antibodies' neutral atoms with radioactive ones.

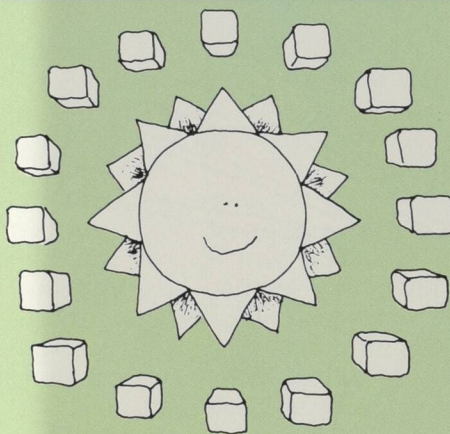
The technique would work like this: first, clinicians would isolate cells producing anti-cancer antibodies from the blood of a cancer patient. These cells would be fused with a standard line of 'myeloma' or cancer cells, forming hybridomas whose antibodies would be 'specific' to the patient's cancer. Then atoms of some therapeutic isotope would be attached to these antibodies. Churned out in vast numbers by the hybridomas (themselves a kind of disciplined cancer), armed with their deadly radioactivity, and homing in on the patient's cancer, the antibodies would deliver the brunt of their killing power directly to the needed spot.

At present, the TRIUMF research is trying to 'tag' hybridoma antibodies with iodine 123, an isotope just radioactive enough to permit detectors outside the body to trace its route. Once it's proven that the tagged antibodies with their radioactive payload do indeed home in on cancer, the I^{123} will be replaced by a more potent isotope in clinical trials.



Cubic halo

We live beneath an ocean of air. It hides the stars in daytime, colours our sunsets, and frequently rings the sun or moon with bands of light called 'haloes.' These haloes come from tiny ice crystals high in the atmosphere, through which lunar or solar light refracts. The well-known geometry of most of these crystals explains the different angles of most types of halo with high precision, but one rare halo has long puzzled meteorologists. Scheiner's halo, named for the 17th-century astronomer who first reported it, has been seen only a handful of times in the last



350 years. The angle between the centre of the sun and the inside of this halo is 28 degrees — an angle which no naturally-occurring crystal of ice seemed able to explain satisfactorily.

Now Dr. Edward Whalley of NRC's Division of Chemistry believes he has solved the puzzle. According to Whalley, the crystals which refract solar light to form Scheiner's halo could comprise a radically different kind of ice, one till now believed to exist only in the laboratory. Scheiner's ice, in Whalley's view, is "cubic ice," whose water molecules stack up during their freezing process in a unique way. One result of this, Whalley thinks, could be large-scale crystals of cubic ice high in the atmosphere that refract sunlight to the exact angle of Scheiner's halo.

(More details in a feature-length article, next issue.)

The big icebox

Time of year: July. Conditions: driving snow, freezing temperatures, high winds. A blizzard is in the making.

An unusual summer? Not really. It's all happening at NRC's new Climatic Engineering Facility, located at a site near Ottawa's Uplands International Airport. The cold chamber simulates severe climatic conditions, everything from freezing rain conditions to blizzards (a combination of high winds, low temperatures, and snow). Temperatures can range from -45°C to $+50^{\circ}\text{C}$, the effect of winds of up to 65 km/h can be provided by fans, and snowfall rates can reach 3 cm/h. The chamber is the ideal place to do research on engineering problems arising from low temperatures, ice, and snow.

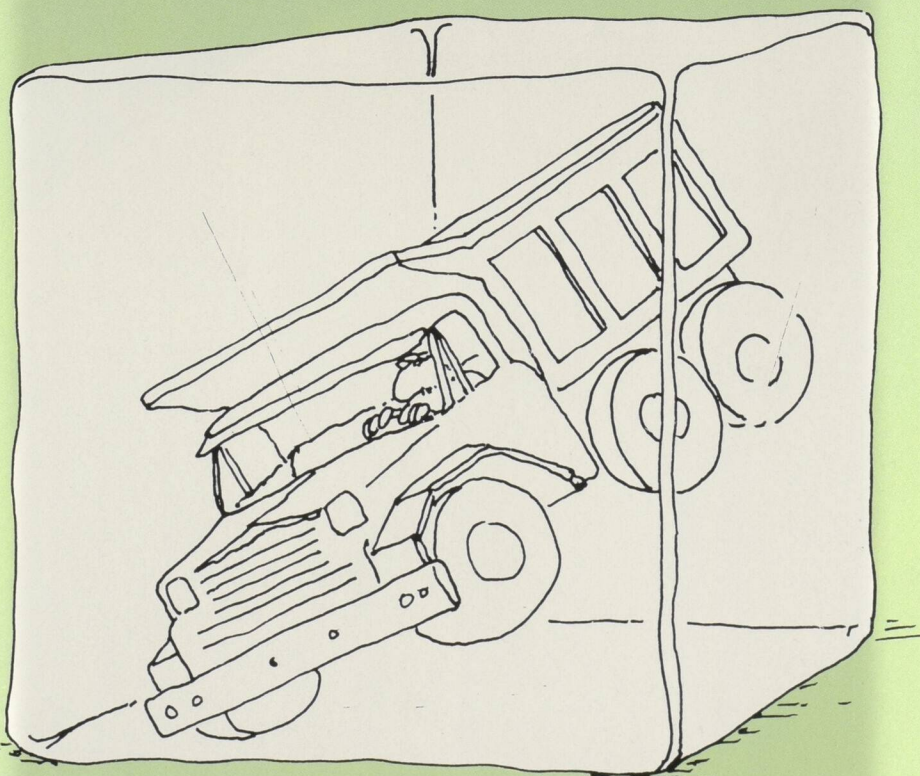
The installation, which is big enough to handle a railway car — even a locomotive — is the largest cold chamber in Canada, the second largest in North America. Tanks, transports, railcars, track vehicles like those used in open-pit mining, or large sections of aircraft, can now be tested under carefully controlled conditions at any time of the year. Canadian manufacturers will no longer have to go to the United States or as far away as Vienna to test their huge rolling stock.

Testing the performance of equipment and vehicles under extreme

conditions isn't restricted to seeing if the engine can start in cold weather. Will the brake system freeze? Can the streetcar maintain passenger comfort? Is the windshield kept clear in freezing rain? Does the air conditioning work in hot weather despite high temperature and humidity? It's also important that insulated compartments transporting goods, food for example, maintain their tempera-

ture. Those potatoes being shipped across Canada will be ruined if they freeze.

The new installation is made up of machinery rooms, a control room, and a cold chamber. Built at a cost of \$1.8 million, it replaces the old chamber at the Montreal Road Labs, which was only large enough to handle cars and trucks.



Astronomical autopsies

One of the most frustrating subjects in astrophysics is the supernova — none has been seen in our Galaxy since before the invention of the telescope. Studies must rely on the wispy remains of these exploded stars, remains which are often elusive and difficult to locate. A long standing student of supernovae, Dr. Sidney van den Bergh of NRC's Dominion Astrophysical Observatory, in Victoria, B.C. has proposed a new classification system for young supernova remnants to aid in their study.

Until now, supernova remnants were graded by the probable size of the star that produced them. Type I SNR's were produced by stars about 4 times larger than the sun, while the Type II were 10 times larger than the sun. But this classification system relies strongly on conjecture since so little is known of the conditions leading to a supernova.

Van den Bergh's proposed groups are based on the radiation signals we



receive from these remnants. Each produces radio waves and x-rays, but not all are optically visible. By balancing the signals we receive from them against what is known about certain chemical elements in excited states, he has established three classifications for remnants.

The first class typified by a well-known remnant, Cassiopeia A has the form of arched gas plumes and produces strong oxygen signals. The second is represented by the most

familiar supernova remnant, the Crab Nebula, which is a rapidly dispersing cloud of gas driven by a central pulsar — a neutron star emitting a narrow band of radio signals. Many of the supernovae of our Galaxy exhibit this structure and three have recently been found in the nearby Magellanic Clouds. Finally, there are the "heavies" — nearly perfect spheres of expanding gas that contain large amounts of iron. Iron is considered the heaviest element a star can generate through the nuclear fusion process, and is believed to be produced during the supernova explosion.

Although van den Bergh concedes his classification system flies in the face of current identification ideas, his proposal should provide a foundation for further supernova studies. Until astrophysicists have the opportunity to witness a supernova in our Galaxy with modern instruments, theories concerning them will remain at least partially conjectural.



Europa's global sea

Europa, smallest of Jupiter's four Galilean satellites, appears to share a feature with Earth previously thought to be unique to our planet — it may possess liquid water. Allan Cook, visiting scientist at NRC's Herzberg Institute of Astrophysics, made the discovery during a photometric analysis of Europa. The study not only resolves one of the questions of the moon's composition, but also raises a scientific controversy normally confined to the realm of fiction.

When the Voyager space probes cruised through the Jovian system, they glanced backward for "over the shoulder" views of Jupiter and its family of satellites. (The images revealed lightning and auroras on the planet, as well as a ring backlit by the sun.) Among the pictures taken of Europa, Cook detected an anomaly that computer enhancement exhibited as a plume 100 km high and 200 km across. Europa's neighbour, Io, had previously displayed plumes, produced by active volcanoes. But Europa, dubbed the "billiard ball of the solar system" for its bright,

Europa, the solar system's best maintained skating rink resurfaces itself automatically.

NASA

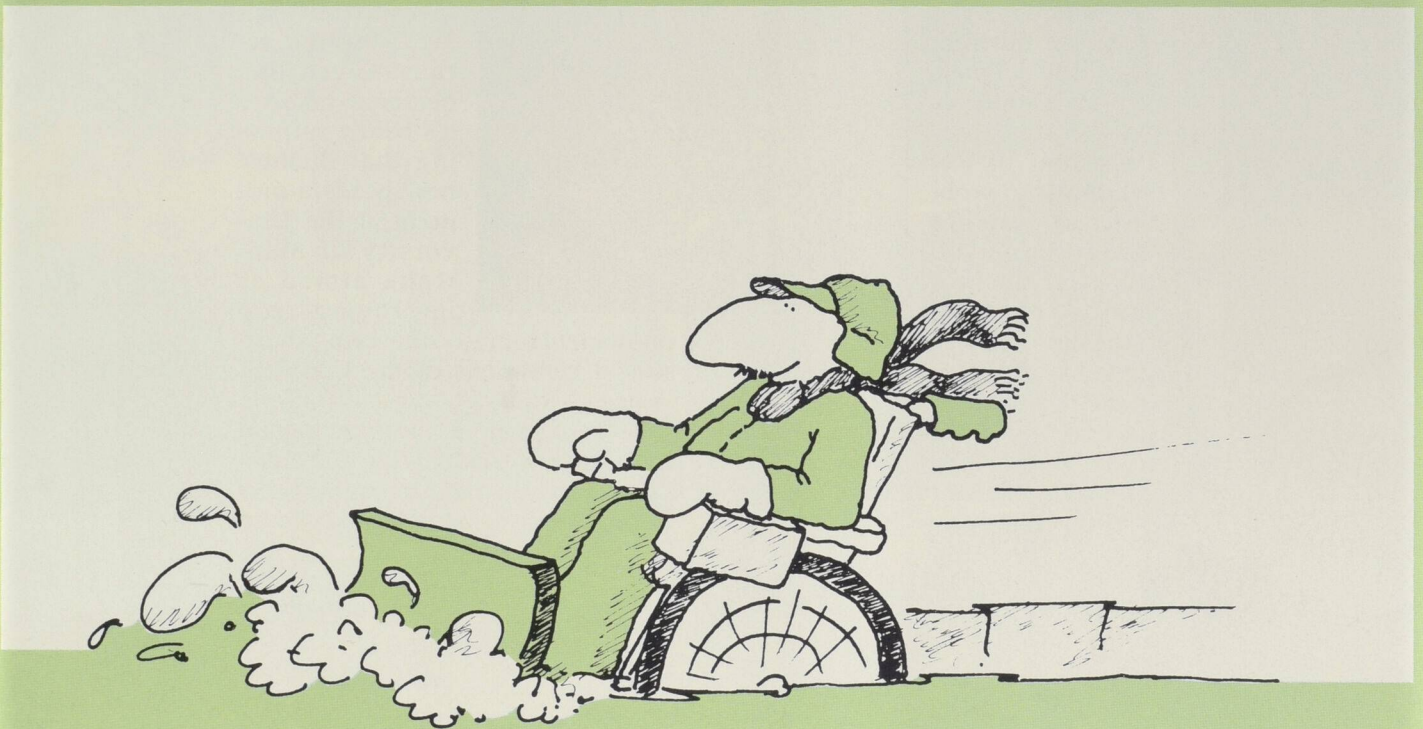
smooth surface, was an unlikely candidate for volcanism. Almost devoid of craters (no surface feature is higher than 50 m), the moon displays numerous fine cracks, some of them reaching halfway around its globe. Pre-Voyager analysis had already indicated that the moon's surface was water ice, covering a dense rocky core.

Cook, a member of the Voyager imaging team, theorizes that the ice we see is, in fact, a sheet a few

kilometres thick overlying a 5-km-deep global sea. Massive tides, driven by the parent world and its two large Galilean neighbours, erode the bottom of the ice. The cracks are weak spots which let the water escape through vents as vapour and crystals, leaving it frost covered. The ice may well contain ammonium hydroxide, which would make it rather soft so that craters formed by meteoroids would flatten out with time and be frosted over. The cause of the

plume is then deemed to be crystals from an unusually large vent.

The presence of water on Europa has generated a controversy among biologists, and it was anticipated in Arthur C. Clarke's latest novel, *2010: odyssey two*. Clarke hypothesized that plant forms exist under the ice where its surface is exposed to sunlight. Detailed analysis of the satellite and the composition of the plumes (if more are found) will have to await the arrival of the probe Galileo in 1988.



Dashing through the snow

The restrictions imposed on the handicapped by the Canadian climate have been partly overcome by a new wheelchair design. Everest and Jennings Canadian Ltd., of Concord, Ontario, are manufacturing a self-propelled chair originally developed at the Ontario Crippled Children's Centre (OCCC). With support from NRC's Industrial Research Assistance Program, the company completed the design proposal and is now producing the wheelchairs. According to company spokesmen, exports to Europe and the United States appear likely.

Security, comfort, and control are the chief elements in the new device, dubbed the "OC³ Flyer" due to its origins. The "Flyer" utilizes a new drive system, enabling it to contend

with snow, mud, and even gravel, which normally impede wheelchair operation. Direction and speed control are provided by a "joystick" mechanism requiring minimum hand strength capability. The joystick is coupled to a feedback system that brings the chair to a smooth stop should the user release or lose his or her grip on the control. User comfort, an important consideration given the number of hours per day the chair is likely to be in use, is enhanced by a newly designed suspension system. Incorporated in the design are four

seating methods, adaptable to a wide spectrum of users. With electronic control of the drive, the jerky starts and stops characteristic of earlier self-propelled designs have been eliminated.

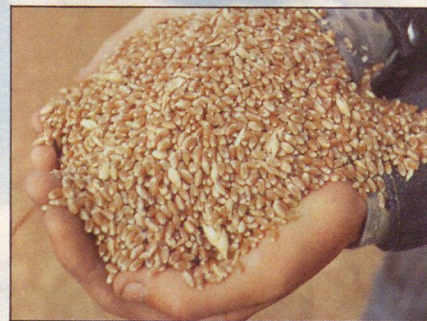
The Everest and Jennings development of the chair introduces a new research capability in Canada. Before now, wheelchair designs were primarily imported. From this start, the firm is already working on an improved control system for cerebral palsy victims, and on other children's mobility aids.

Cold Region Crops

Agriculture's northern challenge

by Paul Tisdall

For Dr. Walter Bushuk, the University of Manitoba's Associate Vice-President of Research, the problems of farming under Canada's hostile climate conditions are painfully real. Bushuk, who emigrated from Poland with his family as a small child, grew up on a mixed farm near Garland, Manitoba, some 400 km north of Winnipeg. The family farm suffered "freeze-outs almost every second year and we barely managed



to scratch out a living," Bushuk recalls. Given this personal history, it's hardly surprising that Bushuk now heads a program at the University of Manitoba aimed at improving crop

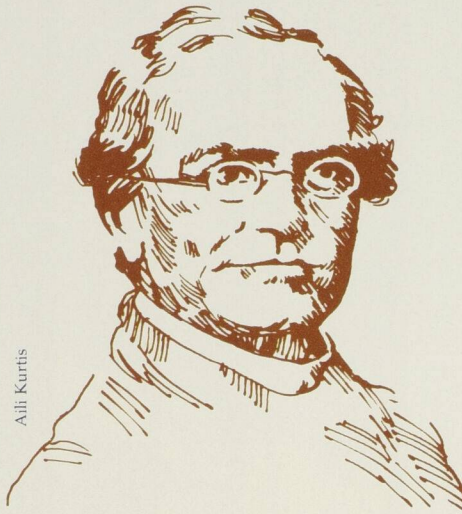
productivity under the cool, short-season conditions of the Canadian Prairies.

Severe climate is the most significant limiting factor facing Canadian agriculture. In fact, in many ways Canada's role as a breadbasket coun-



try represents a triumph of determination over bad climate and good sense. While we plant vast acreages, unseasonal frosts and protracted winters make our yield per acre in grains a dismal fourteenth in the world. The late August frost of 1982, for instance, destroyed an estimated 15 to 20 per cent of the Prairie crop.

To produce crops tailored to the rigorous climate of the Canadian Prairies, the University of Manitoba program is relying on improvements from traditional plant breeding techniques and agronomic practices. Recently, there has been a good deal of publicity about the application of the new techniques of genetic engineering to crop improvement. It has been

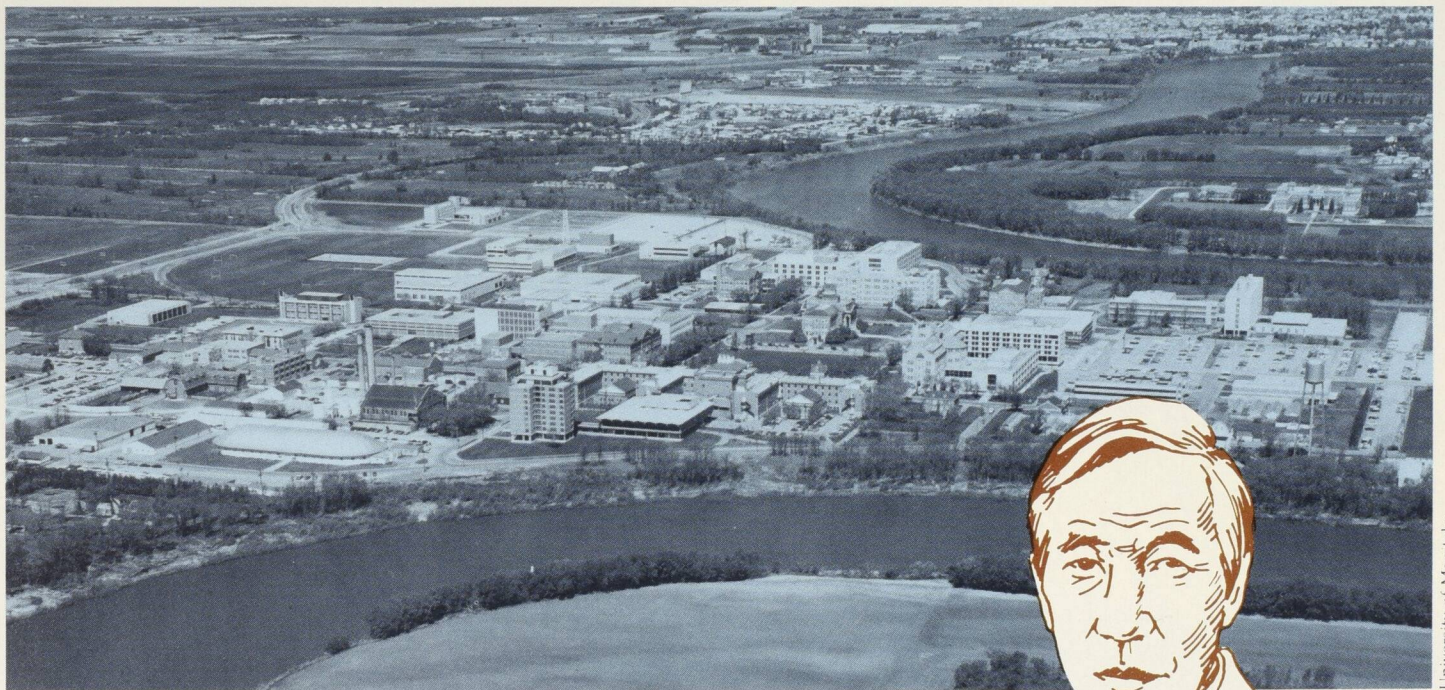


Alii Kurtis

Gregor Mendel (1822-1884) was an Austrian monk who experimented with peas to produce new plant varieties. By carefully observing single characteristics through several generations, he established the science of genetics — the study of how particular characteristics are passed from generation to generation.

cultural research such as that underway at the University of Manitoba holds the best promise of achieving practical results within the foreseeable future.

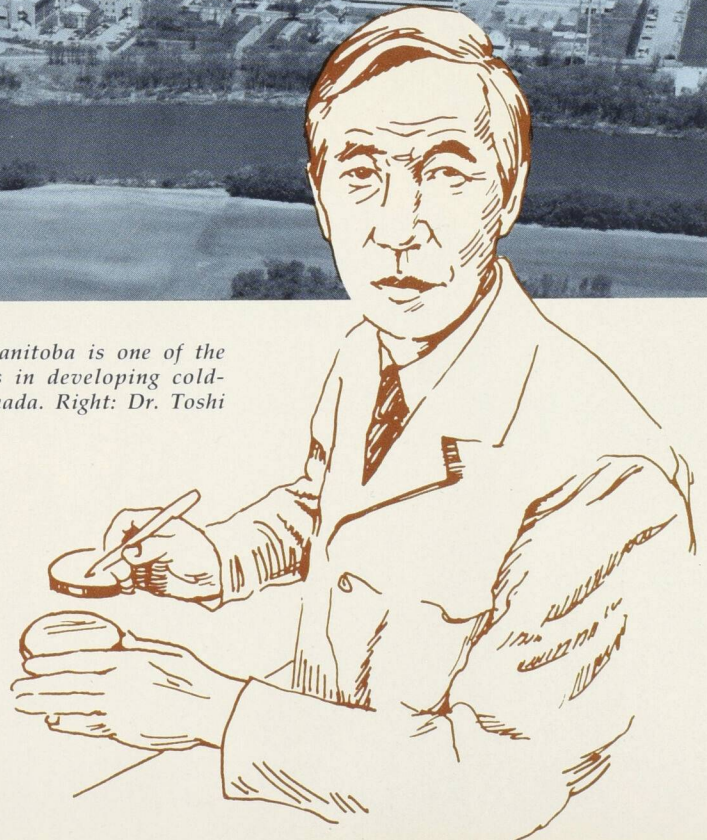
Selective plant breeding is certainly not new. By about 5000 years ago, our ancestors had domesticated all the major cereals, grain legumes, and root crops that remain our principal sources of food to this day. The foundations of modern scientific plant breeding, however, were laid in the 19th century. The major contributor was Gregor Mendel, the Austrian monk who died almost 100 years ago on January 6, 1884. Mendel's interest in plant breeding was aroused by experiences on his



University of Manitoba

reported that scientists will soon be able to combine genes from unrelated species to produce self-fertilizing and disease-, insect-, and cold-resistant 'superplants.' However, scientists actually involved in this research are far less sanguine. For instance, Dr. Toshi Kaneda, head of a million-dollar-a-year project exploring the application of genetic engineering to crop improvement at the Alberta Research Council, describes the work as "long-term and high risk," and predicts that practical applications are unlikely within the next 20 years. Most experts agree that conventional agri-

The University of Manitoba is one of the active research sites in developing cold-weather crops in Canada. Right: Dr. Toshi Kaneda.



Alii Kurtis

father's orchard and farm. His experiments on sweet pea plants led to his discovery of the laws of heredity and gave birth to the modern science of genetics. The value of Mendel's work went unrecognized until 1900 when its rediscovery sparked a tremendous interest in the application of plant genetics to agricultural research.

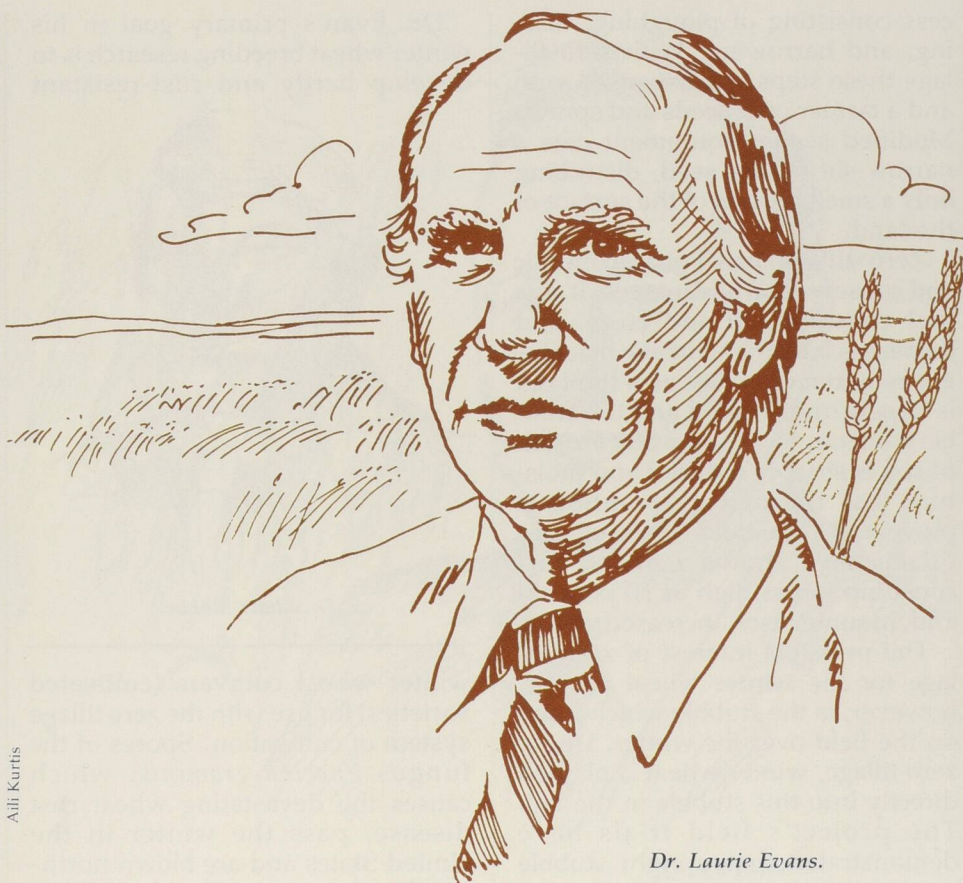
In the past few decades crop yields have increased spectacularly, due largely to the pioneering work of plant breeders in the early part of this century. In the United States, for instance, corn yields climbed from 1.8 tonnes per hectare in 1940 to 6.32 tonnes per hectare in 1980; in the same period, wheat went from 0.96 tonnes per hectare to 2.22 tonnes per hectare. These new plant varieties and agronomic practices produced the widely heralded Green Revolution in the Third World during the 1960's and 1970's. The total wheat production in the countries has more than doubled over the past two decades.

The University of Manitoba's program to improve crop production under Canadian Prairies climate conditions continues the application of this dramatically successful science-based agricultural technology. The program involves a number of projects, of which the winter wheat and corn breeding aspects described here are only the tip of the iceberg.

Wheat Project

Cereals are literally the staff of life with well over 50 per cent of world food supplied by these crops. In recent years, wheat has replaced rice as the world's largest cereal crop with production exceeding 400 million tonnes (metric tons) annually. As our largest agricultural export crop, wheat is vital to the Canadian economy and we produce about 24 million tonnes annually.

The primary goal of the University of Manitoba's cold crop wheat program is to make the widespread production of winter wheat possible on the Canadian Prairies. Winter wheat is planted in the autumn, gaining a head start in growth before freezing temperatures set in. It matures and is harvested the fol-



Dr. Laurie Evans.

lowing summer. Except for a small area in southern Alberta, however, conditions on the Canadian Prairies are too severe for winter wheat and the spring varieties, which are seeded and harvested in the same season, are grown instead.

According to Dr. Laurie Evans, head of Plant Science at the University of Manitoba and the project's wheat breeder, winter wheats have a number of advantages over spring varieties. Spring wheat on the Prairies must be grown in a short, 100-day frost-free season and so early maturing varieties are used. Unfortunately, the earlier a wheat matures, the lower its yield. In fact, for every day of growth beyond 100 days, Dr. Evans estimates that there is about a 1 per cent increase in yield.

The major advantage of winter wheat, then, is that by starting growth in the fall it effectively extends the growing season and increases yields. Dr. Evans projects that winter wheat yields would average as much as 20 to 25 per cent more than current spring wheat yields. So, while prices of winter wheat varieties are 5 to 10 per cent lower than spring wheats, the increased yields would still make it a more profitable crop.

The key problem in growing winter wheat on the Canadian Prairies is winter kill. Temperatures of less than -16°C for five or six consecutive days will destroy tender shoots and roots just below the surface. Such cold conditions are virtually guaranteed to occur during Prairie winters. It has been discovered, however, that snow cover of approximately 12 cm or more will provide adequate insulation to maintain soil temperatures above -16°C and permit the survival of winter wheat.

To grow winter wheat on the Canadian Prairies, then, a sufficient continuous snow cover during cold winter months must be assured. While snowfall on the Prairies is adequate overall, drifting and sudden winter thaws leave fields bare long enough for winter kill to occur. The solution to this problem, the University of Manitoba's wheat project has discovered, is the so-called "zero-tillage" system of cultivation.

Zero tillage research, headed by Dr. Elmer Stobbe, has been underway at the University of Manitoba for more than a decade. Conventional cultivation is a three-step pro-

cess consisting of ploughing, discing, and harrowing. With zero tillage these steps are dispensed with and a farmer only seeds and sprays. Modified seeder equipment cuts a narrow slit for the seed, disturbing only a small portion of the surface of the land.

Zero tillage has both economic and conservation advantages. It cuts fuel consumption and costs, and decreases labour and heavy machinery requirements. Because the land is largely undisturbed and the stubble is left on, wind and water erosion of soil is sharply reduced and moisture loss through evaporation is prevented. Manitoba trials of zero tillage have shown reduced fuel consumption as high as 50 per cent and, in some cases, increased yields.

The principal interest of zero tillage for the winter wheat project, however, is the stubble which is left on the field over the winter. Under zero tillage, winter wheat is planted directly into this stubble in the fall. The project's field trials have demonstrated that upright stubble between 15 and 30 cm tall will serve as a snow trap and provide adequate insulation to ensure the survival of winter wheat during Prairie winters.

Dr. Evan's primary goal in his winter wheat breeding research is to develop hardy and rust-resistant



Dr. Elmer Stobbe.

Ali Kurtis

winter wheat cultivars (cultivated varieties) for use with the zero tillage system of cultivation. Spores of the fungus *Puccinia graminis*, which causes the devastating wheat rust disease, pass the winter in the United States and are blown northward to the eastern Prairies on prevailing spring winds. Because of the direction of these winds, few spores reach the western prairies, where

rust is less of a problem. As a result, winter wheat varieties developed for use in southern Alberta at the Lethbridge Agriculture Canada Research Station have inadequate rust resistance for eastern Prairie use.

In his breeding project, then, Dr. Evans is concentrating on breeding rust-resistance into hardy winter wheat varieties. He has crossed the hardiest winter wheats, such as Norstar, developed at the Lethbridge Alberta lab, with rust-resistant spring varieties like Glenlea, currently grown on the Prairies. The offspring, or progeny, of these matings are then backcrossed with the original winter wheat parent over a number of generations in an attempt to restore the parental hardiness while maintaining rust-resistance. Each successive generation is tested for these two essential characteristics.

Evans has already completed the third backcross and hopes to have material ready for comparative field trials by 1985. If all goes well, he expects that new varieties of winter wheat suitable for growing on the Canadian Prairies will be in the hands of farmers by 1990. He emphasizes, however, that the breeding research is only part of the "complete production package" the project is developing for winter wheat. The zero tillage system of cultivation and crop management guidelines are equally important.

Given the potential economic advantages of this production package to farmers, the successful completion of the wheat project could radically alter agricultural practices on the Prairies. However, the winter of 1982-1983 provided a sobering lesson. Lack of snowfall left fields bare and much of the experimental winter wheat crop was damaged. Evans warns that once every ten years or so such conditions might reoccur and the crop could fail.



N.F.B. Phototheque

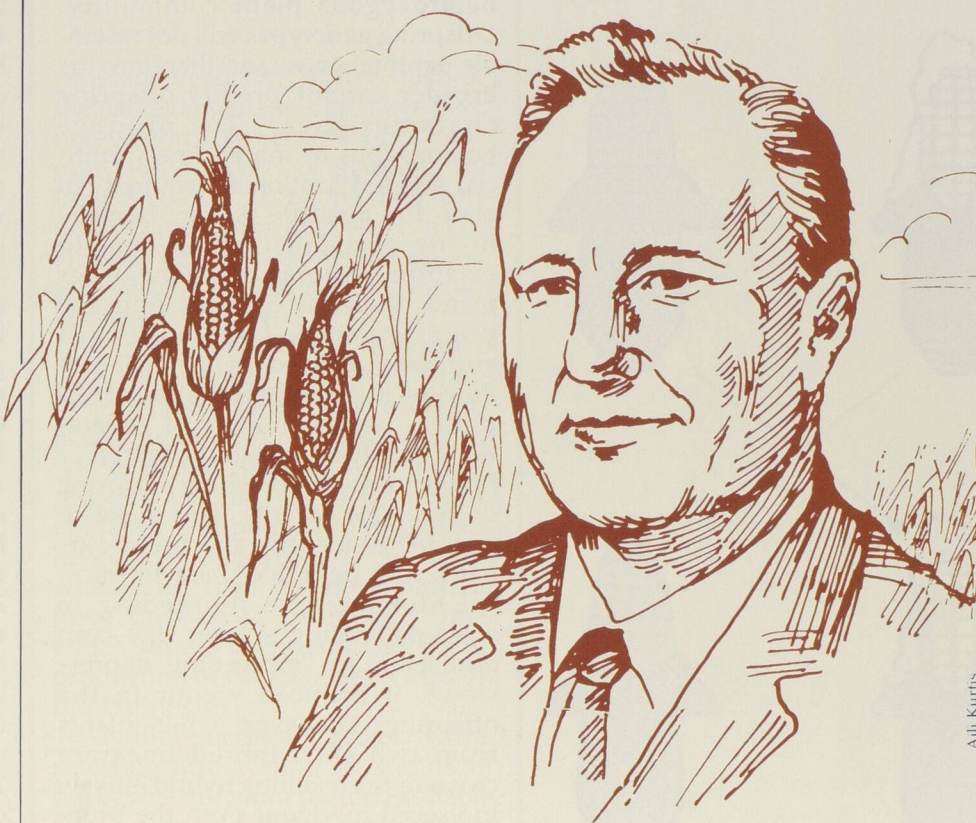
The Corn Project

Like his colleagues Drs. Bushuk and Evans, Dr. Ed Larter, head of the program's corn breeding project, comes from a prairie agricultural background on a southern Alberta farm. As a plant breeder, Dr. Larter is famous for the key role he has played in the improvement of triticale, a new wheat and rye hybrid which has been heralded as possibly the most significant new crop since the Neolithic revolution. Triticale's disease-resistance, yield, and nutritional value are equivalent to the best wheats, and it can be grown under marginal soil and climate conditions.

Larter's work for the cold crop program, however, centres on corn (or more properly maize), the world's third most important cereal crop after wheat and rice with about 350 million tonnes produced annually worldwide. Because of severe climate, very little corn is grown on the Canadian Prairies; where it is planted, chiefly in Southern Manitoba, it is confined to the extreme south. Here, only about 101 000 ha (250 000 acres) of the high-quality grain corn is planted. The best yields are about 1030 dm³/ha (70 bushels an acre) which is well below yields of 1763 dm³/ha (120 bushels an acre) produced under the more favourable climate conditions of the United States corn belt.

As with the wheat project, Ed Larter's research goal is the breeding of cold tolerant, high-yielding varieties of grain corn suitable for widespread production on the Canadian Prairies. While Larter admits that corn would be a less profitable crop than wheat for prairie farmers, he expects that its principal attraction would be as a cash crop. Unlike wheat which is stored, grain corn can be sold immediately as feed to livestock producers.

Larter has found that the crucial factor limiting corn production on the Prairies is cold soil temperatures during the early spring. Differences of only 1°C can be highly significant. Most corns will germinate and grow well in soil of 12°C or above. Below 11°C, however, most varieties either fail to germinate or only grow very slowly. With a maximum crop growing season of 120 days under



Dr. Ed Larter.

Prairie conditions, this slow early growth results in sharply reduced yields.

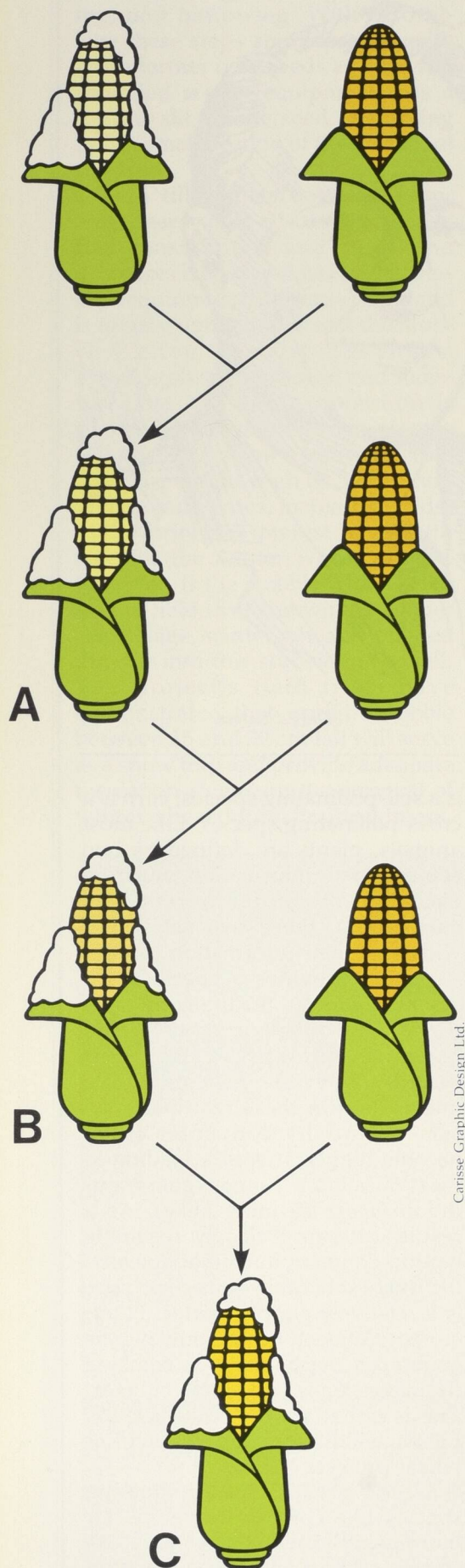
Larter's breeding project, then, is aimed at developing corn varieties which will grow vigorously in cold Prairie spring soils and then mature relatively quickly. The project will, he says, "push the frontiers of corn production further northward and westward."

The chief problem facing corn breeders is that unlike wheat, which

is a self-pollinating species, corn is a cross-pollinating species. Like most animals, plants are defined by two sets of genetic information, one from each parent; under normal circumstances, these two sets differ widely in their information content — which provides a species with essential variety. Such a configuration is termed 'heterozygous' (*hetero* meaning different). In self-pollinating species, however, the information in these two 'parental' sets eventually converges (they become highly 'inbred'), leading to what is called a 'homozygous' condition (*homo* meaning alike). As a result, offspring closely resemble parents, and producing and selecting the best homozygous genotypes is a relatively simple matter. Later, crosses between these homozygous genotypes can be made to combine desirable genes in a single cultivar. This is essentially the procedure Dr. Evans is following in the winter wheat project.

Breeding with cross-pollinating species like corn, however, is far more complicated. Genes are constantly reshuffled from generation to generation leading to a highly





heterozygous plant community. Offspring genotypes will not resemble parental ones, and therefore the breeder cannot predict offspring characteristics. To produce homozygous or inbred lines, artificial self-fertilization is required. In corn, the pistillate flowers (female) in the ears must be covered to exclude pollination from other plants. Pollen is collected from the plant's staminate tassel (male) and artificially applied to the pistillate flowers. Repeated application of this process over a number of generations eventually produces inbred or homozygous lines where offspring do resemble parents. This makes it possible to identify and breed varieties with desirable characteristics.

Unfortunately, inbreeding in cross-pollinating species like corn also leads to "inbreeding depression" or reduced vigour in the offspring. However, when plants from two such inbred lines are crossed, the resulting hybrid is likely to exceed in vigour even the progenitors of the original lines — a phenomenon known as 'heterosis' or hybrid vigour. Both inbreeding depression and heterosis have long been known and were in fact very clearly described by Charles Darwin in *The Origin of Species* (1859):

...there is the clearest evidence that a cross between individuals of the same species, which differ to a certain extent, gives vigour and fertility to the offspring; and that close interbreeding continued during several generations between the nearest relations, if these be kept under the same conditions of life, almost always leads to decreased size, weakness or sterility.

This knowledge, however, did not receive widespread application

to agriculture until the 1940's when hybrid corn produced by crosses between inbred lines was introduced in the United States. The extremely vigorous hybrids have since come to dominate corn production in the developed world where corn yields have almost tripled in the past 40 years.

Given these modern corn breeding methods, Dr. Larter's first step in breeding cold tolerant, high-yielding corn has been to develop a number of cold tolerant inbred lines. Corn was originally domesticated from its wild ancestors in Central America and numerous types of corn are still grown in this area. Larter has acquired corn from Central American highland areas which, his tests confirm, is able to grow under cold climate conditions. The Central American corn is highly heterozygous so Larter has inbred it to produce cold tolerant homozygous lines. Currently he has about 250 inbreds to work with and he continues to develop more.

Tests for cold tolerance are carried out in growth chambers where circulating cold water baths keep soil temperatures of the immersed potted plants at a constant 10°C. Plants which perform well at such temperatures, comparable to early spring, are then subjected to field tests.

Since Larter's cold tolerant inbreds are relatively low-yielding, the second step in his breeding program is to cross these cold tolerant lines with more high-yielding hybrids currently used in commercial corn production. As in the wheat project, Larter is back-crossing progeny of these crosses to the high-yielding varieties to maintain cold tolerance while improving yields.

Backcrossing... pooling the best traits

The simplest way to understand what is happening in this breeding process is to take the case of two corn varieties, one with all kinds of valued traits — good weight, nutritional value, and so on — and another that has few or none of these, but, it does have one highly valued trait that the other lacks — cold resistance. The plant breeder's aim is to transfer only the cold resistance trait to the valued variety. If these two plants are crossed, and we assume that both are 'homozygous' (i.e., both chromosome sets are identical in each parent), then the first generation (A) will contain on average 50 per cent of the genetic traits of each parent. The plant breeder then searches through the members of this generation, picks out plants close to the desired parent and with cold resistance (not all will have it), and 'backcrosses' this with the desired parent (B). The B generation contains 75 per cent of the desired parental genetic traits. The breeder next searches for members of this generation with cold resistance, and again backcrosses them with the desired parent. The C generation contains on average about 88 per cent of the desired traits from the parent generation. The breeder simply repeats this process until he or she obtains a plant with all the desired characteristics of the original parent and cold resistance.



Dr. Norman Borlaug.

The procedure is now at the first backcross stage and Larter predicts that five backcrosses will be needed to obtain a high-yielding hybrid corn with cold tolerance. By using growth chambers during the winters, the breeding program can be compressed to about three years. He expects that the improved corn varieties could be available for commercial production by 1990, about the same time as the new winter wheats. But Dr. Larter cautions that "trying to fit what is essentially a warm season crop into our cold season climate is going to take some tailoring."

Program's Progress

From 1979 to 1982, primary support for the University of Manitoba's cold crop program came from a Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) strategic grant of over \$430 000. According to

program head Dr. Walter Bushuk, the achievements to date have been noteworthy. He points out, however, the difficulty of planning the financing of a crop breeding program that extends over a decade on NSERC strategic grants which ran for only 3-year terms, and are not necessarily renewed.

Nevertheless, Bushuk is satisfied with his program's progress. Some eastern Prairie farmers have already begun using zero tillage to produce winter wheat, although without rust resistant varieties the danger of an epidemic will preclude the practice becoming widespread. Both the wheat and corn breeding projects have developed promising lines which should eventually lead to the production of valuable new crops on the Prairies.

Another successful project is the selection and testing of strains of nitrogen-fixing root bacteria suitable for promoting the growth of legumes under prairie conditions. A company has been formed to manufacture these bacteria for inoculating legume crops. The program has also received an additional vote of confidence from NSERC which has given individual three-year grants annually to both Drs. Evans and Larter to continue their breeding projects.

Conventional agricultural research like the cold crop program lacks the glamour of research into areas of high technology such as computers and genetic engineering. Nevertheless, it could well be our best bet for meeting the food needs of the 8 billion people that will be living on our planet 40 to 50 years from now. This at least is the opinion of Dr. Norman Borlaug, winner of the 1970 Nobel Peace Prize for wheat breeding work which led to the recent dramatic increases in production in the Third World. Borlaug believes that the promise of genetic engineering for crop improvement has been overstated and that most funds should be dedicated to conventional plant breeding which represents, he says, "the major line of defense today on the food front." If Borlaug is right, there is perhaps no more important area of scientific research. ☞

Mr. Tisdall, a freelance science writer working out of Edmonton, Alberta, is the 1982 winner of the Canadian Science Writers' Association award for best article of the year written in the Science and Health category.

Blue Aurora

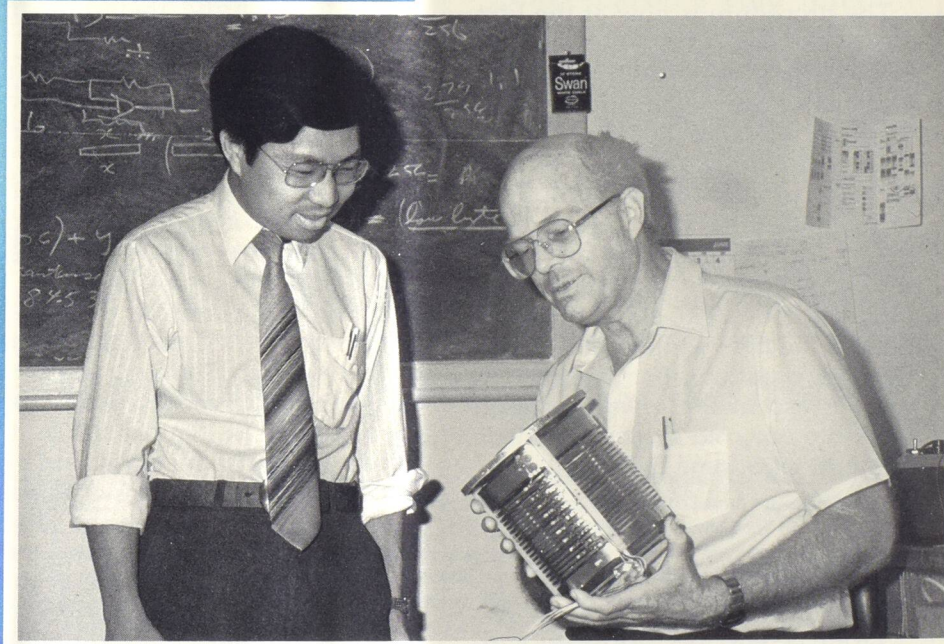
Investigating earthspace

by Stephen Haines

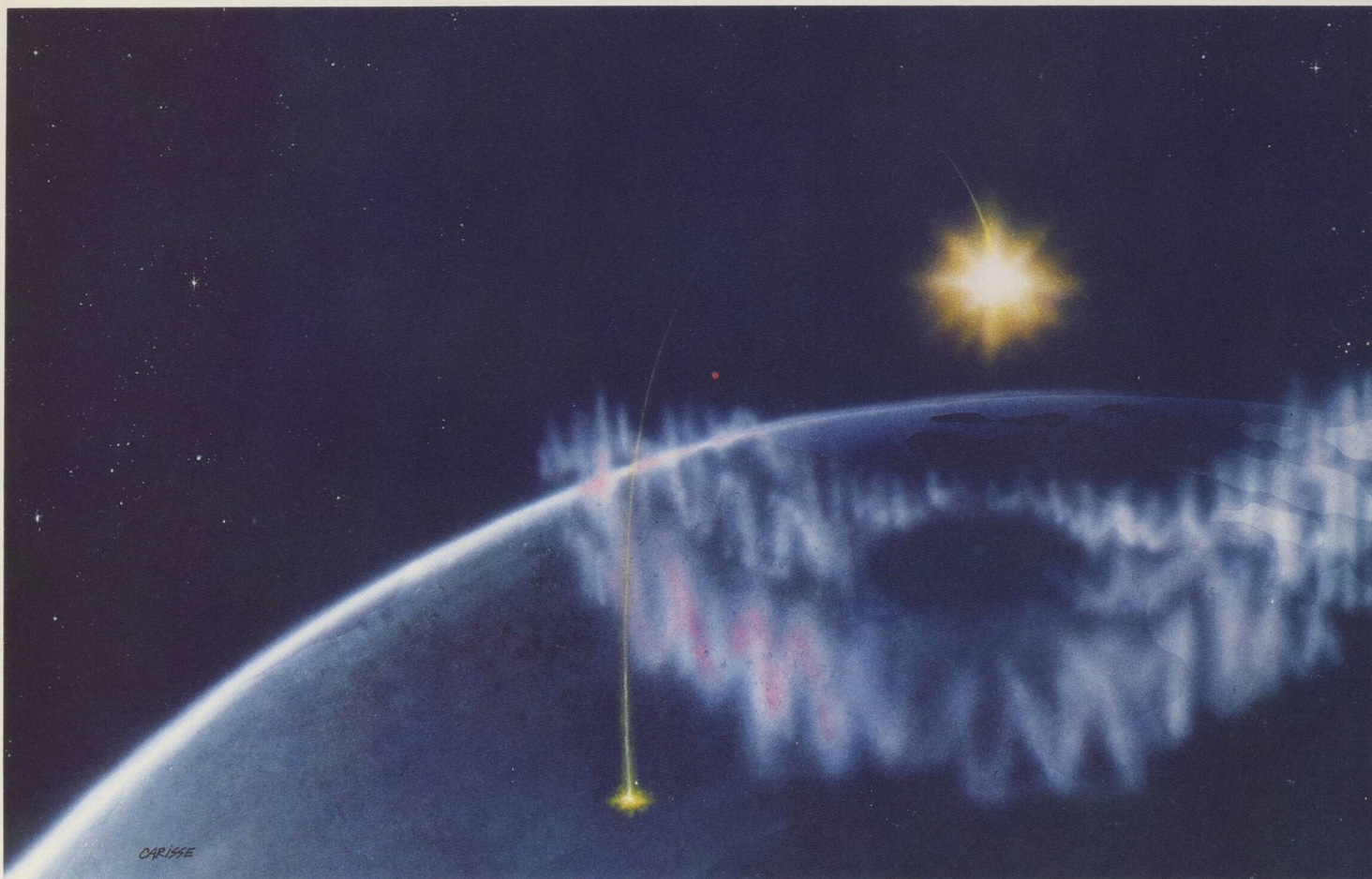
Canadian scientists recently completed a series of experiments in the world's largest laboratory — the ionosphere. For years, studies of the aurora borealis — our "Northern Lights" — have been limited to passive observation from the ground. The advent of satellites changed the point of reference, but the research remained simply the recording of events. Now, NRC scientists Brian Whalen and Andrew Yau have initiated a new, active research program — they have turned the ionosphere into a working facility.

The experimental exercise was divided into two phases — the first disrupted the aurora, bringing it to a temporary halt, while the second stage ignited a man-made aurora. Both studies were designed to bring about a better understanding of the near-earth environment.

Brian Whalen's Project Waterhole, in 1980 and February, 1983, used rockets fired from the Churchill, Manitoba, rocket range to carry chemicals into the ionosphere. When released, the chemicals combined to form a cloud of water va-



Andrew Yau and Brian Whalen have converted the upper atmosphere into a research laboratory.



pour within the active aurora zone, damping its activity — like sprinkling water on a dying campfire. "The purpose of the experiment was to record the mechanics of the 'start-up' of the aurora," he explains. "The variety and intensity of the forces don't allow us to duplicate ionospheric conditions in the laboratory. So we had to temporarily halt the process ourselves and watch it begin again. By blowing a 50 km hole in the aurora we tested theories of the interaction of electro-magnetic fields and solar particles in the ionosphere."

Scarcely twenty years have passed since the discovery that the aurora is more than a scattered phenomenon. The glowing lights form rings around the poles and are now known to be but signposts of magnetic phenomena extending far out in space. "The old picture of the earth's magnetic field as a simple dipole with field lines running from pole to pole has been cast aside," Whalen continues. "Now we know the earth is surrounded by a teardrop-shaped magnetic sheath. At the poles this envelope is punctured

by deep wells of field lines which guide solar wind particles down into our atmosphere. These electrons ignite the atmospheric gases with the glow of ionization. Project Waterhole, in effect, created an umbrella that interfered with the electron downpour and permitted us to study their movement along the field lines. We are still assessing the information from the experiment and correlating it with Andrew's experiment."

Whalen's colleague, Andrew Yau, followed Project Waterhole with Project Sabre in May of this year and created a man-made aurora. His rocket carried three canisters of barium powder to a region near the aurora. "Barium ions produce a distinctive blue cloud that we could trace as it developed and moved under the influence of the magnetic and electrical fields," he explains. "The three barium bursts occurred about 300 km up and we could see them develop under the fields' influence as they ionized. From earlier work we expected them to move vertically along the field lines and drift across the intervening space to

Project Waterhole punched a 50 km hole in the aurora to study the origins of this electrical phenomenon.

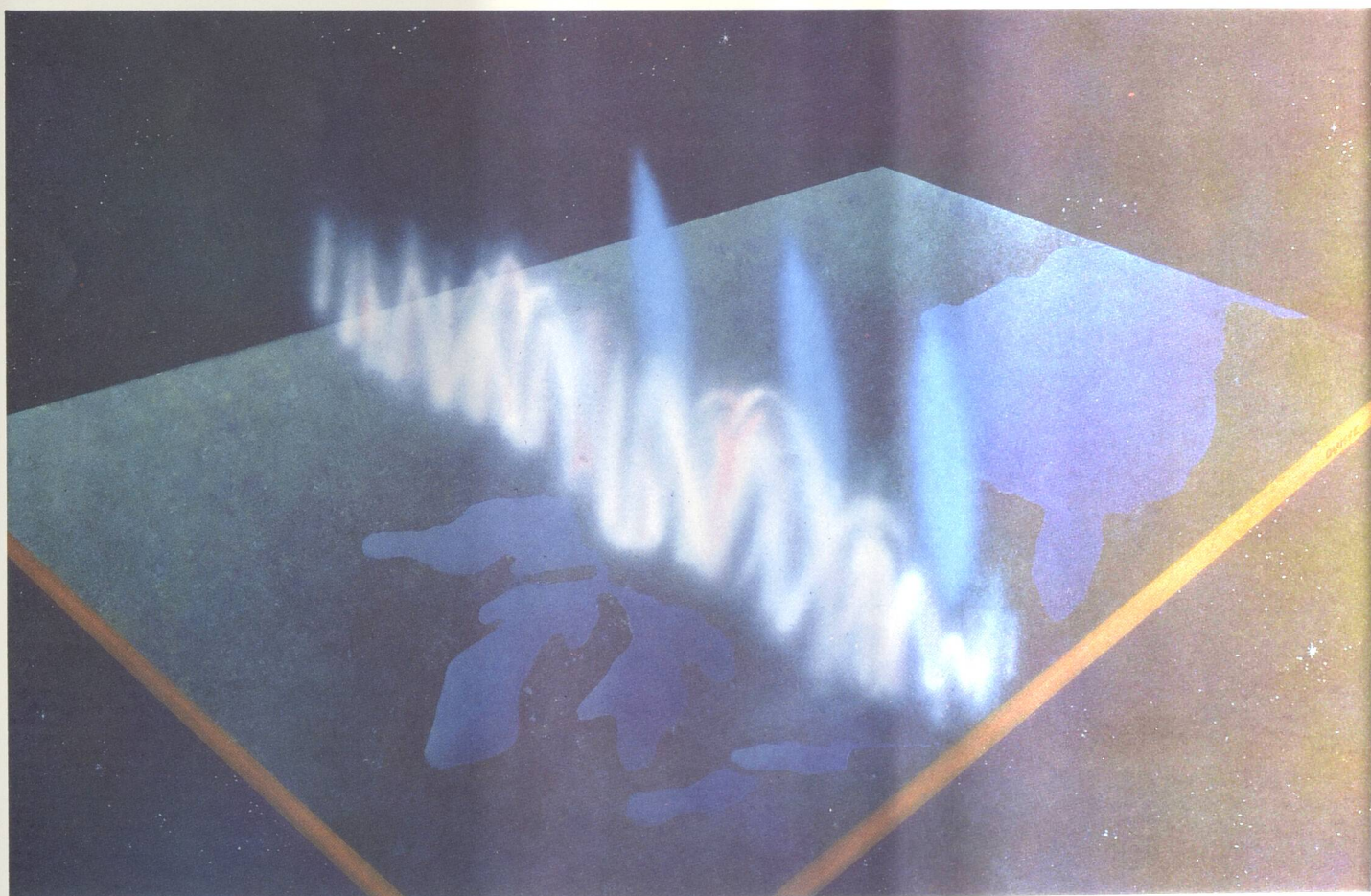
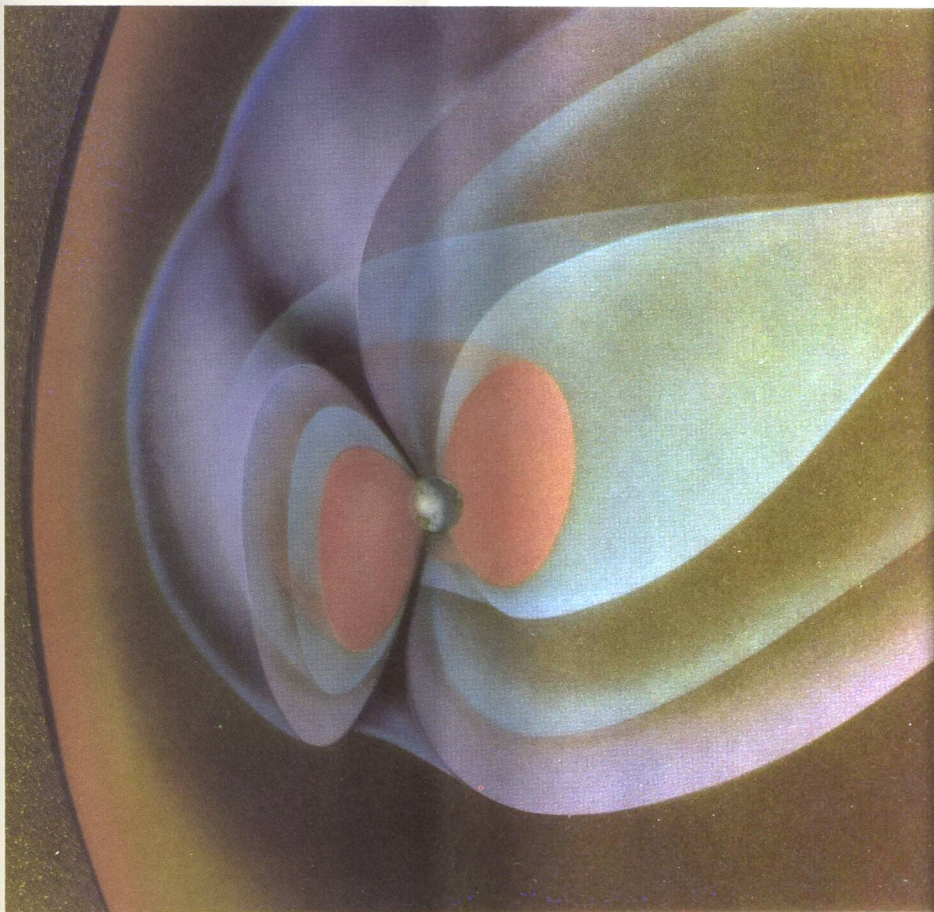
the active aurora, which was about 10 km to the south and moving in that direction. Instead, they surprised us by following the field lines, but they failed to join the aurora. They took up station poleward of the auroral belt, which was drifting southward, and remained there moving in unison."

The unexpected result led the research team to reassess how the magnetosphere interacts with the ionosphere. According to the scientists, the magnetosphere is set in

Right: Concepts of the shape of the earth's magnetic field have undergone sharp revision since the use of orbiting satellites. These instruments show us surrounded by magnetic field lines distorted into a teardrop shape by the pressure of solar particles.

Below: Barium powder, carried into the ionosphere by rocket, produced these 'tubes' of blue ions, formed under the influence of high-speed solar electrons moving along the lines of magnetic force.

Don MacMillan

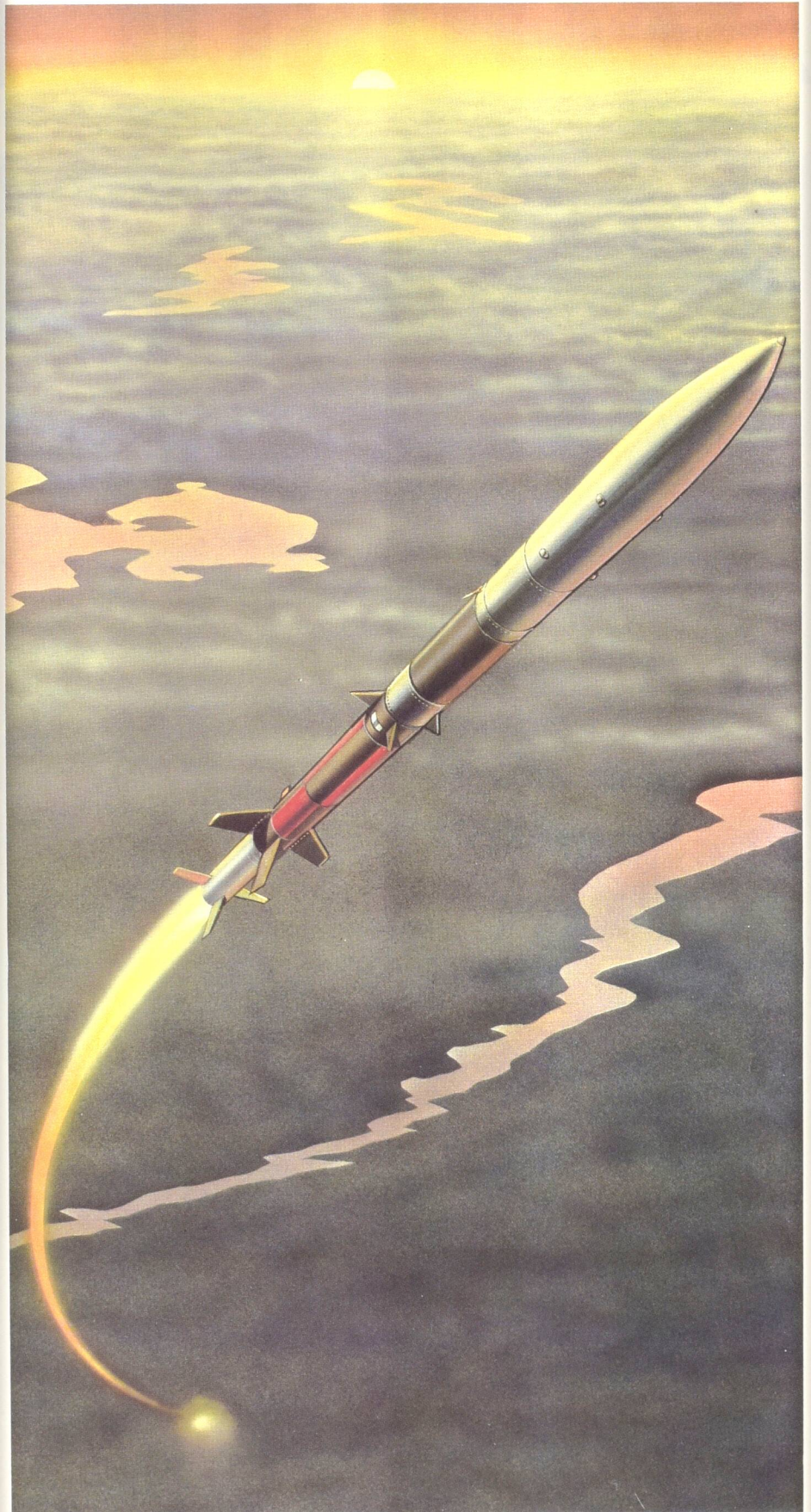


motion by variations of the solar wind. This bulk motion, in turn, varies the motion of the electrons at low altitudes near the earth's surface. Says Whalen, "we think now that the high speed electrons coming down into the ionosphere and the ionized atoms are 'locked' onto the same field lines instead of moving along parallel tracks. The lines' movement somehow controls this two-way traffic."

Projects Waterhole and Sabre are only the first steps in active research in the boundary zone between earth and space. Already, scientists are reconsidering their concepts about the ionosphere and magnetosphere surrounding us, and have begun to apply the term "earthspace" to this active and remote environment. Proposals for experiments in this newest research facility have already been put forth. From water vapour and barium cloud experiments, scientists intend to create auroras with electron beams from satellites. The beams can also be used to study the field lines that reach between the poles. Another series of experiments will use the space shuttle to tow instruments on a tether through the ionosphere, measuring solar plasma effects and the dynamics of the fields. The information will bring about a greater understanding of earth's own environment, suggest means of protecting satellites and astronauts, and aid in the quest for earth's resources. 🌙



John Bianchi



Don MacMillan

Black Brant rockets, manufactured in Canada by Bristol Aerospace of Winnipeg, carry experimental packages into the ionosphere.

Acoustic Microscope

A new branch of microscopy

by Claude de Launière

English adaptation: Robert Serré



G.W. Farnell

"This instrument should find application in many areas, some of them probably not even anticipated today."

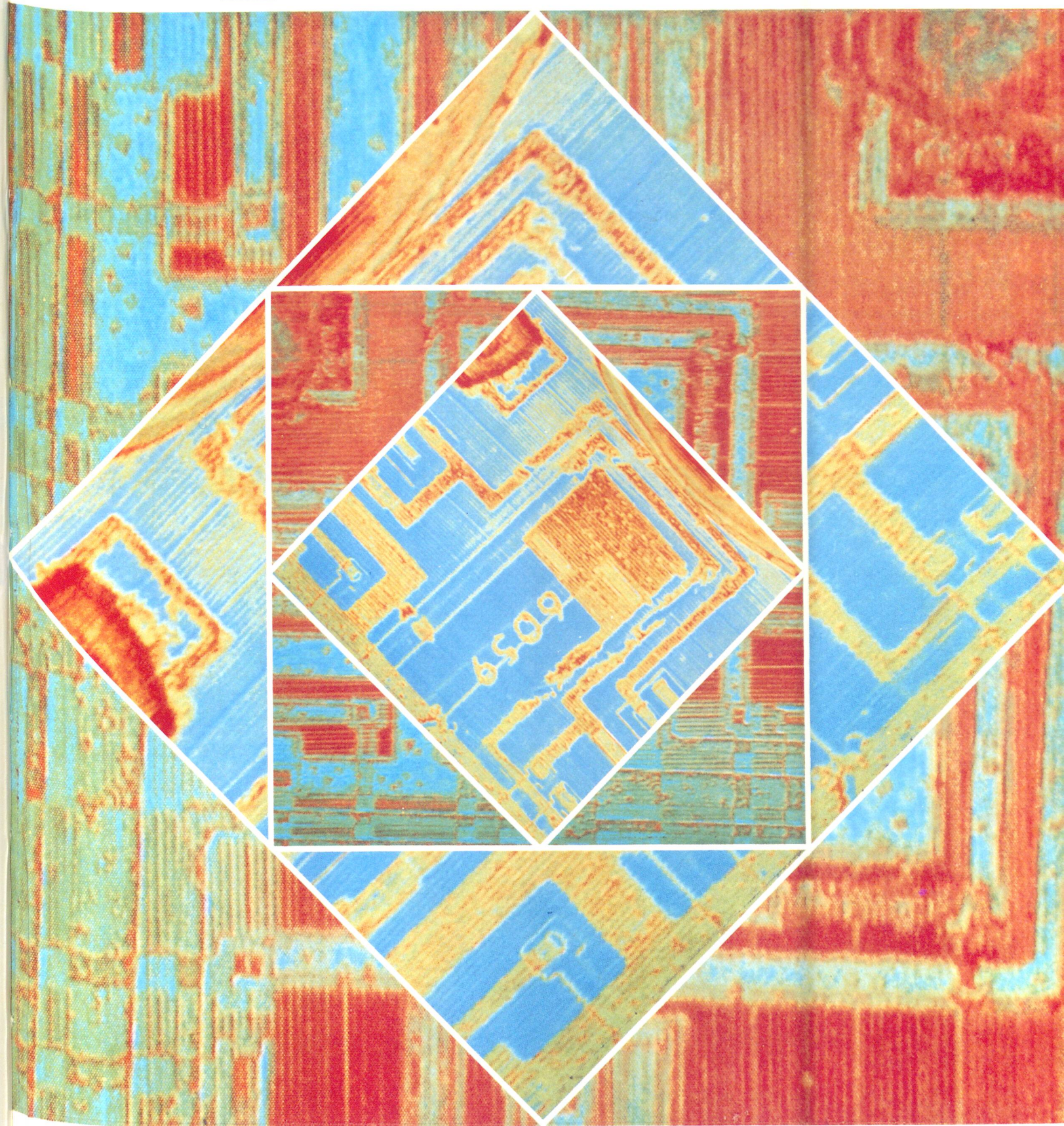
We will be acting a little like demonstrators and advisors for experts who wish to use this new scanning device," says G.W. Farnell, an engineer and Dean of the Electrical Engineering Department at McGill University, in Montreal. Farnell is talking about a new type of microscope, unlike any other in Canada that uses acoustic waves to study the microscopic features of matter. The visitors interested in spending time in laboratories like Farnell's, or C.K. Jen's of NRC's Industrial Materials Research Institute (IMRI), will come from such varied fields as biology, microelectronics, medicine, and chemistry. They will try to determine if the images produced by this novel microscope provide new and useful information. Born of a joint effort involving NRC, McGill University, and the University of Sherbrooke, the microscope is part of a general program developed at IMRI to design new techniques for the nondestructive study of materials.

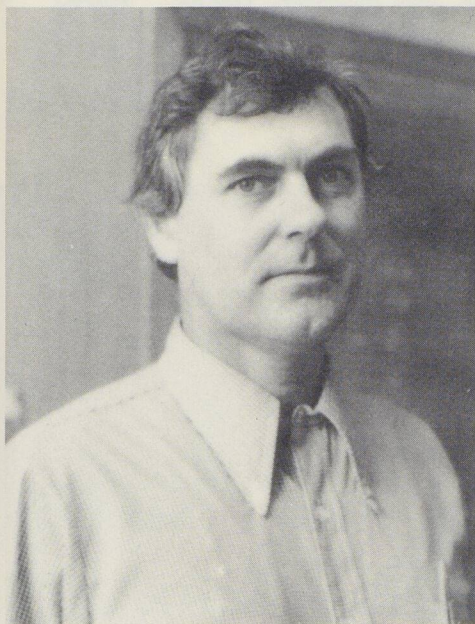
It might seem paradoxical at first that sound, which is a mechanical vibration transmitted in a step by step manner by atoms, should be used to produce images, which normally derive from electromagnetic waves such as infrared, light, or X-rays. The use of ultrasound is usually identified with other areas of modern technology, particularly in the field of communications. Producing images using acoustic waves is a relatively new and expanding technique. In fact, the use of "echography" in hospitals is now routine, with ultrasound making it possible to observe a living foetus within the uterus or to examine diseased organs. In other fields, ultrasonic cameras are used to examine the ocean bed, and even

assist in locating shipwrecks. All of these applications, however, are limited to the large scale or macroscopic world.

With the advent of the acoustic microscope, the application of ultrasound was extended into a new region: the investigation of the infinitely small. The technique is still in its initial stage of development, and only a few researchers are involved, but its prospects seem bright. In addition to the Canadian team, only a few researchers are active in France, Japan, England, and the United States. "The members of the international scientific community interested in this subject from a very small group of people," says Mario Poirier, now working as a professor in the Physics Department of the University of Sherbrooke. While still a research officer for the Industrial Materials Research Institute (IMRI), Poirier worked with Dr. J.D.N. Cheeke's team at the University of Sherbrooke's Low Temperature and Ultrasound Laboratory in the development of the acoustic microscope; the instrument is now located at McGill University in Montreal.

What is unique about their application of ultrasound to acoustic imaging is the use of frequencies at levels never before reached, as high as a few hundred megahertz (millions of cycles per second). These high frequencies mean very short wavelengths, and the shorter the wavelength, the better the microscope's resolution. In fact, at a frequency of 850 MHz, the acoustic image is of a quality similar to that of its optical counterpart. The acoustic waves which "strike" the sample at such frequencies are reflected and transformed into electric pulses which, when processed electronically, produce an image with a





Louise Pelland

University of Sherbrooke's Dr. J.D.N. Cheeke:

"Seeing the microcosm with ultrasound."

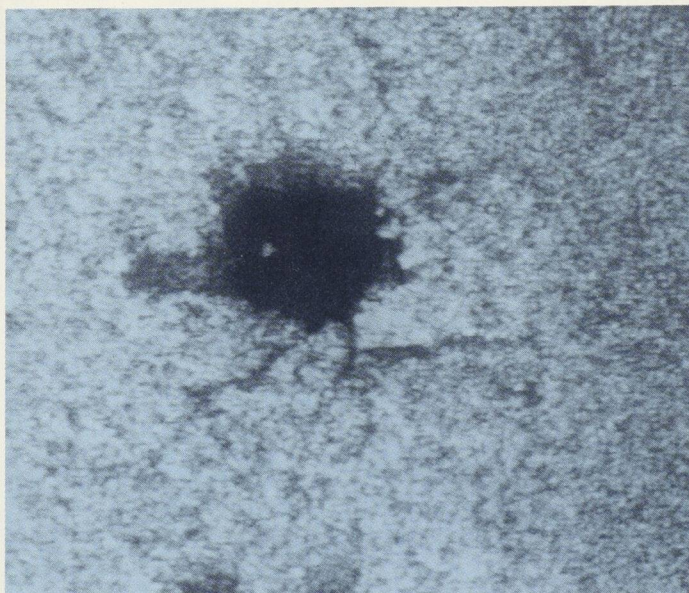
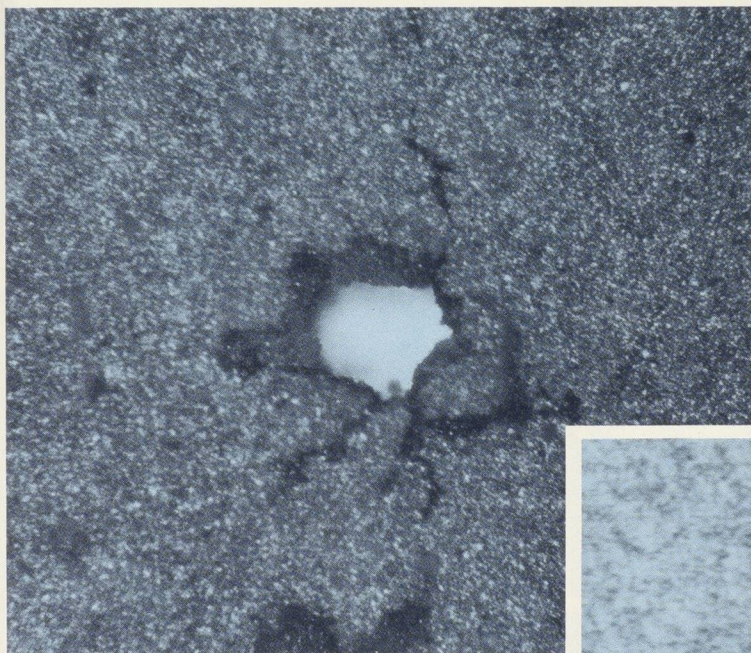
resolution of 1.5 micrometres (a millionth of a metre) as compared to 0.5 micrometres for optical microscopes.

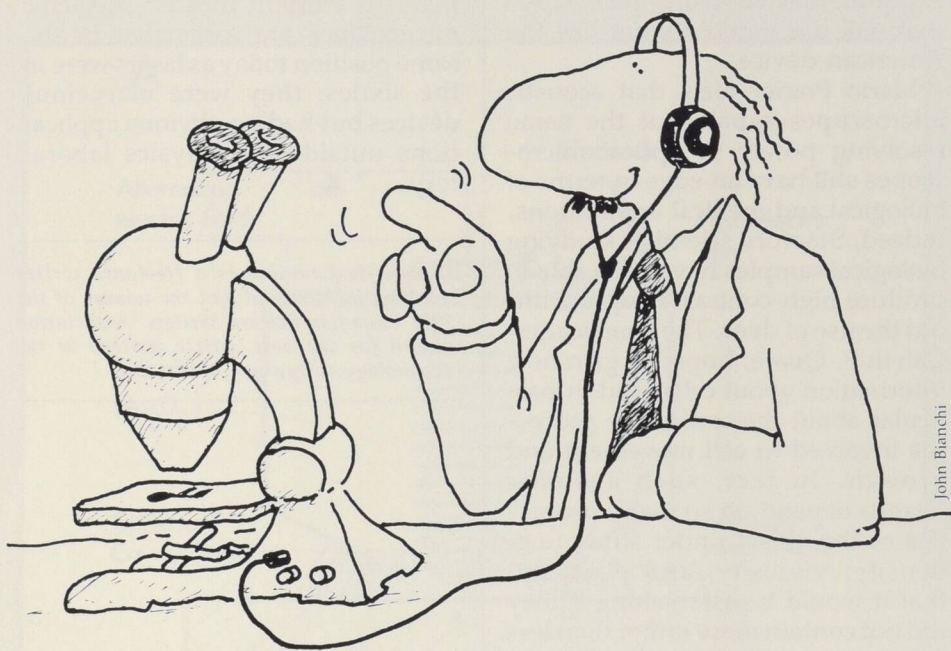
The quality of acoustic images may be on a par with optical images, which is fine, but what else do they have to offer? As a matter of fact the answer is not quite clear yet, which is why the IMRI-McGill team is making the microscope available to scientists working in a number of different disciplines. Nevertheless, it is already apparent that acoustic microscopes provide different information from that of optical microscopes. Mario Poirier: "We are, in fact, looking at the acoustical properties of samples, and it is these data which we have to interpret." For physicist Poirier, these images hold information on what are called "elasticity" constants, which in turn provide a lot of information on such things as the speed of acoustic waves in materials, the interatomic forces in these target materials, and the attenuation of the waves; such

data can be used to measure a variety of other important parameters.

In less theoretical terms, the surface of steel, for example, might appear to be uniform under optical observation: it is, in fact, made up of countless crystals with tightly bound grains. The acoustic microscope makes it possible to determine how those crystals are arranged. Taking another example, acoustic waves can reveal both the density and orientation of fibres within a reinforced plastic.

The Canadian-designed acoustic microscope offers advantages over earlier instruments. Three views of a ceramic material containing a 100 micrometre diameter hole are shown here, with an optical photomicrograph (left). The middle image was obtained with an acoustic microscope designed at Stanford University and built and operated at the University of Sherbrooke. Although inferior in resolution, the Canadian instrument (right) detected two transverse cracks not seen in the other images.





But the study of matter using acoustic waves is not limited to the surface of a sample. By changing the focusing depth, it is possible to produce sectional images of the interior of a sample. This feature should find many applications in microelectronics according to Mario Poirier.

"It is very difficult to identify the cause of a faulty microcircuit by optical means." The contacts between various layers may not be adequate, for example, but an optical microscope, confined to surface phenomena, would not detect such faults. X-rays might be used, but they provide no information about the shape of the imperfections. This capacity of an acoustic microscope to study a sample in depth means it can be used to measure the thickness of a semiconductor or thin film of metal, and check its adhesion to the substrate it has been deposited on. IMRI is planning to use the device to study coatings. Furthermore, in addition to the acoustical image, there is also a "signature." This is a form of graphic information obtained by focusing on a point and slowly penetrating within the sample. The signature helps to identify the material and determine which parts have undergone transformations.

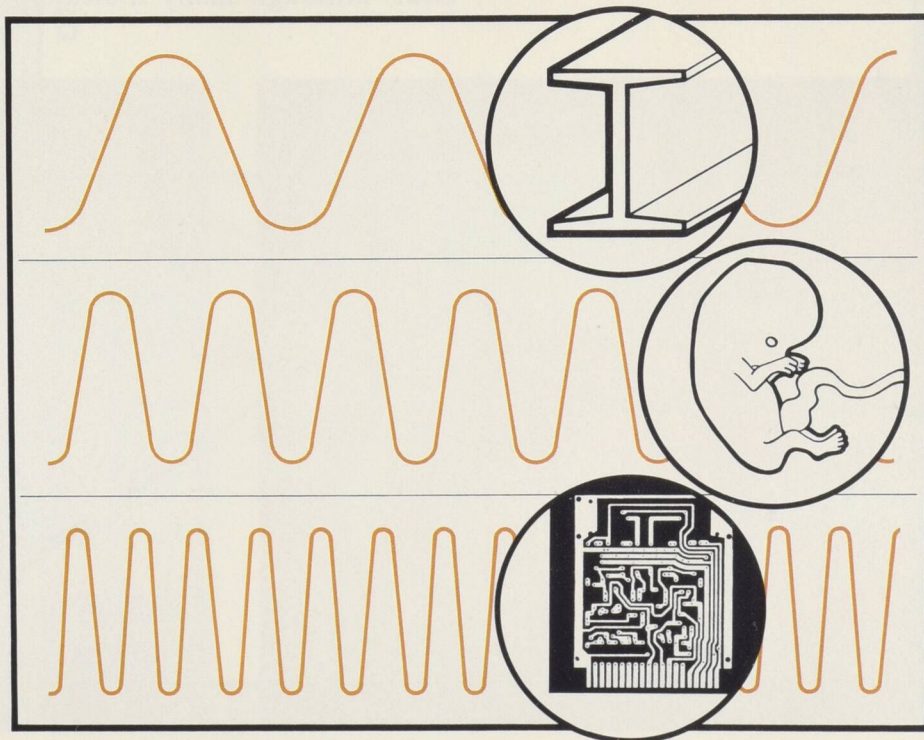
Theoretically, there doesn't seem to be a limit to the resolution of this type of microscope, so long as one can increase the frequency. In reality, signal attenuation occurs because of the coupling liquid between the

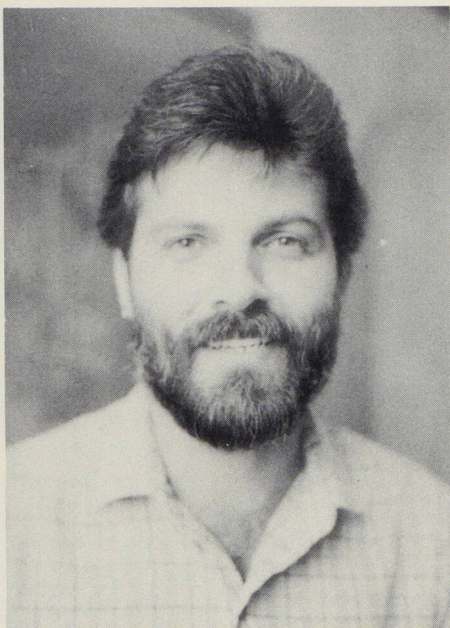
lens of the device and the object under study. The higher the frequency, the greater the loss of energy of the acoustic waves in this propagation medium. In water, the medium used by Canadian researchers, the attenuation increases as the square of the frequency. Eventually, the reflected signal can no longer be distinguished from the background noise of the electronic equipment.

There are two possible solutions to this limiting effect problem: one is

to shorten the path that the acoustic waves must travel in water, but the size of the lens would also have to be reduced. Thus, for a signal at 450 MHz, the lens of the Canadian microscope has a very small diameter, a little more than 1 mm. A second solution is to use a propagation medium that produces less attenuation. The American team at Stanford University, which pioneered the use of acoustic microscopes, has chosen this approach, using liquid helium as a propagation medium to generate an acoustic wave of 3 GHz (3 billion cycles per second or 3×10^9 c.p.s.) with a resolution of 0.3 micrometres; this is equivalent to the resolution of an optical microscope. However, with this approach a sophisticated cryogenic system is needed to maintain constant temperatures in the neighborhood of -273°C . At the University of Sherbrooke, Prof. Cheeke and his colleagues are working on a second

Ultrasound has been in use in industry and medicine for many years. Some of the original applications were in quality control inspection of metals, where it proved less expensive and about as reliable as X-ray techniques. When higher frequencies could be generated, ultrasound found a use in medicine to diagnose tumours and examine the unborn. The ultrasound microscope now under development will be used to analyse the fine details of a number of things, including microelectronic circuits.





Louise Pelland

Professor Mario Poirier:

“Ultrasound allows investigators to see below the surface of materials.”

experimental acoustic microscope that will use liquid helium like the American device.

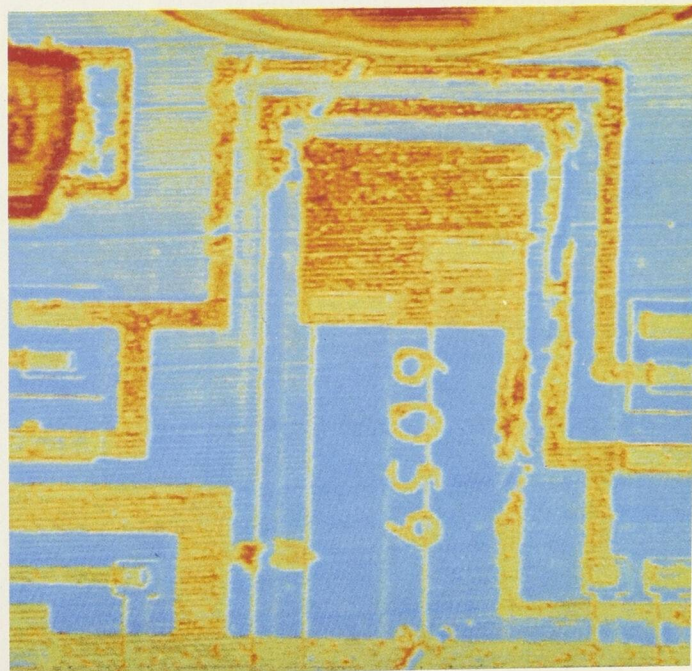
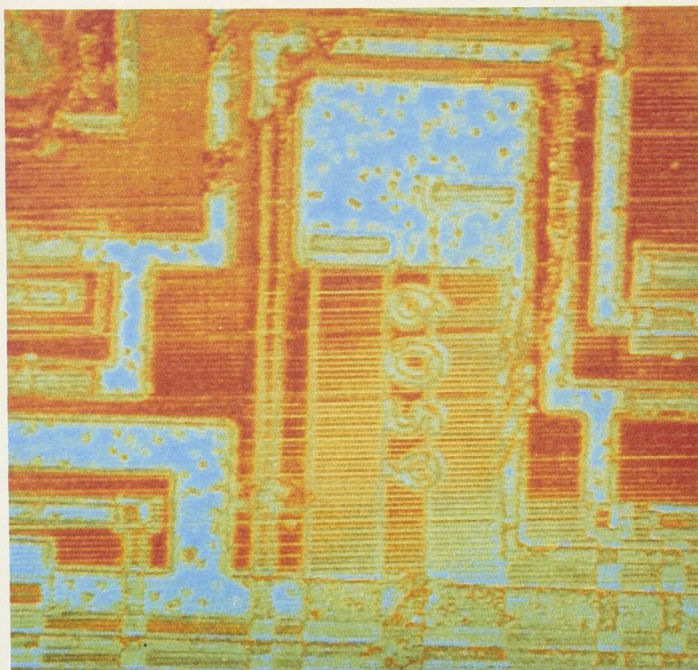
Mario Poirier feels that acoustic microscopes capable of the same resolving power as optical microscopes still have an edge in terms of biological and medical applications. Indeed, Stanford scientists studying biological samples have been able to produce high-contrast images without the use of dyes. The team leader, Calvin F. Quate, hopes to gain new information about cells, and in particular about the contractile processes involved in cell movement and growth. In fact, such acoustic images depend on so many properties of the object under study (e.g. density, viscosity, and elasticity) that it would be astonishing if they did not contain more rather than less information about living tissues than do optical images, which depend only on the sample's refractive index.

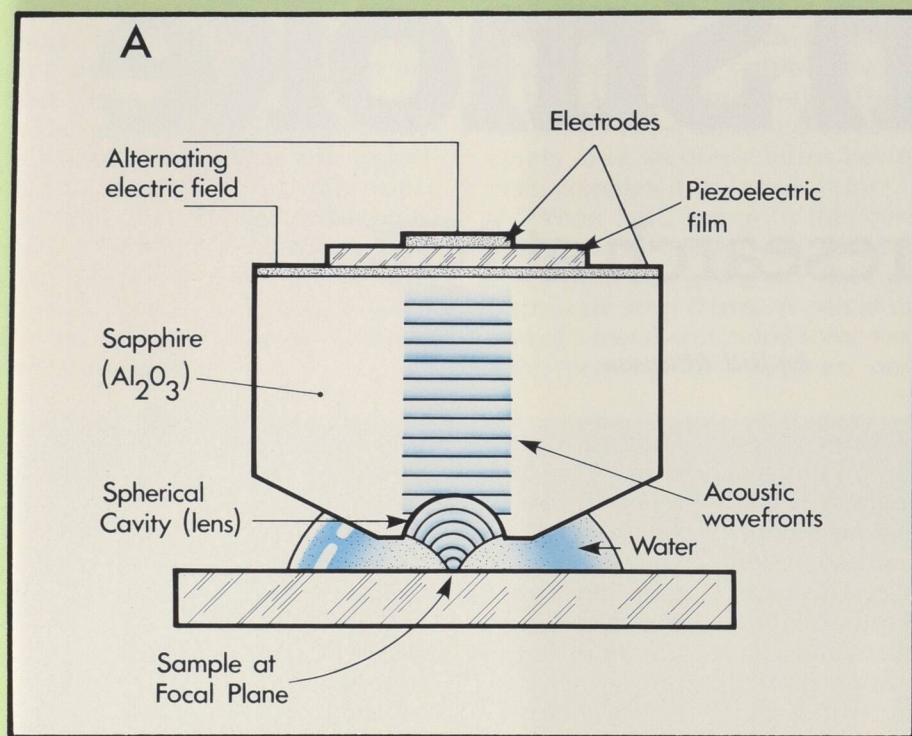
There are no doubt limits to the applications of acoustic microscopes, but judged by the optimism of researchers there is still a lot of room for development. Will this new tool for the examination of the microscopic world find its way into laboratories and industrial plants? Will it serve to complement optical, electronic, and X-ray microscopes? G.W. Farnell smiles as he acknowledges that the answer is not yet clear, although many indicators

point to a bright future. “Acoustic microscopes are somewhat in the same position today as lasers were in the sixties: they were marvelous devices but had no obvious applications outside the physics laboratory...” ☾

Claude de Launière is a freelance writer working in Montreal and the winner of the 1982 Canadian Science Writers' Association award for the best article written in the Technology category.

Monitoring quality in the electronics industry is expected to be a major application of the acoustic microscope, as it can detect faults other instruments fail to find. These false-colour images portray (left) part of the maze of circuitry at the surface of an electronic microchip and (right) its silicon substrate. The blue tone indicates the focus level in each image. Comparison of the images enables the inspector to pinpoint faults in the chip. (× 170)





Carisse Graphic Design Ltd.

How an acoustic microscope works

An acoustic microscope, above all, is a mountain of electronic equipment, from pulse generators and data acquisition systems to receivers. All this hardware surrounds the heart of the system, a lens of surprising simplicity used to scan microscopic features in a new way.

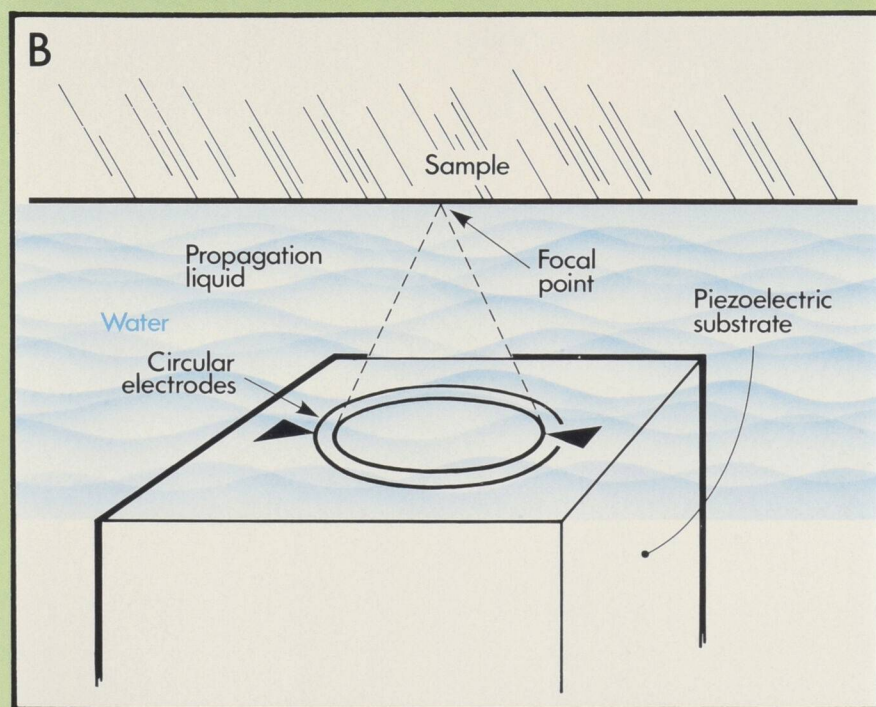
The lens of an acoustic microscope operates on the same physical principles as a light microscope. Image details are revealed by reflected or refracted waves from an incident beam (light on the one hand, acoustic waves on the other), falling on a sample. In an acoustic microscope, this incident beam is produced by what is called a piezoelectric film, which is capable of converting the signals from an alternating electric field into acoustic waves. In the instrument built at the University of Sherbrooke (A), the acoustic wavefront created by the electric dance travels through the lens (sapphire) until it reaches the spherical lens cavity. Here, the waves which penetrate the curved surface converge through the aqueous medium to a focal point, where the sample is

located. The piezoelectric film reconverts the reflected acoustic waves to electric signals, which are stored away as a scanning system moves the ultrasonic beam across the sample. When the scan is complete, the signal information is used to produce an image of the sample on a television screen.

Another type of lens (B), has been developed by Professor G.W. Farnell at McGill University. The first prototype of the lens, built at McGill's Department of Electrical Engineering, is made up of two semicircular electrodes located at the interface between the piezoelectric layer and the liquid propagation medium. The electric voltage applied between the two electrodes produces acoustic waves which, on penetrating the propagation medium, are transformed into compression waves which converge toward the focal point.

This simpler lens has the advantage of being easy to build. The aluminium or gold electrodes are produced by a technique well known in the microelectronics industry: photolithography. In addition, this process can produce a wide variety of lens configurations, tailor-made to special requirements.

Unfortunately, it has been impossible so far to exceed frequencies of 150 MHz, which means that the resolution has remained relatively poor (about 8 micrometres). However, Dr. Farnell is confident that much better resolution can be achieved through higher quality lenses.



Carisse Graphic Design Ltd.

Up in Smoke

Fire research at NRC

by Bill Atkinson

Lanark County Concession Road 8 passes by an unusual farm five kilometres west of Almonte, Ontario. Like neighbouring properties, it has hay, beef, alfalfa, a barn and a silo. This barn, however, is unlike all others, for it cost three million dollars and contains some of the most sophisticated instrumentation in the world. The 'silo' is even more bizarre: it is in fact a ten-storey concrete high-rise tower, connected to a single-storey service building. This is no ordinary farm. It is the Fire Research Field Station, completed in the autumn of 1981 and part of NRC's Division of Building Research.

The Almonte facility is one of only a handful in the world: others are in Britain, France, the U.S., and Japan. Why Canada as well? "Because our fire record is one of the worst in the developed world," says Dr. Alan M.

Phillips, Manager of the Field Station. "In 1981 we had 79 000 reported fires whose direct damage was almost a billion dollars and whose time and dislocation loss was four times that. Canadians stand one chance in a hundred of suffering fire injury in their lifetimes. That's a greater risk than traffic accident."

Phillips explains that the barn is the "burn hall," while the high-rise structure beside it is the "fire tower." In the cavernous burn hall, NRC scientists examine the behaviour of fires *per se*, while the fire tower is for investigations of fire propagation and the movement of smoke in tall buildings.

Although each of its ten stories has a test-floor space of only 36 square metres, the fire tower can simulate patterns of air and smoke movement in a full-sized building. The tower's outside cladding can be

Bianchi

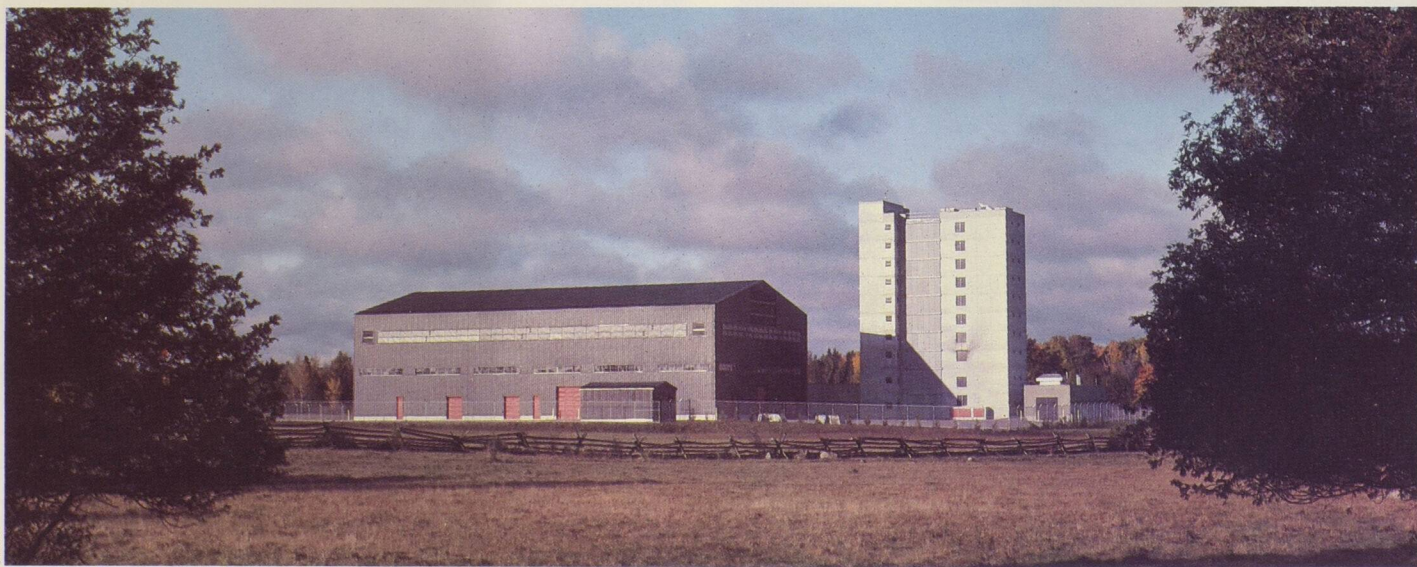
removed and other building façades substituted, or tests run on special ledges intended to stop fires hopping up an outside wall from one floor to the next.

The unheated burn hall shelters full-sized, all-weather fire experiments, and can accommodate mockups of apartment and hospital suites, two-storey dwellings, and even shopping malls. Researchers can also open the hall to the tower at ground level, studying complex urban assemblies.

entists construct wood cribs of standard size and material, set up their instruments, and touch off blazes whose peak power output may rise as high as three megawatts. Today the little fire-blackened room is empty, a series of test burns having been completed the week before.

"When NRC began in this business," says Phillips, "all that told one what was going on during a burn were strip charts. A pen at the end of a metal arm noted some variable, pressure or whatever, on a

The Almonte Fire Research Field Station, NRC's Division of Building Research. Below: Dr. Alan Phillips.



Why is all this necessary? "Because some current building practice may rest on untested assumptions," Phillips says. "Sometimes, for instance, smoke detectors have given warning only when occupants are already unconscious or trapped. We don't yet fully understand how smoke behaves in buildings. That's one reason why we built this place."

At first, "this place" appears as calm as any other research establishment, its excitement purely intellectual. Gradually, however, one becomes aware of the *visual* excitement of the Field Research Station, a view shared by its personnel. "I'll always remember my first fire," Phillips says. "It wasn't like the usual laboratory experiment where all you can do is watch needles bob. You see results quickly, dramatically."

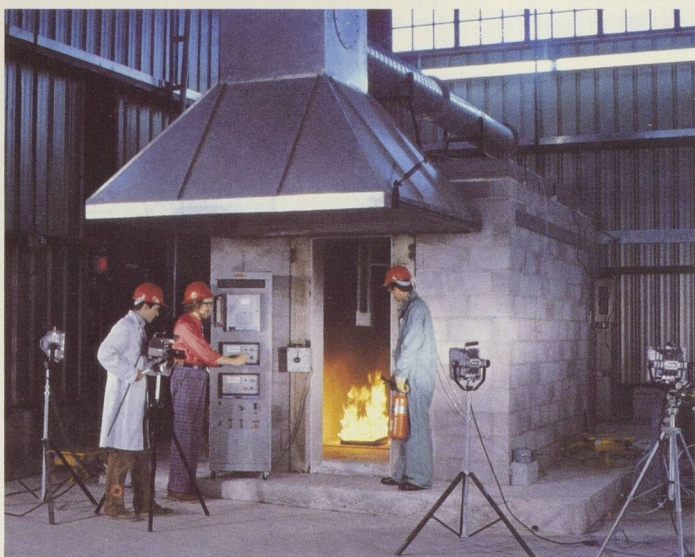
We walk to a small room of concrete block, built in one of the Burn Hall's corners. This is a test chamber, in which fire research sci-



Jessica Phillips

strip of paper, in effect plotting it vs. time. Then when the experiment was over, one unwound the paper chart and read off the data. The instrumentation's infinitely better now."

The best characteristics of the old strip charts have been built into computerized readouts, whose monitor screens present data in full colour and real time. Seated at the console of a computer in a control



George Crampton

shack near the burn room, Phillips and a technician command their digital genie to summon up earlier results, superimpose them on new ones, and blend the two to derive trends and patterns. It is a fascinating display. This new approach digitizes data as physically close as possible to the actual experiment, converting the sensor's analogue outputs into the on-off bits of machine talk; computers near and far can thus massage the information as soon as it is produced.

"Digitizing makes for a cleaner signal," Phillips says, pointing at an

overhead cableway that whisks the newborn data off for processing. "We transmit now with much less signal loss."

The Almonte computers read up to 200 sensor channels simultaneously during a burn. But what do all these sensors sense? "Pressure and temperature at every key position. Velocities of air moving in to feed the flames, and of combustion products rushing out. There's a smoke-density sensor which works by the same principle as some home smoke detectors — our people are in the final stages of turning a laser version of this into a workable device. Then there are the gas analysers." These give fire gases a "breathalyzer,"

Top: NRC's roof test apparatus. This device recently permitted B.C. shingle producers to apply flame-retardants in Canada, increasing their cost-effectiveness in American markets. Left: The 'burn hall' of the new NRC fire facility is large enough to hold mockups of apartment and hospital suites. Here it shelters a test burn in a small interior structure of concrete blocks. Right: Extinguishing a test burn.

both in real time (as a fire progresses) and, taken away in bottled form, for ultra-high-fidelity breakdowns in another lab.

What happens if a test burn gets out of hand? This is most unlikely for these controlled experimental fires;

but because the Almonte facility is far from any municipal fire department, it has a full array of its own firefighting devices. Among these are hoses supplied with water from a reservoir beneath the burn hall ("We recycle it so it's not dumped into the local ecosystem") and, in the corners of the hall, "four jolly big fans" that together can exhaust 3500 m³/min of smoky air to the outside. The whole building is oriented NW-SE so the prevailing wind can assist smoke clearance.

Near the small block room is a strange-looking apparatus that looks like a section of a standard roof. "This is our roof test apparatus," Phillips explains. "Many fires spread because 'brands,' or bits of burning material, settle out of the air and touch off the roofs of other structures. We had just finished installing this apparatus when California, which buys most of British Columbia's cedar shingles, announced new limits for flammability of new roof materials. Canadian companies could have met these standards by shipping untreated products to the U.S. for a chemical soak, but instead they decided to develop their own new flame-retardancy techniques, thus keeping the treatment business at home. We can test here for the effectiveness of the new products."

The Facility's location, well away from the main NRC campus in Ottawa, was chosen because the smoke produced from certain types of burn experiment would not be tolerated within the city. Despite the relative isolation, it is still an integral part of the Division's Fire Research section according to Alan Phillips. The section has been studying the effects of fires on structures for the last thirty years, and the lessons it learns at the world-class Almonte facility should, in the long term, reduce the loss of Canadian lives and property to fire. ☾

John Bianchi

CUT

1983/5

ORDER FORM

☐ I wish to receive Science Dimension in English	☐ Je préfère recevoir Dimension Science en français	☐
☐ Name, address printed wrongly — corrected below	☐ Nom adresse comportant une erreur — correction ci-dessous	☐
☐ Mailing label is a duplicate — please delete from list	☐ L'adresse est un duplicata — Rayez-la de la liste	☐
☐ Name below should replace that shown on label	☐ Remplacez le nom figurant dans l'adresse par celui indiqué ci-dessous	☐
Discontinue sending: ☐ all publications ☐ this publication		Ne plus envoyer vos publications ☐ cette publication ☐

NAME / NOM _____

TITLE / TITRE _____

ORGANIZATION / ORGANISME _____

STREET / RUE _____

CITY / VILLE _____

PROVINCE _____ POSTAL CODE POSTAL _____ COUNTRY/PAYS _____



**Business
Reply Mail**

No postage stamp
necessary if mailed
in Canada

Postage will be paid by

National Research
Council Canada

**OTTAWA
CANADA
K1A 9Z9**

FOLD OUT

FASTEN HERE

Canada

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

DIMENSION SCIENCE

VOLUME 15, N° 5, 1983

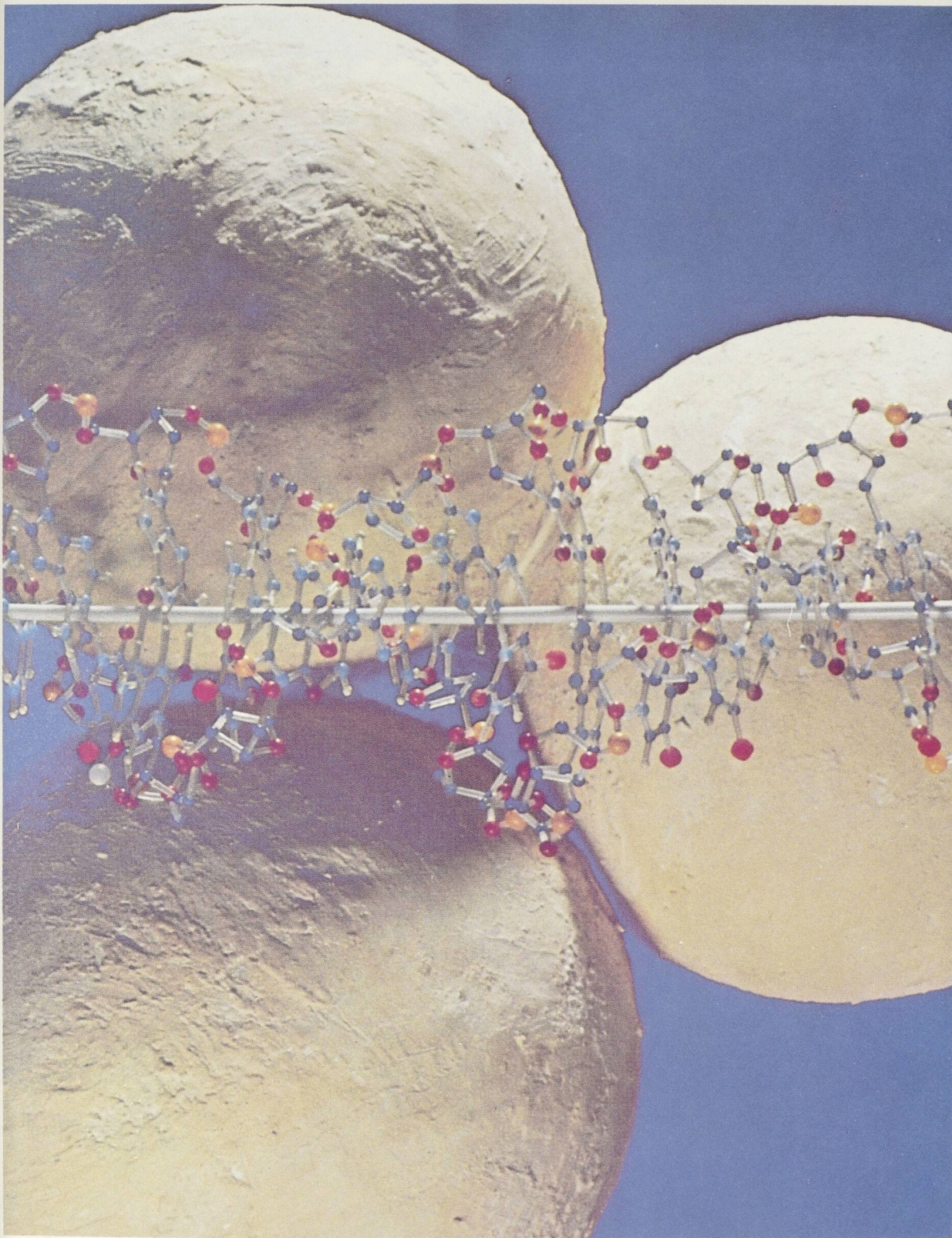
CULTIVER DANS LES RÉGIONS FROIDES



LE MICROSCOPE ACOUSTIQUE • UN COIN DE CIEL BLEU

La fabrication de gènes en laboratoire n'a pas toujours été aussi facile qu'elle l'est aujourd'hui.

En 1974, Le Dr Saran Narang, chimiste du CNRC, mit plus de trois mois pour synthétiser ce petit gène bactérien (représenté auprès de la protéine qui l'accompagne dans la cellule), tâche qui, à l'heure actuelle, ne lui prend pas plus d'une journée. Mais, à ce moment-là, le Dr Narang avait encore du chemin à faire avant d'être en mesure de reconstituer le gène bien plus long, codant pour l'une des plus importantes protéines thérapeutiques: l'insuline humaine. Ne manquez pas de lire notre article sur l'odyssée scientifique qui a abouti à ce résultat dans le prochain numéro de DIMENSION SCIENCE (1983 N° 6).





Conseil national
de recherches Canada

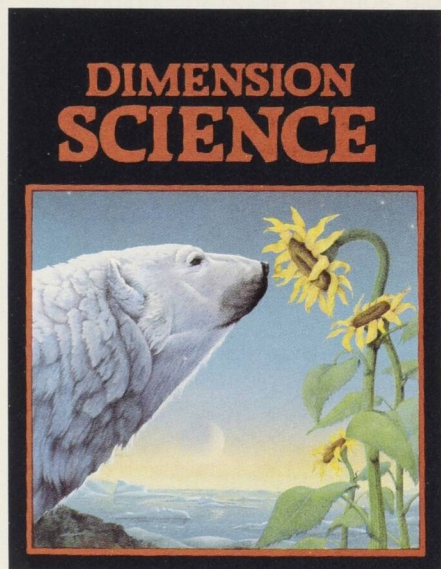
National Research
Council Canada

DIMENSION SCIENCE

VOLUME 15, N° 5, 1983

Rédacteur en chef Madeleine Vaillancourt
Rédacteur gérant Margaret Shibley Simmons
Rédacteur arts graphiques Jean L. Richard
Photographe Bruce Kane
Coordonnateur de l'impression Robert Rickerd
Production graphique Carisse Graphic Design Ltd.
Imprimé au Canada par Imprimerie Beauregard Ltée

31159-2-1019



Notre couverture:

La culture des tournesols dans l'arctique peut sembler utopique mais les prouesses de la science moderne nous ont appris que tout est possible... ou presque. Les scientifiques qui s'intéressent à la mise au point de récoltes adaptées aux basses températures sont encore loin de pouvoir réaliser la vision surréaliste de l'artiste John Bianchi mais l'on assiste à des progrès dans cette direction, particulièrement au sein des universités. À la page 10, Paul Tisdall, rédacteur indépendant, décrit les travaux de l'Université du Manitoba visant à mettre au point des récoltes adaptées aux conditions des Prairies canadiennes, caractérisées par un climat froid et une courte saison agricole.

Lettres	4
Capsules	5
Cultiver dans les régions froides Le défi nordique de l'agriculture	10
Un coin de ciel bleu L'étude de l'espace au voisinage de la Terre	18
Le microscope acoustique Une nouvelle microscopie	22
S'envoler en fumée La recherche sur la prévention des incendies	28

La revue *Dimension Science* (ISSN 0715-7509) est publiée six fois l'an par le Service de l'information et des relations publiques 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 rédacteur en chef, *Dimension Science*, CNRC, Ottawa (Ontario), Canada, K1A 0R6. Téléphone: (613) 993-3045. Cité dans l'Index de périodiques canadiens. Cette publication est également disponible sous forme de microcopies.

This publication is also available in English, under the name *Science Dimension*.

Lettres



Kudos

J'ai été surpris par la diversité des articles scientifiques imprimés dans votre revue, appeler SCIENCE. En feuilletant et en lisant certains articles, j'ai su remarquer que les photos et les schémas décrivent clairement les idées de chacun des articles. Face à cela, j'aimerais recevoir un abonnement de SCIENCE chez moi. Etant étudiant en science pure au collège St-Laurent, j'ai un penchant pour les sciences de la Terre. En espérant recevoir une réponse positive de votre part, je vous remercie d'avance de votre collaboration.

Patrice Lemieux
Montréal, P.Q.

... et d'outre-mer

Préparant actuellement un numéro hors-série de "Science et Vie" consacré aux "grandes catastrophes naturelles", nous avons été particulièrement intéressés par l'article sur la "disparition des dinosaures" publié dans le N° 5, 1981, de "Science Dimension".

Nous souhaiterions reproduire ce texte dans son intégralité. Nous espérons que vous nous donnerez votre accord. Veuillez cependant avoir l'obligeance de nous préciser vos conditions (droits d'auteur, par exemple), restant entendu que mention sera de toute façon faite concernant l'origine du texte.

Dans cette attente, je vous prie d'agréer, Monsieur le Rédacteur en Chef, l'expression de mes sentiments les plus distingués.

Luc Fellot
Rédacteur en Chef,
Science et Vie hors série,
Paris, France

Hebdo-Science nous écrit

Ma première réaction en voyant le premier numéro de Dimension Science en fut une d'enthousiasme... qui s'est prolongée à la lecture des articles et qui ne s'est pas démentie lors de la réception du deuxième numéro.

Pour résumer ma pensée en deux mots, je dirais: présentation superbe, excellent choix de sujets, très bon traitement de l'information.

Je souhaite que vous conserviez toujours une grande variété dans les sujets, et que vous augmentiez la section des Nouvelles. Votre caricaturiste apporte une note bien appréciée au milieu de ces textes sérieux: n'hésitez pas à l'utiliser davantage!

Je trouve la nouvelle revue très bien écrite, mieux que l'ancienne où des formules comme "Laissons parler le Docteur X" suivies d'une citation de 25 lignes ne faisaient pas très journalistique. Parlant de citations, si votre atelier de photocomposition possède des guillemets français («»), il serait préférable des les utiliser au lieu des guillemets anglais (" "). Mais c'est là un détail, car votre revue est écrite en excellent français.

Mes seules réticences:

- 1—La nouvelle revue, comme l'ancienne, ne me semble pas paraître vraiment à tous les intervalles de deux mois.
- 2—Le titre ne me plaît pas particulièrement.

Je vous félicite donc, vous et votre équipe, pour votre excellent travail, et j'espère avoir toujours autant de plaisir à lire votre revue.

Félix Maltais
Directeur général,
Hebdo-Science,
Montréal, P.Q.

Collège de technologie agricole et alimentaire

En lisant l'article "Des cerises et des hommes" dans votre revue "Dimension Science", j'ai constaté que vous n'étiez peut-être pas au courant d'une nouvelle institution.

Je voudrais alors vous présenter le Collège de technologie agricole et alimentaire d'Alfred, situé approximativement à 70 km d'Ottawa. Ce collège, sous l'administration du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, offre 2 cours: (1) technologie agricole et (2) technologie alimentaire. Je suis présentement étudiante de 2ième année inscrite au dernier cours mentionné. Ces cours sont semblables à ceux offerts au Collège Canadore à North Bay tel qu'inscrit dans votre article. En effet notre collège est unique puisqu'il est le seul collège francophone en Ontario qui offre ces cours. Ainsi je serais aussi compétente qu'un collègue de North Bay dans vos programmes PARI-L ou PARI-H puisque je suis parfaite bilingue.

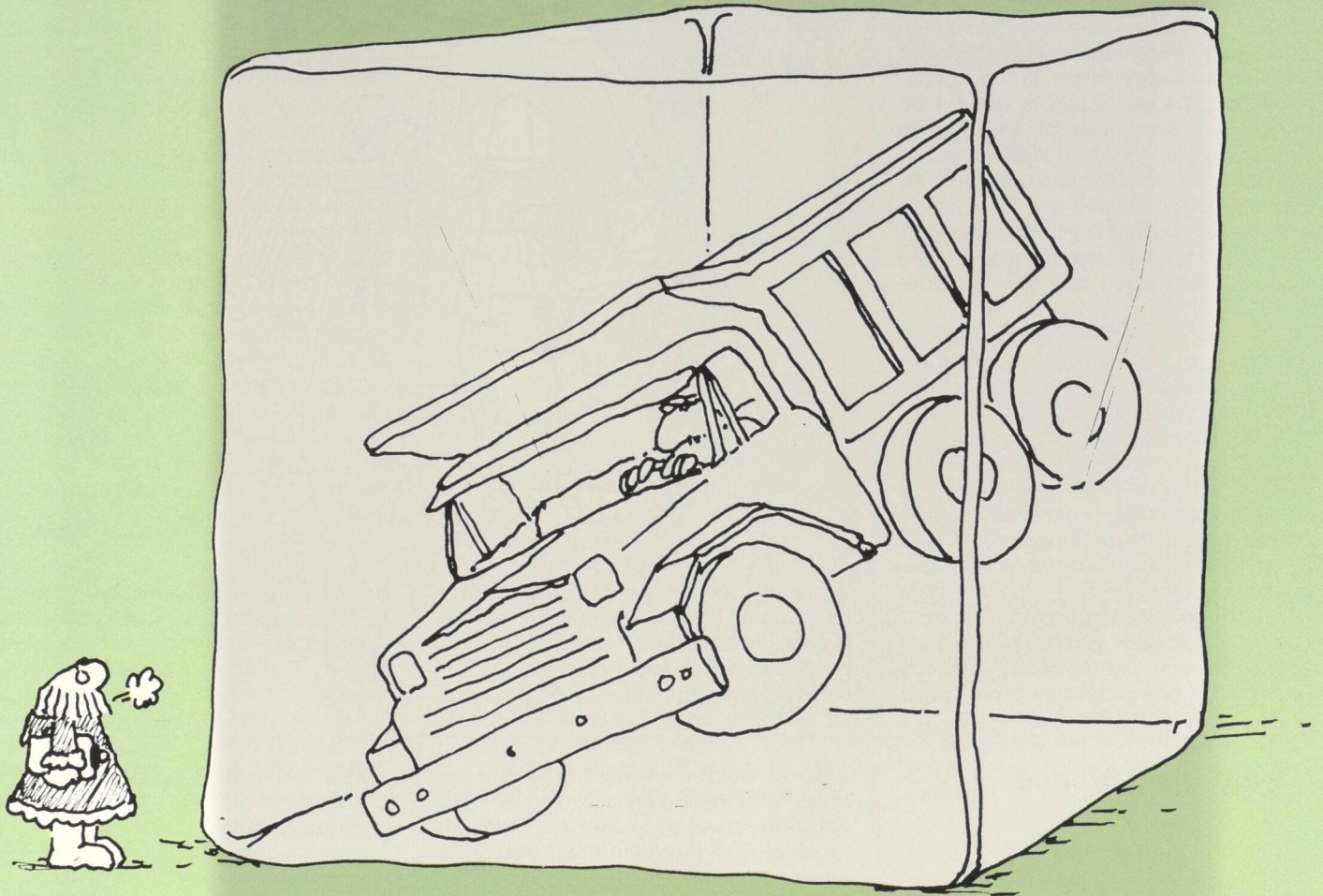
J'apprécierais alors grandement de plus amples renseignements au sujet de ces programmes.

Je vous remercie d'avance Monsieur pour votre attention à ce sujet.

Francine Gervais
Sudbury, Ontario

DIMENSION SCIENCE vous invite à nous faire part de vos commentaires. Les lettres dont la longueur n'excède pas 200 mots auront plus de chance d'être publiées et nous nous réservons le droit d'abréger les textes jugés trop longs. Veuillez adresser toute correspondance à DIMENSION SCIENCE, Conseil national de recherches du Canada, K1A 0R6.

Capsules



La grande glacière

Époque de l'année: juillet. Conditions météorologiques: neige battante, températures glaciales, vents violents. Un blizzard se prépare.

Se trouve-t-on en présence d'un été inhabituel? Pas à vrai dire car tout ceci se passe dans les nouvelles Installations d'ingénierie climatique du CNRC, situées près de l'Aéroport international d'Uplands, à Ottawa. La chambre froide simule toutes les conditions climatiques rigoureuses possibles, de la pluie verglaçante au blizzard (vents violents, basses températures et neige combinés). On peut y faire varier les températures de -45°C à $+50^{\circ}\text{C}$ et, à l'aide de ventilateurs, créer des vents pouvant atteindre 65 km/h. On peut aussi provoquer des précipitations nivales maximales de 3 cm/h. Cette chambre est l'endroit idéal pour étudier les problèmes d'ingénierie

dus à la neige, à la glace et aux basses températures.

Ces installations, de dimensions suffisantes pour recevoir un wagon de chemin de fer, et même une locomotive, constituent la plus grande chambre froide du Canada et la deuxième en importance d'Amérique du Nord. Des chars, des gros camions, des autorails, des véhicules chenillés, comme ceux utilisés pour l'exploitation minière à ciel ouvert, ou de grandes sections d'aéronefs peuvent désormais y être mis à l'épreuve sous conditions contrôlées avec soin à n'importe quel moment de l'année. Les constructeurs canadiens n'auront donc plus à se rendre aux États-Unis ou même à Vienne pour essayer leur énorme matériel roulant.

L'essai de la performance d'équipements et de véhicules sous des conditions climatiques rigoureuses ne consiste pas uniquement à vérifier qu'un moteur

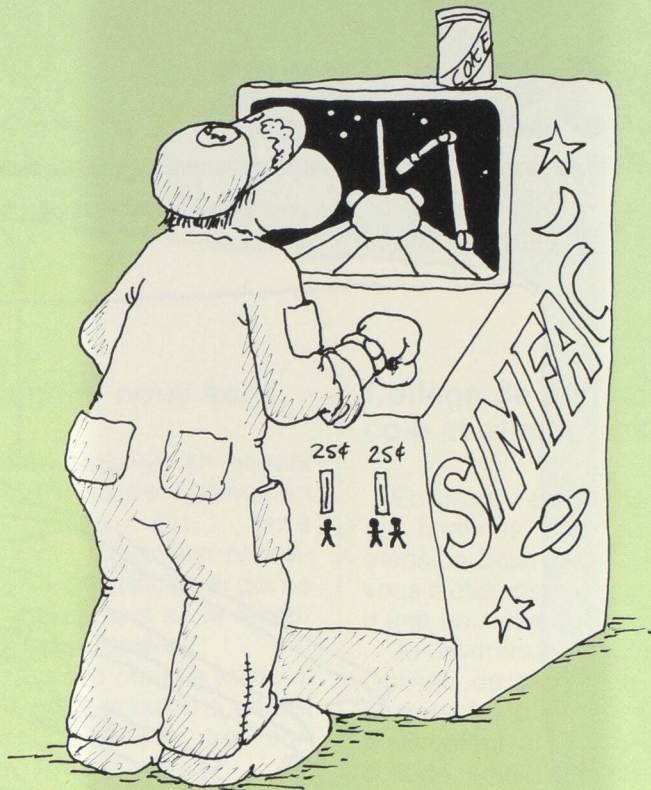
démarré bien par temps froid. Le système de freinage gèlera-t-il? Le tramway assurera-t-il toujours le confort de ses passagers? Le pare-brise restera-t-il dégagé lors d'une pluie verglaçante? L'air climatisé fonctionnera-t-il par temps chaud malgré la haute température et l'humidité? Il importe aussi de vérifier que les compartiments isolés transportant de la marchandise, des aliments par exemple, conservent la même température. Il ne faudrait pas que des pommes de terre expédiées à l'autre bout du Canada soient détruites par le gel.

Ces nouvelles installations sont constituées de salles de machines, d'une salle de commande et d'une chambre froide. Construites pour remplacer la vieille chambre des laboratoires du chemin de Montréal qui était tout juste assez grande pour recevoir des voitures et des camions, elles ont coûté 1,8 million de dollars.

Affaire de routine

Lors du récent vol de la navette spatiale *Challenger*, le Dr Sally Ride et ses collègues se sont servis du télémanipulateur Canadarm pour réaliser la première capture d'un satellite en vol libre. Aucun des utilisateurs de Canadarm n'avait volé en orbite jusqu'alors mais tous possédaient une connaissance intime du fonctionnement de cette grue spatiale coûtant de nombreux millions de dollars et même de la sensation musculaire communiquée par ses commandes. L'explication? Au cours de ces dernières années, Ride et ses coéquipiers ont fait la navette entre les États-Unis et Toronto (Ontario) avec leur avion à réaction pour venir s'entraîner.

C'est dans la même usine de Spar Aerospace qui fabrique et assemble les télémanipulateurs Canadarm que des ingénieurs canadiens ont conçu et construit un dispositif perfectionné appelé RMS Simulation Facility, ou SIMFAC. SIMFAC est constitué d'une maquette à l'échelle grandeur de la partie arrière de la cabine de pilotage de l'étage orbital avec l'ensemble des commandes du télémanipulateur. La seule différence est que les hublots de verre épais sont remplacés par des écrans de télévision reliés à un puissant ordinateur. Cet ordinateur déchiffre l'information provenant des commandes



et projette une vue identifiable du bras et de la charge utile tels qu'on les verrait par les hublots de la cabine ou avec n'importe quelle caméra de télévision de la navette choisie par l'astronaute. Après quelques

douzaines d'heures de SIMFAC, les astronautes qui ne sont jamais allés dans l'espace avant l'expérience peuvent manier le Canadarm comme de vieux routiers.

L'hybridome drogué

Un hybridome ("myélome hybride") représente la fusion d'une cellule cancéreuse avec un lymphocyte. Comme les cellules normales, les hybridomes fabriquent des anticorps, molécules en forme de griffes parfaitement étudiées pour s'"accrocher" à un intrus et l'éliminer. À l'instar aussi des cellules cancéreuses qui composent leur deuxième moitié, les hybridomes produisent ces anticorps avec une efficacité sans pareille. Les scientifiques de TRIUMF, un cyclotron géant si-

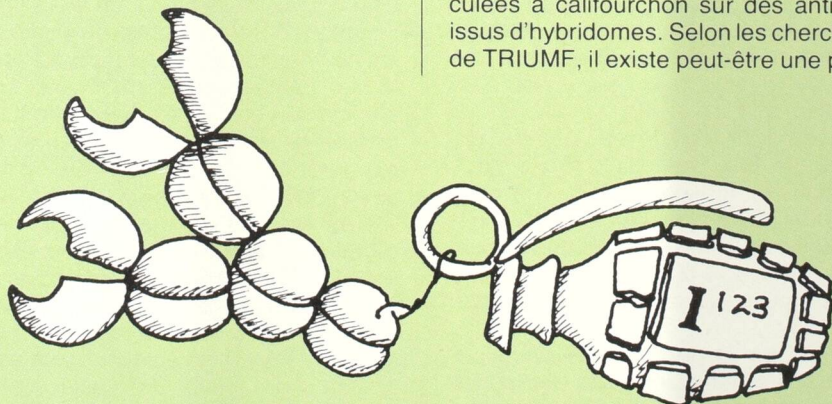
tué à Vancouver, viennent d'associer des anticorps d'hybridomes à des isotopes spéciaux en vue de trouver une meilleure façon de traiter, contre toute attente, le cancer lui-même.

Étant donné qu'on peut leur donner les caractéristiques nécessaires pour qu'ils s'attaquent à des tissus spécifiques, les anticorps produits par les cellules d'hybridomes représentent peut-être le type de projectiles magiques recherché. Ces remèdes idéaux convoieraient directement les drogues jusqu'aux parties affectées, épargnant leurs effets secondaires aux tissus sains. Il reste toutefois à savoir comment des drogues peuvent être véhiculées à califourchon sur des anticorps issus d'hybridomes. Selon les chercheurs de TRIUMF, il existe peut-être une possi-

bilité et ce serait de remplacer une partie des atomes neutres des anticorps par des atomes radioactifs.

Cette technique fonctionnerait ainsi: les cliniciens commenceraient d'abord par isoler des cellules productrices d'anticorps anticancéreux du sang d'un cancéreux. Ces cellules seraient fusionnées avec des cellules cancéreuses ou "myélomes" standard pour former des hybridomes dont les anticorps seraient spécifiques de ceux du malade. Des atomes de quelque isotope thérapeutique seraient ensuite fixés à ces anticorps. Fabriqués en vastes quantités par les hybridomes (qui sont eux-mêmes une sorte de cancer "discipliné"), armés de leur mortelle radioactivité et se dirigeant sur la zone affectée, les anticorps y exerceraient directement le plus fort de leur pouvoir mortel.

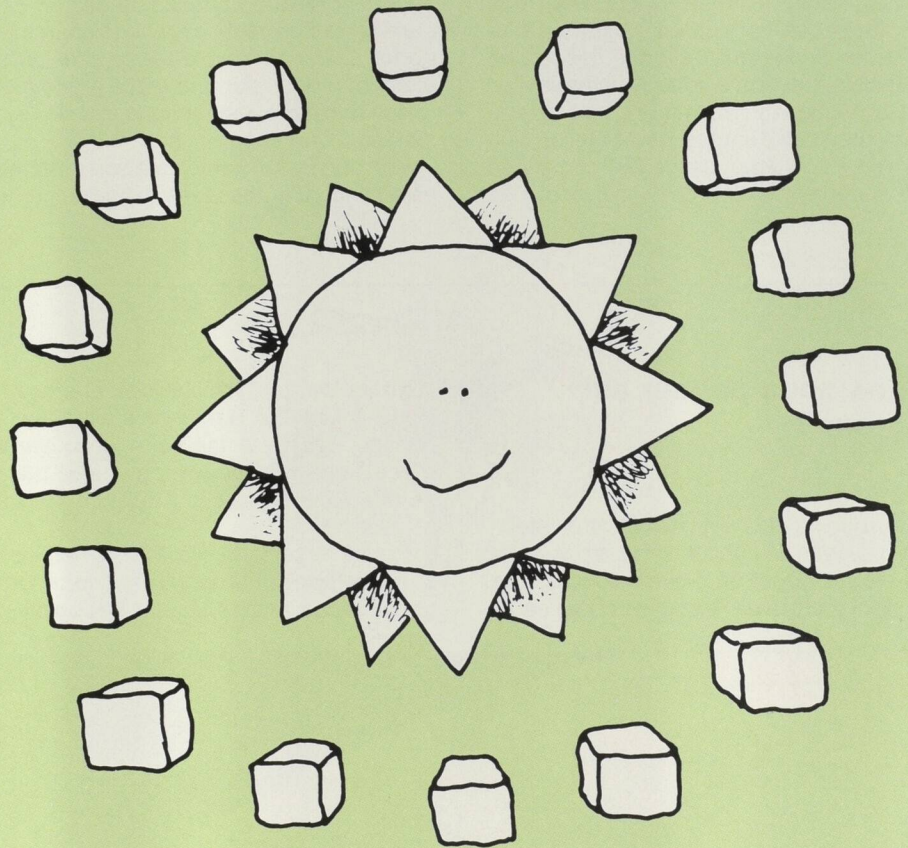
Actuellement, les chercheurs de TRIUMF essaient de marquer les anticorps d'hybridomes avec de l'iode 123; il s'agit d'un isotope tout juste suffisamment radioactif pour que les détecteurs placés à l'extérieur du corps puissent suivre sa trace. Dès qu'il sera prouvé que les anticorps ainsi modifiés avec leur charge utile radioactive s'installent effectivement dans le cancer, l'isotope ^{123}I sera, pour les essais cliniques, remplacé par un isotope plus puissant.



Nuages de glace cubique

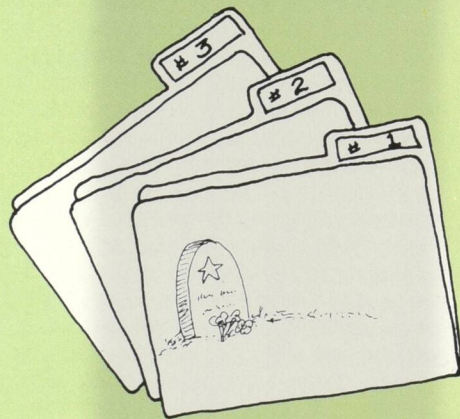
Nous vivons sous un océan d'air qui nous cache les étoiles durant le jour, donne au soleil couchant ses magnifiques coloris et encercle fréquemment le Soleil ou la Lune de bandes de lumière appelées "halos". Ces halos sont dus à la réfraction de la lumière solaire ou lunaire à travers de minuscules cristaux de glace en suspension dans la haute atmosphère. Grâce à la connaissance que nous avons de la configuration de ces cristaux, nous pouvons expliquer avec précision les différents rayons angulaires que présente la plupart de ces halos. Toutefois, le halo de Scheiner, ainsi nommé d'après l'astronome du 17^e siècle qui l'a observé pour la première fois, constitue depuis longtemps une énigme pour les météorologues. Très rare, il n'a été observé qu'à quelques reprises au cours des 350 dernières années, son bord extérieur forme avec le centre du Soleil un rayon angulaire de 28°. Aucun cristal naturel connu ne permet d'expliquer de façon satisfaisante un tel phénomène.

Mais le Dr Edward Whalley, de la Division de chimie du CNRC, croit détenir aujourd'hui la clef de l'énigme. Selon lui, les cristaux responsables de la réfraction de la lumière solaire à l'origine du halo de Scheiner pourraient être formés d'un type de glace totalement différent, que l'on croyait jusqu'ici n'exister qu'en laboratoire. Le nuage du halo de Scheiner serait selon lui formé de "glace cubique", les



molécules d'eau qui le composent s'étant empilées de façon unique lors de leur congélation. Toujours d'après Whalley, de tels cristaux de glace cubique occu-

pent de grandes étendues de la haute atmosphère réfracteraient la lumière du Soleil pour former un rayon angulaire identique à celui du halo de Scheiner.



Cadavres d'étoiles

Les supernovae représentent l'un des plus énigmatiques phénomènes de l'astrophysique car, en fait, aucune supernova n'a été observée dans notre galaxie depuis l'invention du télescope. Leur étude doit donc s'appuyer sur des débris filamenteux provenant de l'explosion d'étoiles, débris souvent fugitifs et difficiles à localiser. Le Dr Sidney van den Bergh, de l'Observatoire fédéral d'astrophysique de Victoria, en Colombie-Britannique, s'y intéresse depuis longtemps et il a proposé un nouveau système de classement des restes de supernovae jeunes pour faciliter leur étude.

Jusqu'ici, les restes de supernovae étaient classés selon la taille probable de l'étoile qui leur avait donné naissance. Les restes de supernovae de type I proviennent d'étoiles environ quatre fois plus grosses que le Soleil, tandis que les étoiles à l'origine des restes de supernovae de type II étaient dix fois plus grosses que le Soleil. Mais, comme nous connais-

sons très peu les conditions qui ont mené à la formation d'une supernova particulière, ce système de classement repose en grande partie sur des conjectures.

Le système proposé par Van den Bergh est fondé sur les signaux du rayonnement émis par les restes de supernovae. En effet, si certains de ceux-ci ne peuvent être observés à l'aide d'instruments optiques, ils émettent par contre des ondes radio et des rayons X; à partir de ces signaux, et grâce à ce que nous savons des ondes émises par certains éléments à l'état excité, Van den Bergh a pu identifier trois classes de supernovae.

La première classe, dont le vestige Cassiopeia A constitue un exemple type, se présente comme un panache de gaz en forme d'arc et émet des signaux intenses caractéristiques de l'oxygène. La deuxième est représentée par le reste de supernova le plus connu, la nébuleuse du Crabe, constitué d'un nuage de gaz en expansion rapide ayant en son centre un

pulsar (étoile à neutrons qui émet une étroite bande de signaux radio). La plupart des supernovae situées dans notre galaxie appartient à cette structure et l'on en a découvert récemment trois exemples dans les Nuages de Magellan voisins. La troisième classe est constituée de supernovae "lourdes", qui sont des

sphères presque parfaites de gaz en expansion renfermant de grandes quantités de fer. L'on croit que le fer, le plus lourd élément produit par une étoile grâce à la fusion nucléaire, est fabriqué lors de l'explosion d'une supernova.

Van den Bergh admet que son système va à l'encontre des idées actuelles sur le

classement des supernovae mais il croit qu'il pourra servir de base aux recherches futures dans ce domaine. Jusqu'à ce que les astrophysiciens aient eu l'occasion d'observer une supernova dans notre galaxie à l'aide d'instruments modernes, toute théorie à leur propos demeurera, au moins partiellement, conjecturale.

Irons-nous patiner sur Europe?

Europe, le plus petit des quatre satellites galiléens de Jupiter, semble posséder un élément dont on croyait jusqu'ici que notre planète avait l'exclusivité: de l'eau à

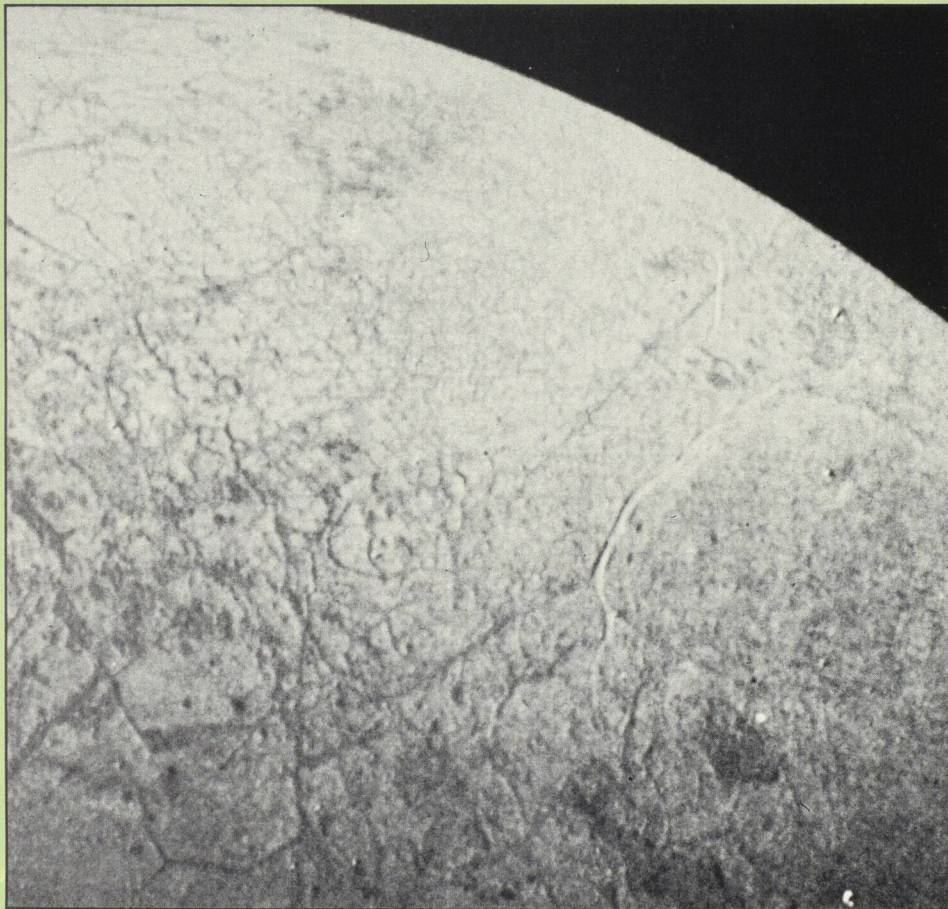
l'état liquide. Le Dr Allan Cook, chercheur invité à l'Institut Herzberg d'astrophysique du CNRC, a fait cette découverte grâce à une analyse photométrique qui a permis d'en déceler la présence sur ce satellite.

En traversant le système jovien, les sondes spatiales *Voyager* nous ont transmis des images inédites de Jupiter et

de ses satellites, montrant qu'il se produit des éclairs et des aurores dans son atmosphère et révélant l'existence d'un anneau éclairé en contre-jour par le Soleil. En étudiant ces images, Cook a noté une anomalie sur Europe qu'il a, grâce à une optimisation informatique, identifiée comme étant un panache de 100 km de hauteur et de 200 km de diamètre. Ce genre de panache avait déjà été observé sur Io, satellite voisin d'Europe, qui possède des volcans en activité. Mais la surface d'Europe est lisse et brillante et une activité volcanique y est peu probable. Presque totalement dépourvue de cratères d'impact (les accidents de terrain n'y dépassent pas 50 m), cette lune est parsemée de nombreuses fissures étroites, dont certaines se développent sur presque la moitié de sa circonférence. Des analyses antérieures aux missions *Voyager* avaient déjà révélé la présence d'une couche de glace recouvrant un noyau rocheux dense.

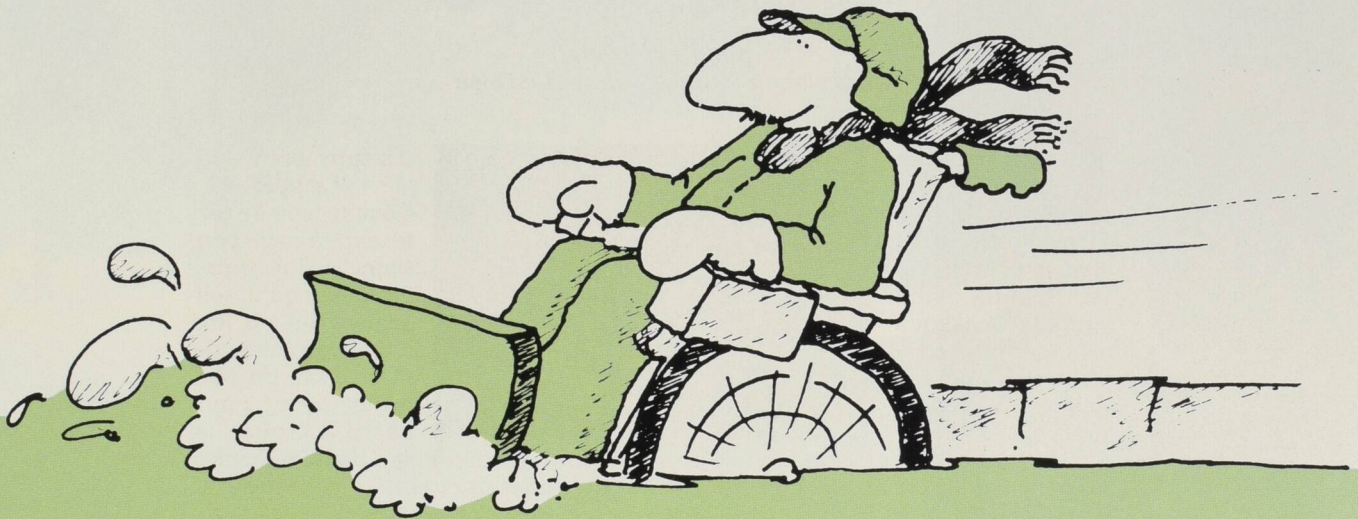
Le Dr Cook, membre de l'équipe responsable du dispositif d'imagerie des sondes *Voyager*, croit que cette couche de glace n'a en fait que quelques kilomètres d'épaisseur et qu'elle masque un océan de 5 km de profondeur. La base de cette couche de glace subit l'action érosive des marées de grande amplitude provoquées par la planète mère, Jupiter, et ses deux gros compagnons galiléens. L'eau s'échappe par les fissures sous forme de vapeur ou de cristaux de glace, donnant à la surface son aspect givré. La texture molle de la glace, due à la présence d'hydroxyde d'ammonium, serait responsable du nivellement progressif des cratères météoritiques. Des cristaux éjectés d'une fissure anormalement grande seraient à l'origine du panache.

La découverte d'eau sur Europe, imaginée par Arthur C. Clarke dans *2010: Odyssey Two*, a entraîné les biologistes dans une controverse digne des meilleurs ouvrages d'anticipation. Il y émet en effet l'hypothèse que des formes de vie végétale pourraient exister là où la couche de glace est exposée au rayonnement solaire. Il faudra toutefois attendre le passage de la sonde *Galileo*, en 1988, pour procéder à une analyse détaillée du satellite et de la composition du panache.



La surface d'Europe, composée de glace d'eau, se renouvelle constamment, ce qui en fait la patinoire la mieux entretenue du système solaire.

NASA



Il se moque de la neige et du gravier

Un nouveau modèle de fauteuil roulant permet maintenant aux handicapés de surmonter les contraintes imposées par le climat canadien. La firme Everest & Jennings Canadian Ltd., de Concord, dans l'Ontario, a entrepris la fabrication d'un fauteuil roulant automoteur originellement conçu par l'*Ontario Crippled Children's Centre* (OCCC). Bénéficiant de l'appui du Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC, l'entreprise a mené à terme la conception du fauteuil et est maintenant passée à l'étape de la production. Selon des représentants de l'entreprise, les fauteuils pourraient être exportés aux États-Unis et en Europe.

Sécurité, confort et facilité de conduite sont les principaux éléments qui caractérisent le nouveau fauteuil, baptisé "OC³ Flyer" en l'honneur de l'organisme à qui l'on en doit la première mise au point. Il se distingue des autres modèles par son système d'entraînement novateur qui lui permet d'avancer dans la neige, la boue et même sur une surface graveleuse. Les commandes de direction et de vitesse sont exécutées au moyen d'un "minimanche à balai" qui n'exige qu'un effort manuel minimal. Ce minimanche est rac-

cordé à un dispositif de rétroaction qui commande l'arrêt en douceur du fauteuil lorsque l'utilisateur relâche son étréinte. Le confort de l'utilisateur, considération importante étant donné le nombre d'heures qu'il passera dans son fauteuil au cours d'une journée, a été amélioré grâce à un nouveau système de suspension. Le siège est conçu pour prendre quatre positions pouvant accommoder un large éventail d'utilisateurs et, grâce au dispositif de commande électronique de l'entraînement, on a pu éliminer les départs et les arrêts brusques caractéristiques des fauteuils automoteurs antérieurs.

La réalisation de la firme Everest & Jennings ouvre la voie à un nouveau domaine de recherche au Canada, les fauteuils roulants ayant toujours été, jusqu'ici, conçus à l'extérieur du pays. Forte de cette première expérience, l'entreprise travaille déjà à la mise au point d'un système de commande amélioré pour les personnes atteintes d'infirmité motrice cérébrale, ainsi que d'autres appareils destinés aux enfants.

Cartoons — John Bianchi

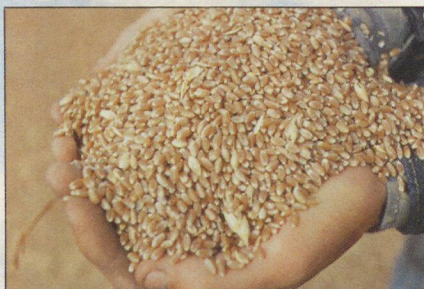
Cultiver dans les régions froides

Le défi nordique de l'agriculture

par Paul Tisdall

Adaptation française: Line Bastrash

Les problèmes de culture sous le rude climat canadien sont, pour le Dr Walter Bushuk, vice-président associé à la recherche à l'Université du Manitoba, une douloureuse réalité. Émigré de Pologne avec sa famille alors qu'il était encore enfant, Bushuk a grandi sur une ferme agricole d'exploitation mixte près de Garland, dans le Manitoba, à environ 400 km au nord de Winnipeg. L'exploitation familiale subissait "les méfaits du gel une année sur deux et permettait à peine



d'assurer notre survie", se rappelle-t-il. Compte tenu de cette expérience personnelle, il n'est pas étonnant qu'il soit aujourd'hui à la tête d'un programme de l'Université du Manitoba ayant pour but d'accroître la productivité des récoltes dans les Prairies canadiennes, caractérisées par un climat hostile et une courte saison agricole.

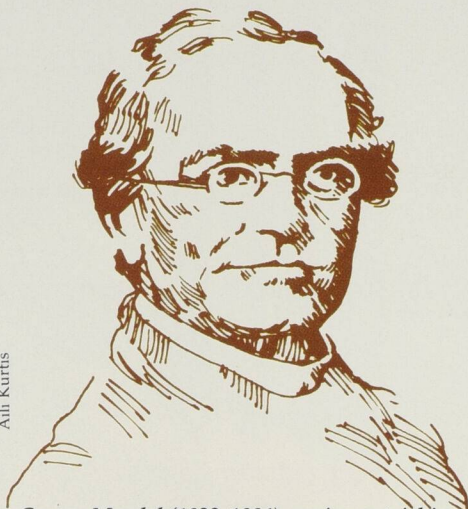
La rigueur du climat est sans doute, de tous les facteurs qui limitent l'agriculture canadienne, le plus important. Le rôle du Canada comme pays producteur de blé



représente, à bien des égards, un triomphe de détermination face à un climat défavorable et un défi au simple bon sens. Alors que nous cultivons d'immenses surfaces, les gelées hors saison et la longueur de nos hivers font que notre production de grains à l'acre ne vient qu'au quatorzième rang dans le monde. Ainsi, on estime que la gelée survenue à la fin d'août 1982 a détruit de 15 à 20% des récoltes dans les Prairies.

Le programme de l'Université du Manitoba vise à mettre au point des plantes mieux adaptées au climat rigoureux des Prairies canadiennes en faisant appel aux techniques de sélection végétale et aux pratiques agronomiques traditionnelles. L'on a accordé beaucoup de publicité récemment à l'utilisation des nouvelles techniques de génie génétique pour l'amélioration des récoltes. Certains ont affirmé que les scientifiques seraient bientôt en mesure de combiner les gènes d'espèces non apparentées pour produire des "superplantes"

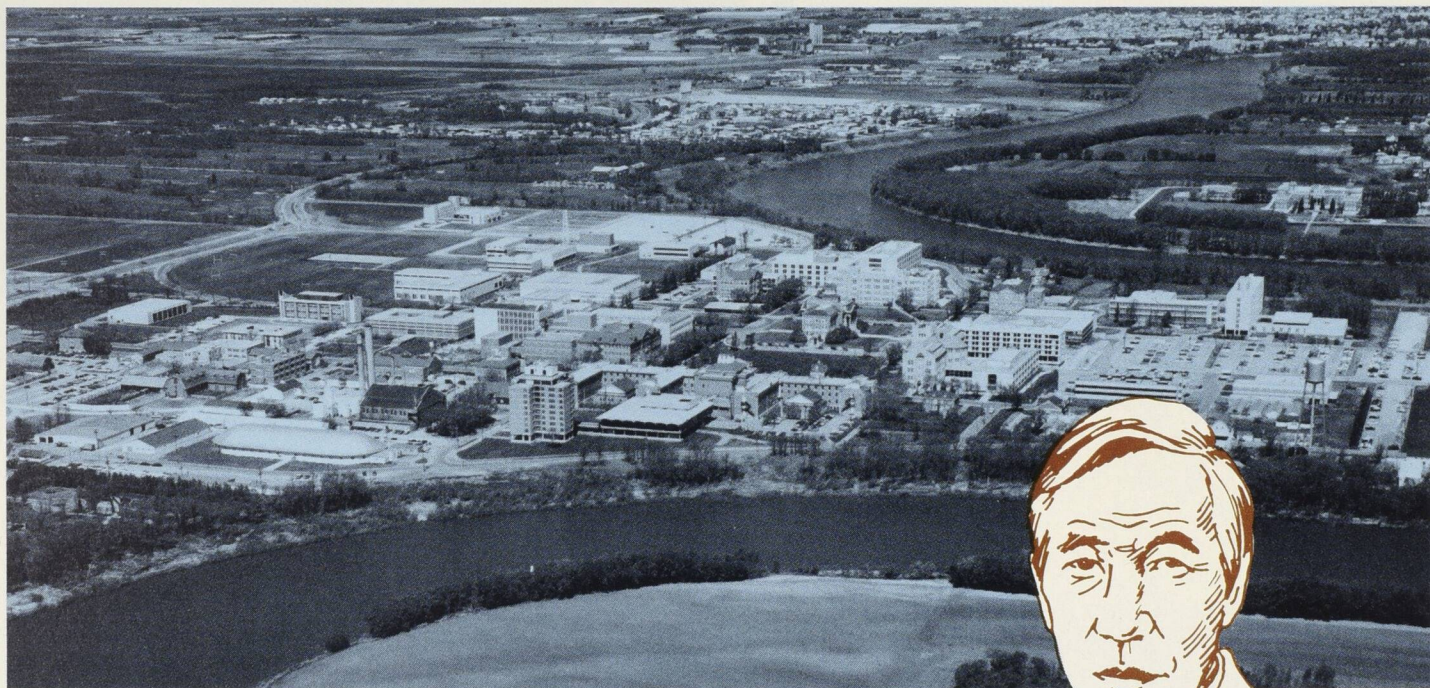
Aili Kurtis



Gregor Mendel (1822-1884), moine autrichien, a procédé à des expériences sur le pois pour produire de nouvelles variétés. En observant attentivement certaines caractéristiques isolées chez plusieurs générations il a jeté les fondements scientifiques de la génétique, qui est l'étude de la transmission de caractéristiques spécifiques d'une génération à une autre.

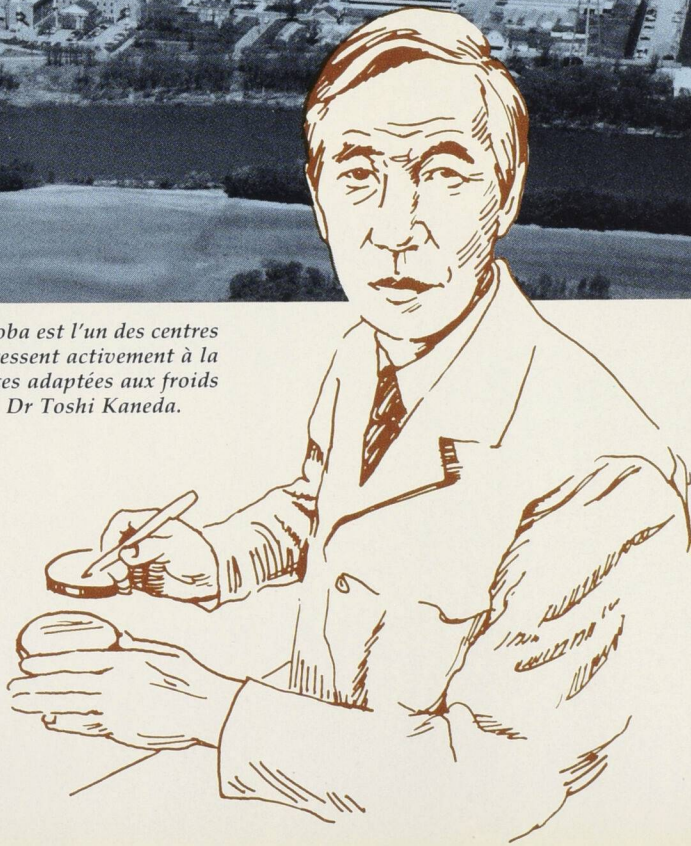
sité de l'Alberta, que nous devons nous tourner pour obtenir des résultats concrets dans un avenir prévisible.

La sélection végétale n'est certes pas un domaine nouveau. Il y a environ 5 000 ans, nos ancêtres du néolithique cultivaient déjà tous les principaux types de céréales, de légumineuses et de tubercules alimentaires qui constituent, encore aujourd'hui, nos principales sources de nourriture. Les fondements des méthodes modernes et scientifiques de sélection végétale n'ont toutefois été posés qu'au 19^e siècle grâce, principalement, aux travaux de Gregor Mendel, moine autrichien décédé il y a presque cent ans, le 6 janvier 1884. L'intérêt de Mendel pour la sélection végétale fut éveillé par des expériences sur le pois de senteur, menées sur la ferme et dans le verger de son père, qui lui ont fait découvrir les lois de l'hérédité et qui ont donné naissance à la science moderne de la génétique. La valeur des travaux de Mendel est passée inaperçue jusqu'au



autofertilisantes, résistantes aux maladies, aux insectes et au froid. Les scientifiques qui poursuivent actuellement ce type de recherche sont toutefois loin d'être aussi optimistes. Ainsi, le Dr Toshi Kaneda, chef d'un projet de un million de dollars par année visant à explorer les possibilités du génie génétique pour l'amélioration des récoltes au Conseil de recherches de l'Alberta, nous prévient qu'il s'agit de travaux "à long terme et comportant des risques élevés" dont on a peu de chances de voir appliquer les résultats avant les vingt prochaines années. La plupart des experts s'accordent à dire que c'est plutôt vers la recherche agronomique traditionnelle, du genre de celle poursuivie à l'Univer-

L'Université du Manitoba est l'un des centres de recherche qui s'intéressent activement à la mise au point de récoltes adaptées aux froids canadiens. À droite: le Dr Toshi Kaneda.



Université du Manitoba

Aili Kurtis

moment où, en 1900, leur redécouverte allait susciter un énorme intérêt pour l'application de la phytogénétique à la recherche agronomique.

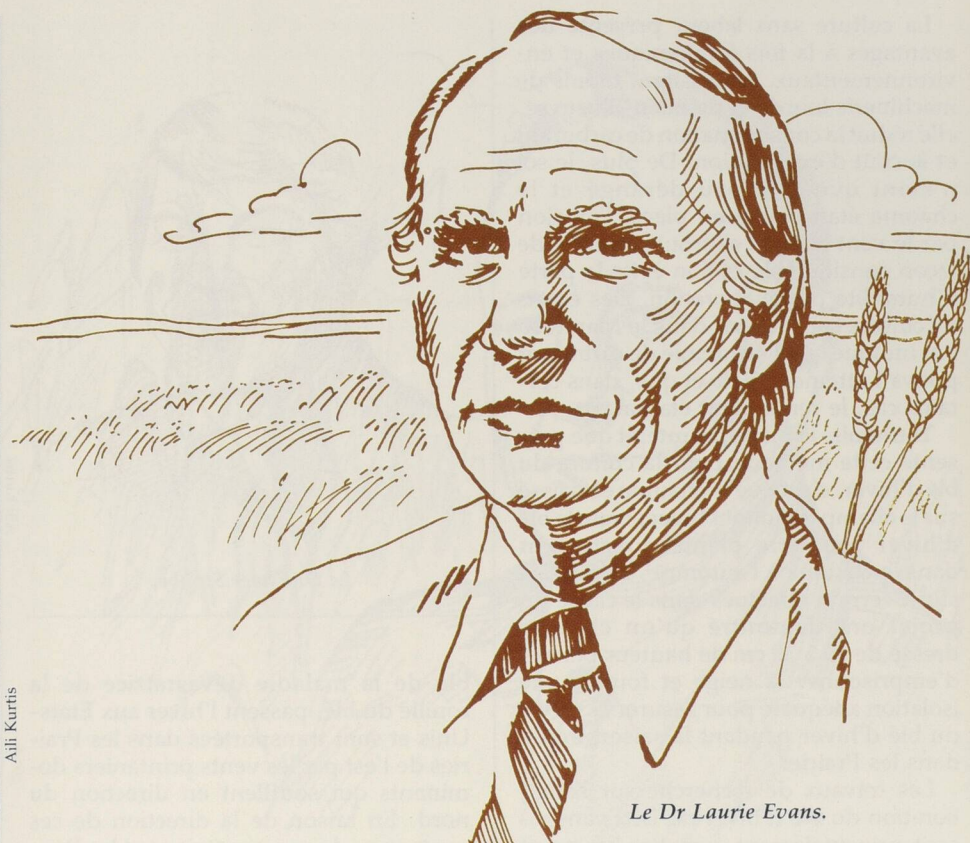
Au cours des dernières décennies, le rendement de certaines cultures s'est accru de façon spectaculaire, grâce largement aux travaux de pionnier des sélectionneurs du début du 20^e siècle. Aux États-Unis, par exemple, le rendement du maïs est passé de 1,8 t à l'hectare en 1940 à 6,32 t à l'hectare en 1980; au cours de la même période, le rendement du blé est passé de 0,96 t à l'hectare à 2,22 t à l'hectare. La mise au point de nouvelles variétés de plantes et l'amélioration des pratiques agronomiques ont amené la fameuse "révolution verte" des pays du Tiers-Monde dans les années 60 et 70. La production totale de blé de ces pays a plus que doublé au cours des deux dernières décennies.

Le programme de l'Université du Manitoba visant à améliorer la productivité des récoltes dans les conditions climatiques propres aux Prairies canadiennes repose lui aussi sur l'application de ces techniques agronomiques scientifiques qui ont révolutionné l'agriculture. Le programme comprend un certain nombre de projets dont, entre autres, les projets portant sur l'amélioration du blé d'hiver et du maïs décrits dans les sections qui suivent.

Le projet d'amélioration du blé

Les céréales constituent littéralement le "pain quotidien" de l'humanité puisqu'elles sont à la base de plus de 50% du régime alimentaire mondial. Depuis quelques années, le blé a remplacé le riz comme principale culture céréalière avec une production annuelle de plus de 400 millions de t (tonnes métriques). Le blé étant notre plus important produit agricole d'exportation, il apporte une contribution vitale à l'économie canadienne; nous en produisons environ 24 millions de t par année.

Le projet portant sur l'amélioration du blé d'hiver de l'Université du Manitoba a pour principal objectif de permettre la culture intensive du blé d'hiver dans les Prairies canadiennes. Le blé d'hiver est planté à l'automne, ce qui lui permet de se développer et de prendre une longueur d'avance avant que le gel ne survienne. Il mûrit et est récolté l'été suivant. Cependant, à l'exception d'une petite partie du sud de l'Alberta, les conditions climatiques des Prairies canadiennes sont trop sévères pour la culture du blé d'hiver et l'on a plutôt recours aux variétés de printemps, qui sont semées et récoltées au cours de la même saison.



Le Dr Laurie Evans.

Selon le Dr Laurie Evans, chef du Département des Sciences végétales à l'Université du Manitoba et responsable du projet, le blé d'hiver possède certains avantages comparativement aux variétés de printemps. Le blé de printemps cultivé dans les Prairies ne jouit que d'une courte saison de cent jours sans gelées et l'on a donc recours à des variétés qui mûrissent tôt. Malheureusement, plus le blé mûrit tôt, plus son rendement est faible. Ainsi, pour chaque jour de croissance au-delà de cette période de cent jours, le Dr Evans estime que le rendement s'accroît d'environ 1%.

Le principal avantage du blé d'hiver réside, par conséquent, dans cette longueur d'avance prise à l'automne qui allonge sa période de croissance et augmente, du coup, son rendement. Le Dr Evans estime que les récoltes de blé d'hiver pourraient être de 20 à 25% plus élevées en moyenne que les récoltes obtenues actuellement avec le blé de printemps. Par conséquent, bien que le prix obtenu pour le blé d'hiver soit de 5 à 10% inférieur à celui des variétés de printemps, son rendement accru se traduirait quand même par des bénéfices plus grands.

Le principal problème posé par la culture du blé d'hiver dans les Prairies canadiennes est représenté par le gel hivernal. Des températures inférieures à -16°C pendant cinq ou six jours d'affilée détruiront les pousses tendres et les racines situées juste sous la surface. Des températures aussi froides surviennent presque inévitablement au cours de la

saison hivernale dans les Prairies. Toutefois, l'on a observé qu'une couverture de neige d'environ 12 cm ou plus fournit une isolation adéquate pour maintenir la température du sol au-dessus de -16°C et permettre la survie du blé d'hiver.

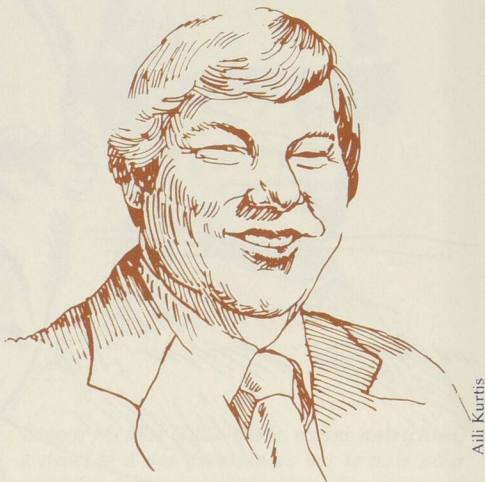
Pour faire pousser du blé d'hiver dans les Prairies canadiennes, l'on doit donc assurer une couverture de neige suffisante et continue pendant les mois d'hiver où le froid est le plus grand. Bien que les chutes de neige dans les Prairies soient dans l'ensemble adéquates, les rafales et les dégels soudains au cours de l'hiver laissent les champs nus assez longtemps pour les exposer à la morsure mortelle du froid hivernal. La solution à ce problème, découverte par le groupe responsable du projet d'amélioration du blé d'hiver de l'Université du Manitoba, est d'avoir recours à une méthode de culture sans labour par ensemencement direct.

La recherche sur cette méthode de culture sans labour, dirigée par le Dr Elmer Stobbe, se poursuit à l'Université de l'Alberta depuis plus de dix ans. La méthode de culture traditionnelle s'effectue en trois étapes: le labourage, l'ameublissement et le hersage. Avec la méthode de culture sans labour, ces étapes disparaissent et le fermier n'a qu'à semer et à passer le pulvérisateur. Un semoir modifié permet de tracer un sillon très étroit pour déposer la graine, ne remuant qu'une petite portion de la surface du sol.

La culture sans labour présente des avantages à la fois économiques et environnementaux. Nécessitant moins de machinerie lourde et de main-d'œuvre, elle réduit la consommation de carburant et le coût d'exploitation. De plus, le sol n'étant que très peu dérangé et le chaume étant laissé en place, l'érosion par le vent et l'eau se trouve réduite de façon considérable et l'on évite la perte d'humidité par évaporation. Des essais de culture sans labour dans le Manitoba ont indiqué que l'économie de carburant pouvait atteindre 50% et que, dans certains cas, le rendement était accru.

Toutefois, le principal intérêt que présente cette méthode pour la culture du blé d'hiver, c'est que le chaume est laissé sur le champ pendant l'hiver et que le blé d'hiver peut être planté directement dans le chaume à l'automne. Des essais sur le terrain effectués dans le cadre du projet ont démontré qu'un chaume dressé de 15 à 30 cm de hauteur permet d'emprisonner la neige et fournit une isolation adéquate pour assurer la survie du blé d'hiver pendant la saison froide dans les Prairies.

Les travaux de recherche sur l'amélioration du blé d'hiver du Dr Evans visent principalement à mettre au point des cultivars (variétés cultivées) robustes et résistants à la rouille qui pourront être cultivés de concert avec la méthode de culture sans labour. Les spores du champignon *Puccinia graminis*, responsa-



Le Dr Elmer Stobbe.

ble de la maladie dévastatrice de la rouille du blé, passent l'hiver aux États-Unis et sont transportées dans les Prairies de l'est par les vents printaniers dominants qui soufflent en direction du nord. En raison de la direction de ces vents, peu de spores atteignent les Prairies de l'ouest, où la rouille pose un problème moindre. Par conséquent, les variétés de blé d'hiver mises au point pour la région du sud de l'Alberta par la station de recherches de Lethbridge d'Agri-

culture Canada ne présentent pas une résistance à la rouille suffisante pour permettre leur culture dans les Prairies de l'est.

Dans le cadre de son projet d'amélioration du blé d'hiver, le Dr Evans concentre donc ses efforts à transmettre aux variétés robustes de blé d'hiver une meilleure résistance à la rouille. Pour ce faire, il croise des variétés de blé d'hiver très robustes, comme le Norstar, mis au point dans le laboratoire de Lethbridge, avec des variétés de blé de printemps résistantes à la rouille, comme le Glenlea, actuellement cultivé dans les Prairies. Les variétés résultant de ces croisements (leur progéniture) sont ensuite croisées de nouveau avec la variété parentale de blé d'hiver (croisements de retour ou *backcross*) sur un certain nombre de générations pour lui redonner la robustesse parentale tout en conservant la résistance à la rouille. Chaque génération successive est soumise à des essais pour vérifier la présence de ces deux caractéristiques essentielles.

Evans a déjà procédé à trois croisements successifs et il espère que les cultivars seront prêts pour les premiers essais comparatifs d'ici 1985. Si tout va bien, il prévoit que de nouvelles variétés de blé d'hiver adaptées à la culture dans les Prairies canadiennes seront mises à la disposition des fermiers d'ici 1990. Il souligne toutefois que cette recherche ne représente qu'une partie du "système de production global" que l'on s'efforce de mettre au point pour la culture du blé d'hiver dans le cadre du projet. La méthode de culture sans labour et l'élaboration de lignes directrices pour la gestion des récoltes sont également importantes.

Compte tenu des avantages économiques potentiels de ce nouveau système de production pour les fermiers, le succès du projet d'amélioration du blé d'hiver pourrait changer radicalement les pratiques agronomiques dans les Prairies. L'hiver de 1982-1983 aura toutefois fourni une leçon de prudence: en raison des faibles chutes de neige qui ont laissé les champs nus, une grande partie de la récolte expérimentale de blé d'hiver a été endommagée. Evans nous prévient que de telles conditions peuvent se répéter environ une fois tous les dix ans et compromettre les récoltes.



Photothèque de l'ONF

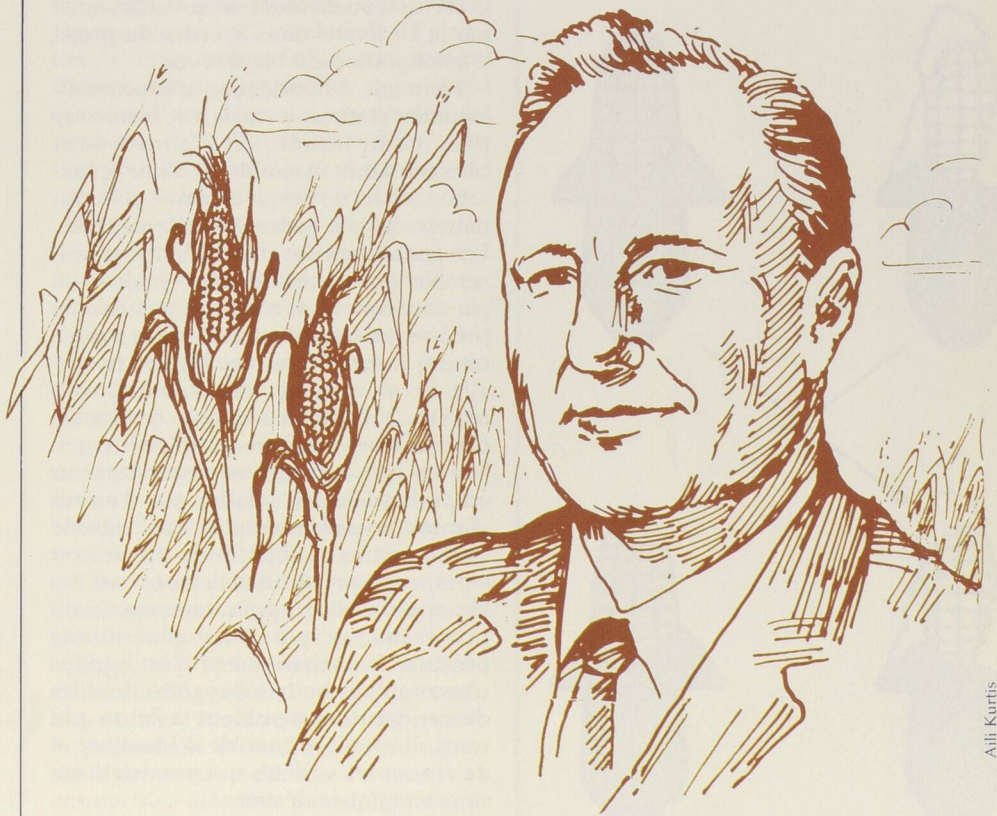
Le projet d'amélioration du maïs

Comme ses collègues les Drs Bushuk et Evans, le Dr Ed Larter, chef du projet d'amélioration du maïs dans le cadre du même programme, a un passé associé à l'environnement agricole des Prairies, ayant grandi sur une ferme du sud de l'Alberta. Phytogénéticien, le Dr Larter est bien connu pour le rôle-clé qu'il a joué dans l'amélioration du triticales, nouvel hybride du blé et du seigle que l'on doit peut-être considérer comme la plus importante percée agronomique depuis la révolution néolithique. La résistance aux maladies, le rendement et la valeur nutritive du triticales sont équivalents à ceux des meilleurs blés et il peut être cultivé dans des sols pauvres et sous un climat rude.

Les travaux de Larter dans le cadre du programme d'amélioration des récoltes dans les régions froides portent cette fois-ci sur le maïs, qui est la troisième céréale en importance du monde après le blé et le riz avec une production annuelle mondiale d'environ 350 millions de tonnes. En raison de la rigueur du climat, le maïs est peu cultivé dans les Prairies canadiennes et là où l'on en fait la culture, principalement dans le sud du Manitoba, celle-ci est confinée à la partie située à l'extrême sud. À cet endroit, l'on cultive seulement environ 101 000 ha (250 000 acres) de maïs-grain de haute qualité. Les meilleurs rendements sont d'environ 1 030 dm³/ha (70 boisseaux à l'acre), ce qui se situe bien au-dessous des rendements de 1 763 dm³/ha (120 boisseaux à l'acre) que l'on obtient dans les conditions climatiques plus favorables du *Corn Belt* américain.

Tout comme pour le projet d'amélioration du blé d'hiver, les travaux de recherche d'Ed Larter portent sur la mise au point d'hybrides de maïs-grain résistants au froid et à fort rendement susceptibles de faire l'objet d'une culture intensive dans les Prairies canadiennes. Bien que Larter admette que le maïs-grain constitue une récolte moins avantageuse que le blé pour les fermiers des Prairies, il croit que son principal attrait vient du fait que, contrairement au blé qui doit être emmagasiné, il peut être vendu immédiatement aux producteurs comme nourriture pour les animaux et représente donc une source de revenus instantanés.

Larter a découvert que le principal facteur qui limite la production du maïs dans les Prairies est la basse température du sol au début du printemps. Une différence de seulement 1°C peut avoir une très grande importance. Ainsi, la plupart des variétés de maïs germeront et se développeront bien dans un sol de 12°C ou



Alii Kurtis

Le Dr Ed Larter.

plus. Toutefois, la plupart des variétés ne germeront pas ou ne se développeront que très lentement lorsque la température descendra au-dessous de 11°C. Comme les conditions climatiques des Prairies ne permettent qu'une période de croissance d'au plus 120 jours, un développement lent au début entraîne une réduction importante du rendement des récoltes.

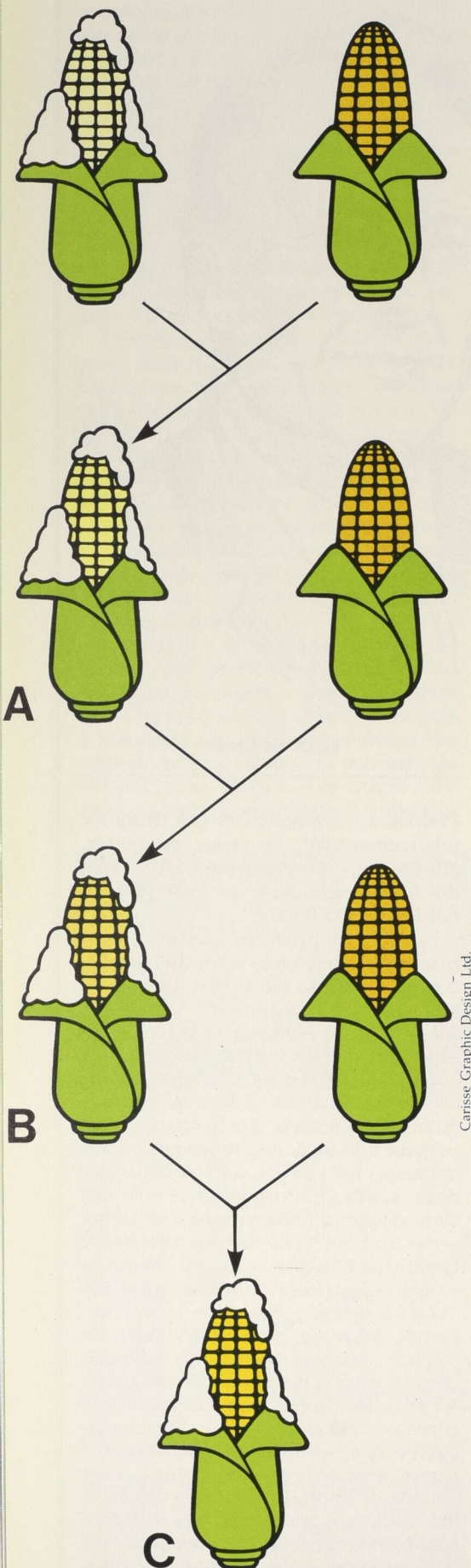
Par conséquent, le projet d'amélioration du maïs de Larter vise à mettre au point des variétés de maïs-grain qui se développeront bien dans le sol froid des

Prairies au printemps et qui mûriront relativement tôt. Le projet permettra, affirme-t-il, "de repousser les frontières des zones de culture du maïs plus au nord et plus à l'ouest".

Le principal problème que doivent affronter les chercheurs vient du fait que, contrairement au blé qui est une espèce autogame (se reproduisant par autofécondation), le maïs est allogame et se reproduit par fécondation croisée. Les espèces autogames sont fortement consanguines et elles sont par conséquent normalement homozygotes pour presque tous les gènes. (Comme pour les animaux, les plantes sont définies par deux séries d'information génétique. Dans des conditions normales, ces deux séries ont un contenu informationnel largement différent — ce qui fournit la variété essentielle — et sont appelées "hétérozygotes". Toutefois, lorsqu'une plante "sauvage" est autofécondée de façon extensive, l'information contenue dans les deux séries tend à s'homogénéiser chez les descendants, amenant une composition homozygote). Par conséquent, les descendants de plantes autogames ressemblent étroitement à leurs parents et la production et la sélection des meilleurs génotypes homozygotes sont relativement faciles. Plus tard, l'on peut procéder à des croisements entre ces génotypes pour combiner les gènes



John Bianchi



désirables au sein d'un cultivar unique. C'est essentiellement le procédé suivi par le Dr Evans dans le cadre du projet d'amélioration du blé d'hiver.

Toutefois, l'hybridation d'espèces allogames comme le maïs est beaucoup plus compliquée. Les gènes sont constamment recombinaisonnés d'une génération à l'autre, ce qui crée une communauté végétale fortement hétérozygote. Les génotypes des descendants ne ressemblent pas à ceux de leurs parents et, par conséquent, il n'est pas possible de prédire les caractéristiques de la progéniture. Pour obtenir des lignées homozygotes ou consanguines, l'on doit avoir recours à l'autofécondation artificielle. Chez le maïs, les fleurs pistillées (femelles) des épis doivent être ensachées pour empêcher leur fécondation par d'autres plantes. Le pollen, ramassé sur l'aigrette staminée (fleur mâle) de la plante, est alors appliqué artificiellement sur les fleurs pistillées. L'application répétée du processus sur plusieurs générations produit éventuellement des lignées consanguines ou homozygotes dont les descendants ressemblent à leurs parents. Il est alors possible d'identifier et de croiser les variétés qui possèdent les caractéristiques désirées.

Malheureusement, l'autofécondation d'espèces allogames comme le maïs entraîne également une baisse de vigueur chez les descendants (effet d'*inbreeding*). Toutefois, lorsque l'on croise des plantes provenant de deux lignées ainsi autofécondées, l'hybride que l'on obtient manifeste une vigueur plus grande que les parents et, même, que les géniteurs de la lignée originale — ce phénomène est connu sous le nom d'"*hétérosis*" ou de vigueur hybride. L'effet d'*inbreeding* et l'hétérosis sont connus depuis longtemps; ils ont même été clairement décrits par Charles Darwin dans son livre "*L'origine des espèces*" (1859):

... il est évident qu'un croisement entre deux individus d'une même espèce,

différant entre eux jusqu'à un certain point, donne une grande vigueur et une grande fécondité à la postérité qui en provient; et, que l'accouplement entre individus très-proches parents, continué pendant plusieurs générations, surtout lorsqu'on les maintient dans les mêmes conditions d'existence, entraîne presque toujours l'affaiblissement et la stérilité des descendants.

Ce n'est toutefois pas avant les années quarante que l'on a tiré parti de ces observations en agriculture avec l'introduction, aux États-Unis, de variétés de maïs hybride produites par croisement entre des lignées consanguines. Ces hybrides extrêmement vigoureux dominent depuis la production du maïs dans les pays industrialisés où le rendement du maïs a presque triplé au cours des quarante dernières années.

Se servant des techniques modernes d'hybridation du maïs, le Dr Larter a, dans une première étape vers la mise au point d'une variété de maïs résistant au froid et à haut rendement, produit un certain nombre de lignées autofécondées résistantes au froid. Le maïs a été acclimaté à l'origine à partir d'ancêtres sauvages d'Amérique centrale et de nombreux types de maïs rustiques sont toujours cultivés dans cette région. Larter s'est procuré du maïs des terres hautes d'Amérique centrale qui, ainsi que ses tests l'ont confirmé, est adapté à la culture dans les régions froides. Le maïs d'Amérique centrale est fortement hétérozygote et Larter a donc pu l'autoféconder pour obtenir des lignées homozygotes résistantes au froid. Il travaille actuellement avec environ 250 lignées autofécondées et il en crée toujours davantage.

Les essais de tolérance au froid sont effectués dans des chambres de croissance: les plantes mises en pot sont immergées dans des bains où circule une eau froide qui maintient le sol à une température constante de 10°C. Les plantes

L'une l'a, l'autre pas...

La façon la plus simple de comprendre en quoi consiste la sélection végétale, c'est de prendre l'exemple de deux variétés de maïs, dont l'une possède toutes sortes de caractéristiques désirables — bon poids, valeur nutritive élevée, etc. — tandis que l'autre n'a que quelques-unes ou aucune de ces qualités mais possède en revanche une caractéristique hautement recherchée que l'autre n'a pas — la résistance au froid. En utilisant la technique du *backcross* (croisement de retour), le sélectionneur s'efforce de transmettre *uniquement* la caractéristique de résistance au froid à la plante de qualité supérieure. En croisant ces deux plantes (en supposant que celles-ci sont toutes deux 'homozygotes', c'est-à-dire que les deux séries de chromosomes sont identiques chez chacun des parents), il obtient une première génération (A) dont les membres possèdent en moyenne 50% des caractéristiques spécifiques de chaque parent. Le sélectionneur choisit, parmi les plantes de cette génération, celles qui se rapprochent le plus du parent ayant les qualités recherchées tout en possédant la résistance au froid de l'autre parent (elles ne l'auront pas toutes) et les croise de nouveau avec la variété parentale de qualité supérieure (B). La génération B contiendra 75% des traits génétiques parentaux recherchés. Le sélectionneur cherche ensuite à identifier les membres de cette génération qui ont hérité de la caractéristique de résistance au froid et, de nouveau, il les croise avec la lignée parentale ayant les qualités recherchées. La génération C ainsi obtenue possèdera en moyenne environ 88% des caractéristiques de la lignée parentale. Le sélectionneur répète simplement ce processus jusqu'à ce qu'il obtienne une plante qui possède toutes les caractéristiques recherchées de la variété parentale originale ainsi que la résistance au froid.



Le Dr Norman Borlaug.

qui se développent bien à cette température, comparable à celle du sol au printemps, sont alors soumises à des essais sur le terrain.

Comme les hybrides résistants au froid obtenus par Larter ont un rendement plutôt faible, la deuxième étape du projet consiste à croiser ces hybrides résistants au froid avec des hybrides à haut rendement actuellement cultivés pour la production commerciale du maïs. À l'instar du projet d'amélioration du blé, la progéniture obtenue est croisée avec des variétés à haut rendement sur plusieurs générations successives pour combiner les caractéristiques de résistance au froid et de rendement élevé.

Larter procède actuellement aux premiers de ces croisements et il prévoit que cinq croisements successifs seront nécessaires pour obtenir du maïs hybride à haut rendement et résistant au froid. L'utilisation de chambres de croissance pendant l'hiver lui a permis de compresser son programme d'hybridation pour le mener à terme en trois ans. Il espère que les variétés de maïs améliorées seront disponibles pour la production commerciale d'ici 1990, à peu près en même temps que les nouvelles variétés de blé d'hiver. Mais il nous met en garde: "Tenter d'adapter ce qui est essentiellement une culture des régions chaudes à notre climat froid va nécessairement demander quelques ajustements."

De 1979 à 1982, le programme d'amélioration des récoltes dans les régions froides de l'Université du Manitoba a reçu un appui important du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) sous forme d'une subvention thématique de plus de 430 000 dollars. Selon le chef du programme, le

Dr Walter Bushuk, les réalisations ont été jusqu'ici remarquables. Il fait toutefois remarquer qu'il est difficile de planifier le financement d'un programme d'amélioration des récoltes qui s'étend sur plus d'une décennie à partir de subventions thématiques accordées pour une période de trois ans et qui ne sont pas nécessairement renouvelées.

Néanmoins, le Dr Bushuk est satisfait des progrès du programme. Des fermiers de l'est des Prairies ont déjà commencé à expérimenter la méthode de culture sans labour pour produire du blé d'hiver; toutefois, aussi longtemps que des variétés résistantes à la rouille n'auront pas été mises au point, le risque d'une épidémie empêchera l'adoption de cette méthode sur une plus grande échelle. Les projets d'amélioration du blé et du maïs ont tous deux mené à la mise au point de lignées prometteuses qui devraient éventuellement mener au développement de nouvelles cultures de grande valeur dans les Prairies.

Un autre projet a porté sur la sélection et l'essai de variétés de bactéries capables de fixer l'azote au niveau des racines et permettant de faciliter la croissance des légumineuses dans les Prairies. Une entreprise a été créée pour fabriquer ces bactéries que l'on inoculera ensuite aux plants de légumineuses. Ce projet a également reçu un vote de confiance du CRSNG qui a accordé aux Drs Evans et Larter des subventions individuelles triennales, payables par versements annuels, pour leur permettre de poursuivre leurs travaux de recherche.

La recherche agronomique traditionnelle, du type de celle poursuivie dans le cadre du programme d'amélioration des récoltes dans les régions froides, n'a ni le prestige ni l'éclat de la recherche dans les domaines de haute technologie comme, par exemple, l'informatique ou le génie génétique. Toutefois, elle pourrait bien représenter notre meilleur atout pour satisfaire aux besoins alimentaires des 8 milliards d'habitants qui peupleront notre planète dans quarante ou cinquante ans. C'est du moins l'avis du Dr Norman Borlaug, qui a reçu le prix Nobel de la paix en 1970 pour ses travaux sur l'hybridation du blé qui ont mené récemment à un accroissement spectaculaire de la production dans le Tiers-Monde. Le Dr Borlaug croit que les possibilités des techniques de génie génétique pour l'amélioration des récoltes ont été surestimées et que la plus grande partie des fonds devrait être consacrée aux méthodes traditionnelles de sélection végétale qui, selon lui, représentent aujourd'hui "la meilleure arme qui nous ait été donnée pour lutter sur le front alimentaire". Si Borlaug dit vrai, il s'agit peut-être là du plus important domaine de recherche qui soit. ☪

M. Tisdall, rédacteur scientifique indépendant d'Edmonton, dans l'Alberta, a reçu en 1982 le prix de l'Association canadienne des rédacteurs scientifiques pour le meilleur article de l'année dans la catégorie des Sciences et de la Santé.

Un coin de ciel bleu

L'étude de l'espace au voisinage de la terre

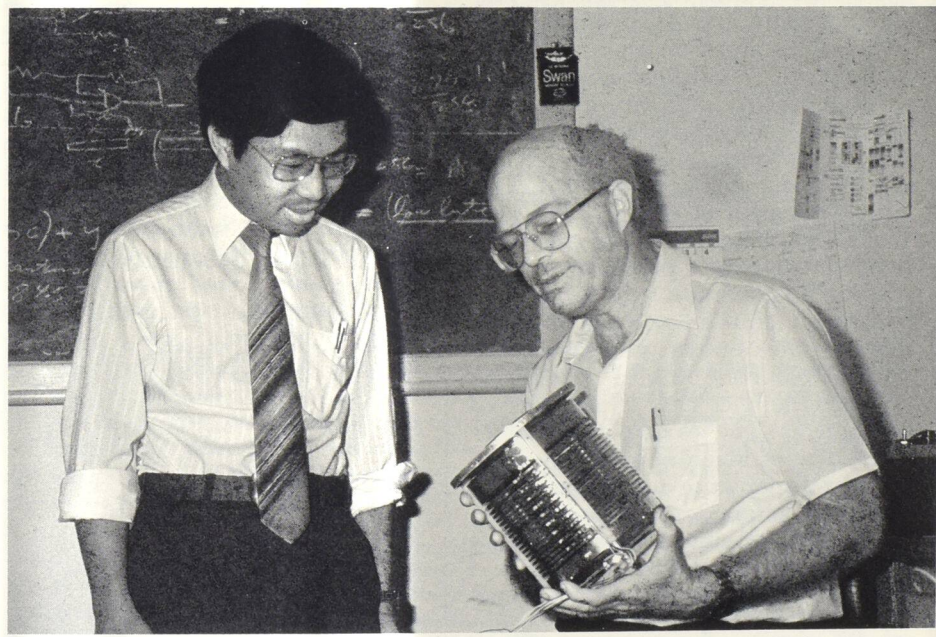
par Stephen A. Haines

Adaptation française: Line Bastrash

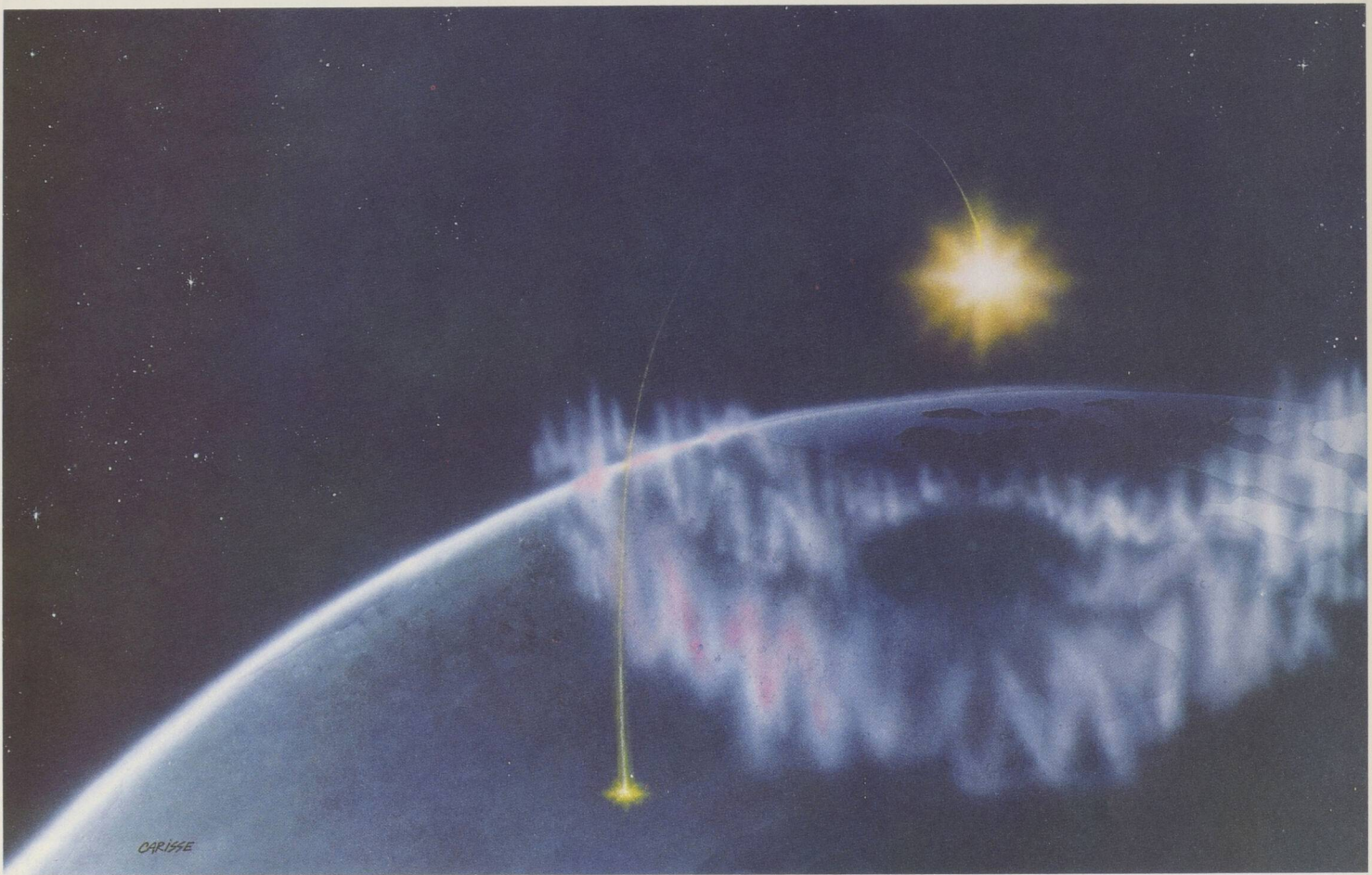
Les scientifiques canadiens ont récemment terminé une série d'expériences dans le plus grand laboratoire du monde, l'ionosphère. Pendant des années, l'étude des aurores polaires — nos 'aurores boréales' — a été limitée à leur observation passive à partir du sol. L'avènement des satellites a permis de changer de point de référence mais la recherche continuait à se borner à l'enregistrement des phénomènes auroraux. Deux scientifiques du CNRC, Brian Whalen et Andrew Yau, viennent maintenant de lancer un nouveau programme de recherche active, transformant l'ionosphère en un vaste laboratoire.

Leur expérience, qui visait une meilleure connaissance de l'espace au voisinage de la Terre, se divisait en deux phases. La première consistait à perturber l'aurore, provoquant son interruption momentanée, tandis que la seconde avait pour but de créer une aurore artificielle.

Le projet 'Waterhole' de Brian Whalen, réalisé en 1980 et en février 1983, faisait appel à des fusées lancées de la base de Churchill, dans le Manitoba, pour amener et disperser des produits chimiques dans l'ionosphère. Ceux-ci, en se combinant, ont donné naissance à un nuage de vapeur d'eau dans la région active de l'aurore, atténuant l'activité



Brian Whalen et Andrew Yau ont transformé la haute atmosphère en laboratoire de recherche.



aurorale. "Cette expérience avait pour but d'étudier le mécanisme d'amorçage de l'aurore", explique Whalen. "La diversité et l'intensité des forces impliquées ne nous permettent pas de reproduire les conditions ionosphériques en laboratoire. Nous avons donc dû interrompre temporairement le processus auroral pour observer son réamorçage. En créant un trou de 50 km dans l'aurore, nous avons pu vérifier les théories relatives à l'interaction des champs électromagnétiques et des particules solaires dans l'ionosphère."

À peine vingt années se sont écoulées depuis la découverte de l'origine des aurores. On croit que ces bandes lumineuses qui forment des anneaux autour des pôles sont la manifestation de phénomènes magnétiques qui s'étendent loin dans l'espace. "La comparaison d'un champ magnétique terrestre à un simple dipôle dont les lignes de force s'étendent d'un pôle à l'autre est périmée", poursuit-il. "Aujourd'hui, nous savons que la Terre est entourée d'une enveloppe magnétique de forme allongée, percée aux pôles par deux profonds puits de lignes de force magnétiques qui acheminent les particules du vent solaire jusqu'à notre atmosphère. Ces particules électroniques provoquent l'ionisation des gaz de l'atmosphère et sont à l'origine des lueurs aurorales. Le projet

'Waterhole' visait à créer un écran qui intercepterait cette pluie de particules, nous permettant d'étudier le déplacement des électrons le long des lignes de force. Il nous reste maintenant à analyser l'information obtenue et à la corréler avec les données fournies par l'expérience d'Andrew."

Andrew Yau, le collègue de Whalen, a lancé, à la suite du projet 'Waterhole', le projet Sabre en mai de cette année et il a réussi à créer une aurore artificielle. Sa fusée permettait d'injecter le contenu de trois cartouches de poudre de barium dans une région voisine de l'aurore. "Le nuage produit par les ions barium a une couleur bleue bien distincte et nous avons pu suivre son développement et son déplacement sous l'influence des champs magnétiques et électriques", explique Yau. "Les trois cartouches ont explosé à environ 300 km d'altitude et nous avons pu voir les nuages se développer sous l'influence des champs magnétiques au moment où ils s'ionisaient. Nous fondant sur nos travaux antérieurs, nous avions prévu que ceux-ci allaient se déplacer verticalement le long des lignes de force et dériver à travers l'espace pour rejoindre la région active de l'aurore, située à environ 10 km au sud et se déplaçant dans cette direction. Au lieu de cela, ils ont avancé le long des lignes de force du champ ma-

Le projet 'Waterhole' visait à provoquer un trou de 50 km dans l'aurore pour étudier les origines de ce phénomène électrique.

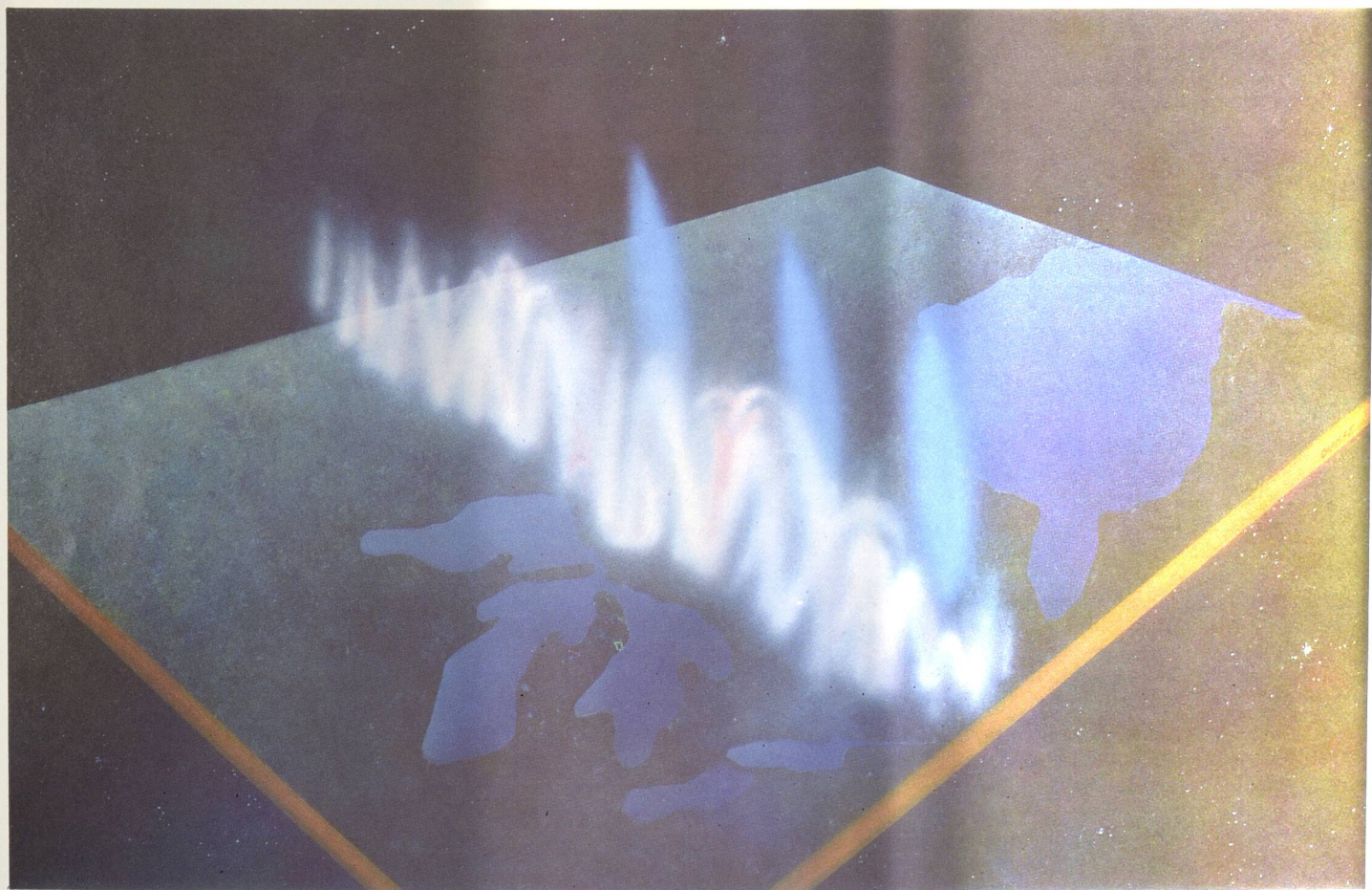
gnétique mais sans rejoindre l'aurore. Ils ont pris position à proximité du pôle de la ceinture aurorale, qui dérivait vers le sud, se déplaçant ensuite de concert avec elle."

Ce résultat inattendu a obligé les chercheurs à revoir leurs théories concernant l'interaction de la magnétosphère avec l'ionosphère. Selon les scientifiques, l'activité de la magnétosphère est influencée par les fluctuations du vent solaire; cette influence se communique à

À droite: Nos représentations traditionnelles du champ magnétique terrestre ont dû être considérablement révisées depuis la mise en orbite de satellites. Ceux-ci ont permis d'observer que la Terre est entourée d'une enveloppe magnétique en forme de larme qui s'étire dans la direction opposée à celle du Soleil sous l'influence des particules solaires.

En bas: La poudre de barium, amenée dans l'ionosphère au moyen d'une fusée, a produit ces 'nuages' d'ions bleus sous l'influence d'électrons solaires se déplaçant à grande vitesse le long des lignes de force du champ magnétique.

Don MacMillan

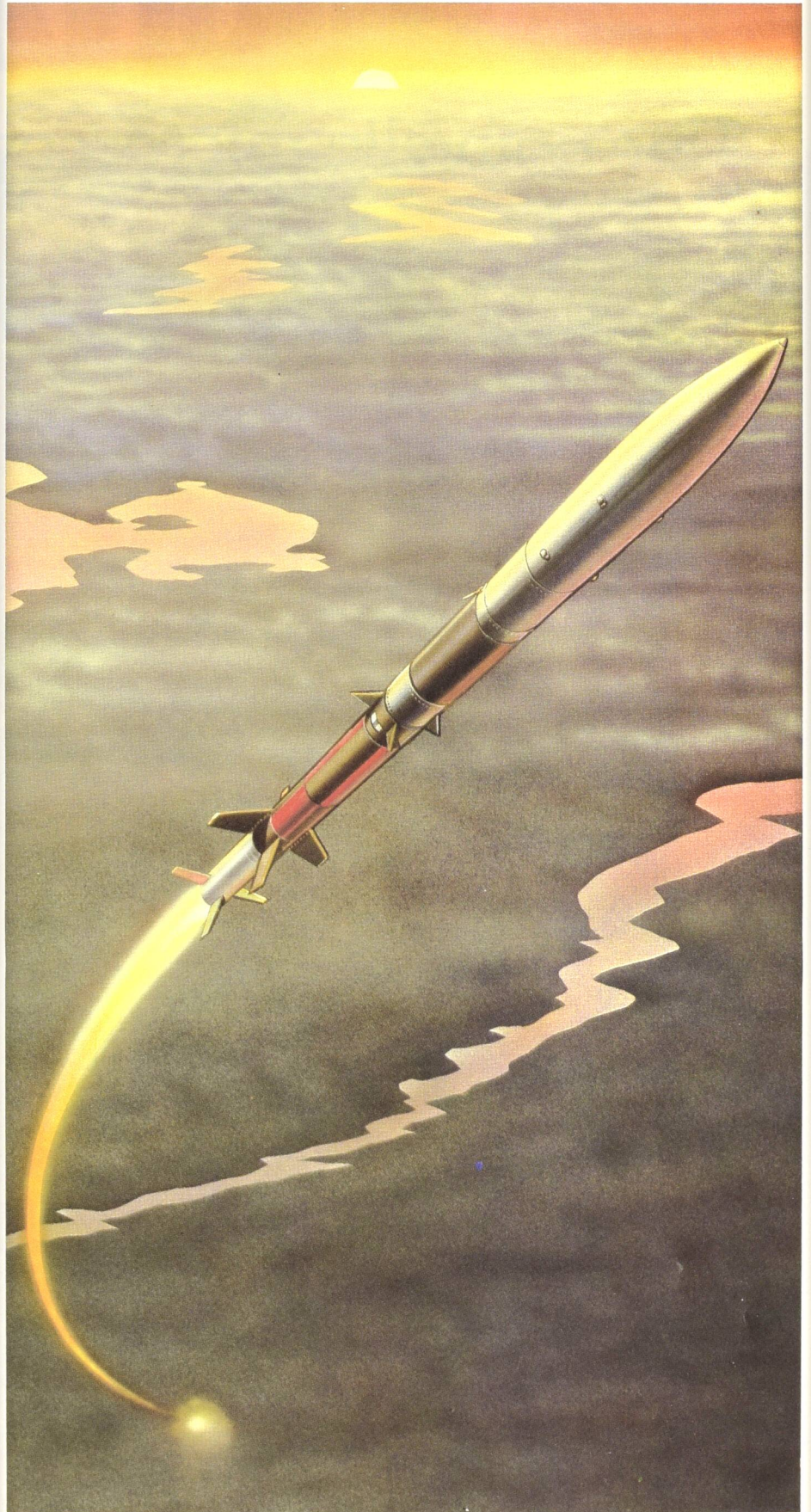


son tour aux électrons situés à basse altitude, près de la surface de la Terre. De poursuivre Whalen: "Nous pensons maintenant que les électrons de grande vitesse qui pénètrent dans l'ionosphère et les atomes ionisés sont 'piégés' le long des mêmes lignes de force magnétiques, plutôt que de lignes parallèles. Le mouvement des lignes de force contribue à la régulation de cette circulation bidirectionnelle."

Les projets 'Waterhole' et 'Sabre' ne sont que les premières phases d'un programme de recherche active dans la zone frontière située entre la Terre et l'espace. Déjà, les scientifiques revoient leurs théories sur l'ionosphère et la magnétosphère qui nous entourent et ils ont commencé à utiliser le terme "espace terrestre" pour désigner cet environnement à la fois dynamique et éloigné. D'autres expériences dans ce nouveau laboratoire de recherche ont été proposées. Délaissant la vapeur d'eau et les nuages de baryum, les scientifiques projettent de créer des aurores avec des faisceaux d'électrons à partir de satellites. Ces faisceaux pourront également être utilisés pour étudier les lignes de force qui relient les deux pôles. Une autre série d'expériences fera appel à la navette spatiale pour remorquer des instruments à travers l'ionosphère en vue de mesurer les effets du plasma solaire et d'étudier la dynamique des champs magnétiques. Les données recueillies permettront une meilleure compréhension de l'environnement de la Terre et la mise au point de moyens de protection pour les satellites et les astronautes et faciliteront la recherche de nouvelles ressources terrestres. ☾



John Bianchi



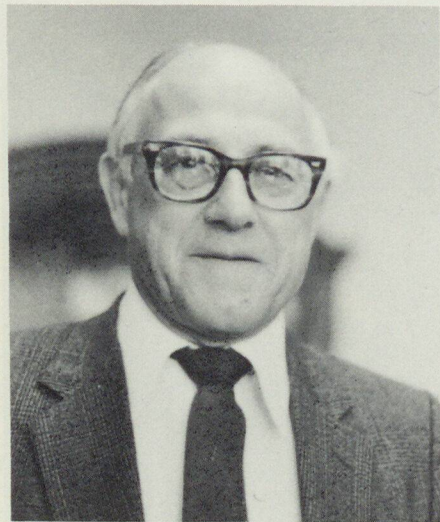
Don MacMillan

Des fusées Black Brant, fabriquées au Canada par Bristol Aerospace, de Winnipeg, emportent des charges expérimentales dans l'ionosphère.

Le microscope

Une nouvelle microscopie

par Claude de Launière



Louise Peland

G.W. Farnell

"Cet instrument est appelé à être utilisé dans un grand nombre de domaines dont certains ne sont probablement même pas envisagés aujourd'hui."

"Nous agissons un peu comme démonstrateurs et conseillers auprès des spécialistes qui viendront essayer ce nouvel outil d'exploration." L'instrument dont parle G.W. Farnell, ingénieur et doyen du Département de génie électrique de l'Université McGill, est un microscope d'un tout nouveau genre, unique au Canada: un appareil qui permet d'étudier la matière à l'échelle microscopique avec des ondes acoustiques. Les visiteurs qui viendront passer quelque temps dans le laboratoire avec M. Farnell et C.K. Jen, de l'Institut de génie des matériaux (IGM), appartiennent à des domaines aussi variés que la biologie, la micro-électronique, la médecine, la chimie, etc. Ils devront tenter d'évaluer si les images qu'ils obtiendront à l'aide du nouveau microscope contiennent des informations nouvelles et utiles. Ce microscope, né de la collaboration de l'IGM avec les Universités McGill et de Sherbrooke, fait partie d'un programme général de l'IGM visant à étudier de nouvelles techniques d'observation des matériaux de façon non destructive.

Il peut sembler à première vue paradoxal que des sons, ces vibrations mécaniques que les atomes transmettent de proche en proche, puissent servir à former une image. On verrait plutôt des ondes électromagnétiques, dans le domaine de l'infrarouge, de la lumière ou des rayons X. Pourtant, la technologie moderne offre plusieurs exemples d'utilisation des ultrasons. Et il ne s'agit pas d'application aux communications mais bien à l'imagerie acoustique. Par exemple, aujourd'hui l'échographie est devenue un examen de routine dans les hôpitaux. Les ultrasons permettent d'observer le fœtus vivant dans l'utérus ou d'examiner des organes déficients. La caméra ultrasonique autorise l'examen des fonds océaniques ou la recherche d'une épave. Mais ces applications se limitent à l'échelle macroscopique.

Avec l'arrivée de la microscopie acoustique, une nouvelle carrière débute pour les ultrasons: l'investigation de l'infiniment petit. La technique en est encore qu'à ses premiers balbutiements, les chercheurs peu nombreux, mais elle

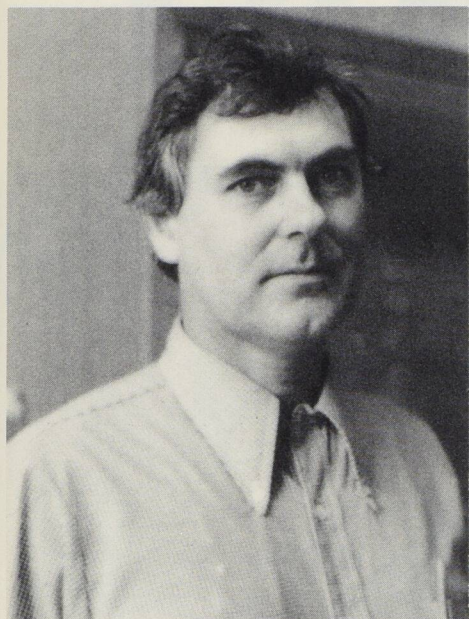
semble pleine de promesses. En plus de l'équipe canadienne, on ne compte que quelques chercheurs en France, au Japon, en Angleterre et aux États-Unis. "On peut réellement parler sinon d'un cercle fermé, du moins d'un groupe très restreint de chercheurs de la communauté scientifique internationale qui s'intéresse au sujet", affirme Mario Poirier, maintenant professeur au Département de physique de l'Université de Sherbrooke. Il a travaillé, à titre d'agent de recherches de l'Institut de génie des matériaux, avec l'équipe de J.D.N. Cheeke du laboratoire d'ultrasons et de basses températures de l'Université de Sherbrooke, à la construction du microscope acoustique de l'IGM maintenant à l'Université McGill de Montréal.

Ce qu'il y a de nouveau dans cette application des ultrasons à l'imagerie acoustique, c'est que les fréquences utilisées atteignent des sommets encore jamais égalés, de l'ordre de quelques centaines de mégahertz (million de cycles/seconde). Or, qui dit fréquence élevée dit longueur d'onde petite. Et plus cette longueur d'onde est petite, meilleure est la résolution. Il n'est donc pas étonnant qu'à une fréquence de 850 MHz l'image acoustique présente une qualité proche de sa contrepartie optique. À cette fréquence, les ondes acoustiques qui vont "frapper" l'échantillon sont réfléchies, transformées en impulsions électriques et traitées électroniquement, donnant une image dont la résolution est de 1,5 micromètres (millionième de mètre) comparativement à 0,5 micromètre pour la microscopie optique.

La qualité de l'image acoustique se rapproche de celle de l'image optique. Voilà qui est fort bien, mais qu'apporte-t-elle de plus? En fait, la question n'est pas encore totalement résolue. C'est d'ailleurs pour cette raison que l'équipe IGM-McGill présentera le microscope fabriqué à l'Université de Sherbrooke à de nombreux scientifiques oeuvrant dans des domaines variés. Toutefois, on peut déjà affirmer que la microscopie acoustique présente des informations différentes de la microscopie optique. "Ce qu'on observe, ce sont les propriétés acoustiques de l'échantillon... des pro-

acoustique





Louise Teland

Le Dr J.D.N. Cheeke, de l'Université de Sherbrooke, explorant le microcosme avec des ultrasons.

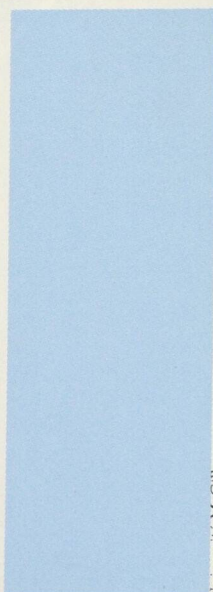
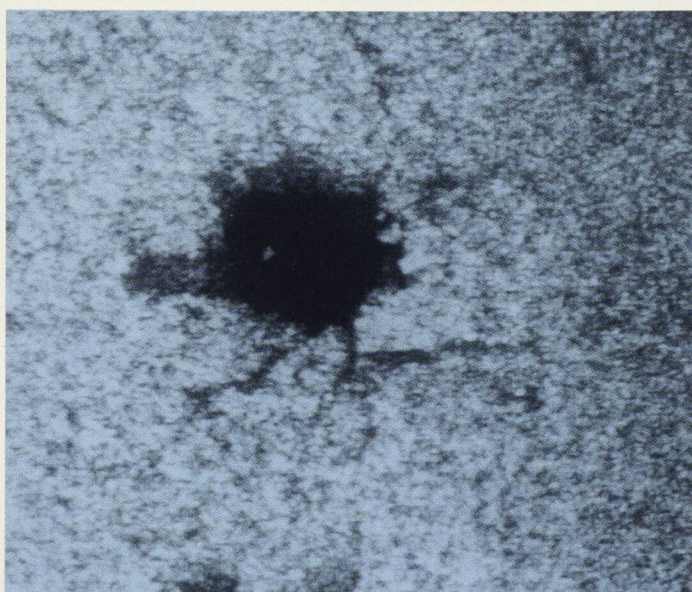
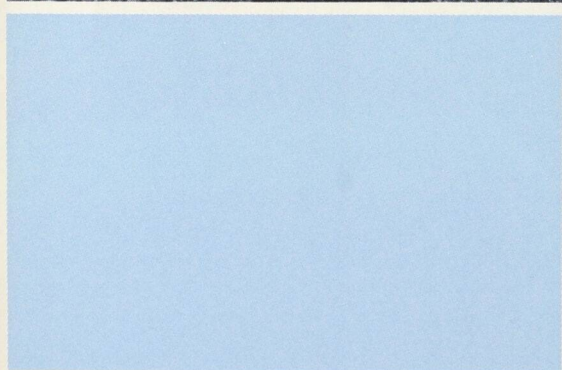
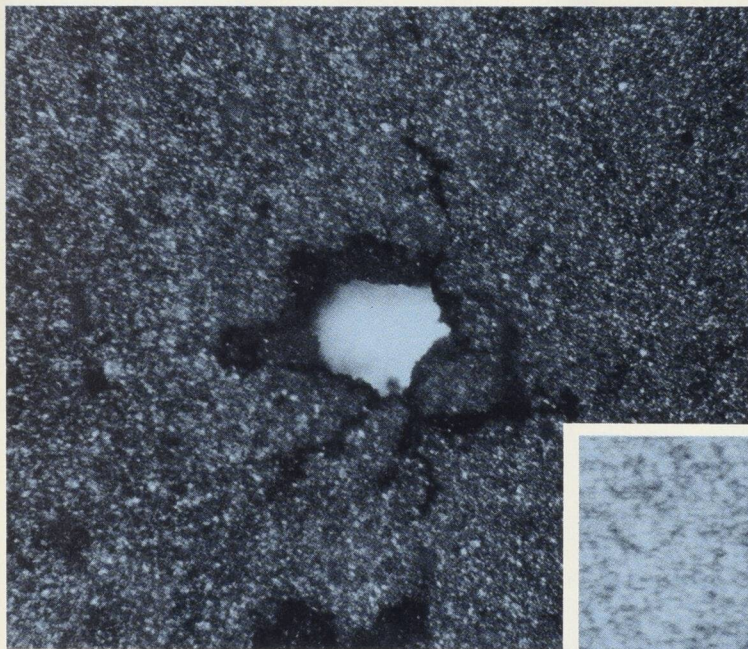
priétés qui recèlent des données qu'il faut interpréter." Pour le physicien Mario Poirier, dans ces images se cachent des informations sur les constantes qui renferment à leur tour beaucoup d'informations, dont la vitesse des ondes dans les matériaux, les forces interatomiques et l'atténuation des ondes acoustiques, données qui permettent de mesurer certains paramètres.

De façon moins théorique, l'acier, par exemple, observé optiquement, présente une surface uniforme. En fait, cette surface est constituée d'une myriade de cristaux de grains cimentés ensemble. La microscopie acoustique permet de déterminer l'orientation de ces cristaux. Un autre exemple: il est possible en utilisant l'approche acoustique d'observer la densité et l'orientation des fibres à l'intérieur du plastique renforcé.

Mais l'exploration de la matière avec les ondes acoustiques ne s'arrête pas à la surface de l'échantillon. Les ultrasons qui frappent la matière, tant organique qu'inorganique, subissent une atténuation. Elle est toutefois suffisamment faible pour qu'ils puissent malgré tout pénétrer la matière sur une profondeur de plusieurs micromètres. Il est donc possible, en changeant la profondeur de foca-

lisation, d'obtenir des images en coupe de l'intérieur de l'échantillon. Selon M. Poirier, cette dernière possibilité devrait trouver de nombreuses applications en micro-électronique. "Il est très difficile de déceler optiquement les raisons du mauvais fonctionnement d'un microcircuit." De fait, il pourrait s'agir, par exemple, de mauvais contacts entre les différentes couches superposées, des défauts que la microscopie optique, cantonnée à l'observation de surface, ne peut mettre en évidence. Il y a bien les rayons X, mais ils ne donnent aucune information sur la forme des imperfections. Cette capacité d'explorer un

Le microscope acoustique de conception canadienne offre des avantages que n'ont pas les modèles précédents. Comparaison d'une photomicrographie optique (à gauche) avec trois vues d'un matériau céramique comportant un trou de 100 m de diamètre. L'image du milieu a été obtenue avec un microscope acoustique mis au point à l'Université Stanford et actuellement utilisé par l'Université de Sherbrooke qui l'a construit. Bien qu'ayant une résolution inférieure, l'instrument canadien (à droite) a permis de déceler deux fissures transversales qui n'apparaissent pas dans les autres images.





John Bianchi

échantillon en profondeur offre également la possibilité de mesurer l'épaisseur d'un semiconducteur ou d'un mince film de métal et de vérifier son adhésion au substrat. À l'IGM, on estime que l'appareil sera très utile dans l'étude des revêtements. Enfin, en plus de l'image, il existe la "signature". Il s'agit d'une donnée graphique que l'on obtient en focalisant sur un point et en pénétrant lentement à l'intérieur du matériau. Elle permet d'identifier le matériau et de déterminer les parties qui ont subi des transformations.

Théoriquement, il ne semble pas y avoir de limite à la résolution d'un tel microscope; il suffit d'augmenter la fréquence. En fait, le liquide de couplage entre la lentille et l'objet étudié atténue le signal. Plus la fréquence est élevée et plus la perte d'énergie des ondes acoustiques est grande. Dans l'eau, milieu utilisé par les chercheurs canadiens, l'atténuation croît comme le carré de la fréquence. À la limite, le signal réfléchi devient indiscernable du bruit de fond de l'appareillage électronique.

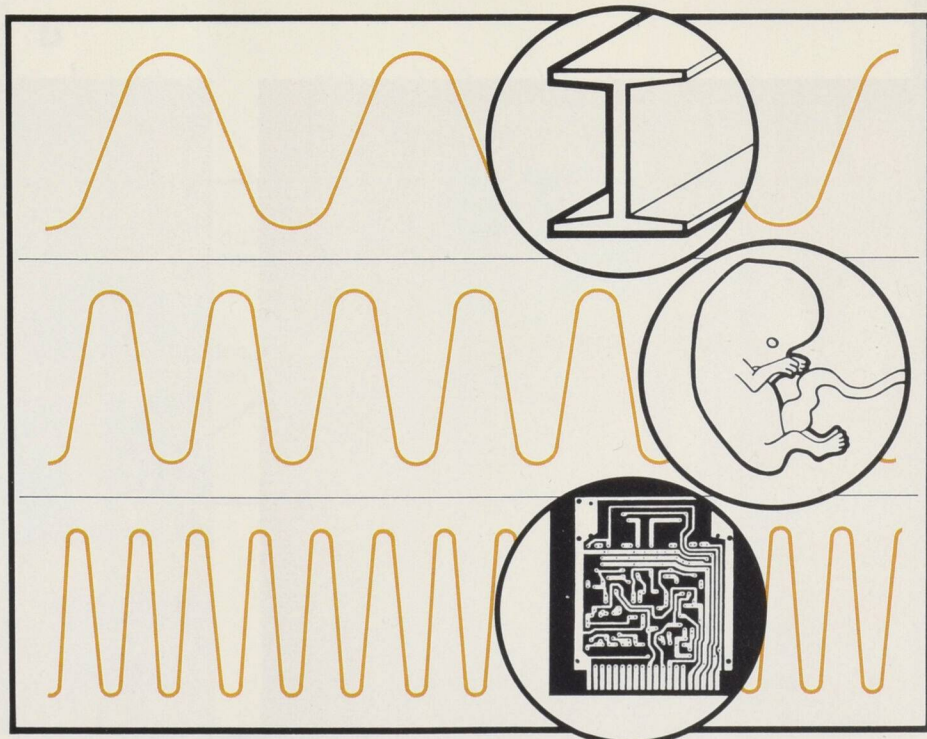
Deux solutions existent pour contre-carrer cet effet limitateur: on peut réduire le trajet des ondes acoustiques dans l'eau avec, comme corollaire, l'obligation de réduire les dimensions de la lentille. Par exemple, avec un signal à 450 MHz, la lentille proprement dite du microscope canadien n'atteint qu'un

maigre diamètre d'un peu moins de un millimètre. Une deuxième solution consisterait à choisir un milieu de propagation présentant une atténuation moindre. C'est l'approche qu'a choisie l'équipe américaine de l'Université Stanford, les pionniers dans le domaine

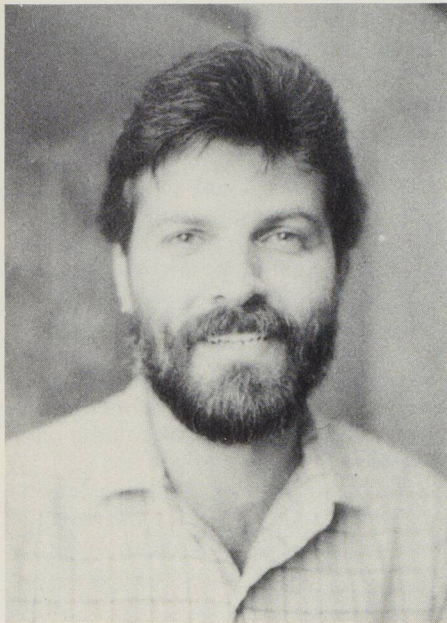
de la microscopie acoustique. Ils ont opté pour de l'hélium liquide, un milieu de propagation qui leur a permis de générer une onde acoustique de 3 GHz (milliard de cycles/seconde) et d'atteindre une résolution de 0,3 micromètre, soit l'équivalent de la résolution du microscope optique. Ce choix nécessite cependant l'installation d'un système cryogénique important pour maintenir une température constante voisine de -273°C . À l'Université de Sherbrooke, le groupe du professeur Cheeke travaille présentement à la construction d'un deuxième microscope acoustique expérimental qui utilisera de l'hélium liquide comme celui de l'équipe américaine.

Selon Mario Poirier, à des résolutions équivalentes à celle de la microscopie optique, l'instrument devient plus inté-

Les ultrasons sont utilisés dans l'industrie et en médecine depuis de nombreuses années. C'est dans l'inspection de la qualité des métaux, où leur utilisation s'est avérée moins coûteuse et presque aussi fiable que les techniques faisant appel aux rayons X, qu'ils ont trouvé leurs premières applications. La production de fréquences plus élevées a permis leur utilisation en médecine pour diagnostiquer les tumeurs et examiner le fœtus. Les microscopes ultrasoniques actuellement mis au point seront employés pour analyser l'infini détail d'un certain nombre de choses parmi lesquelles figurent les circuits électroniques.



Carisse Graphic Design Ltd.



Louise Pelland

Mario Poirier

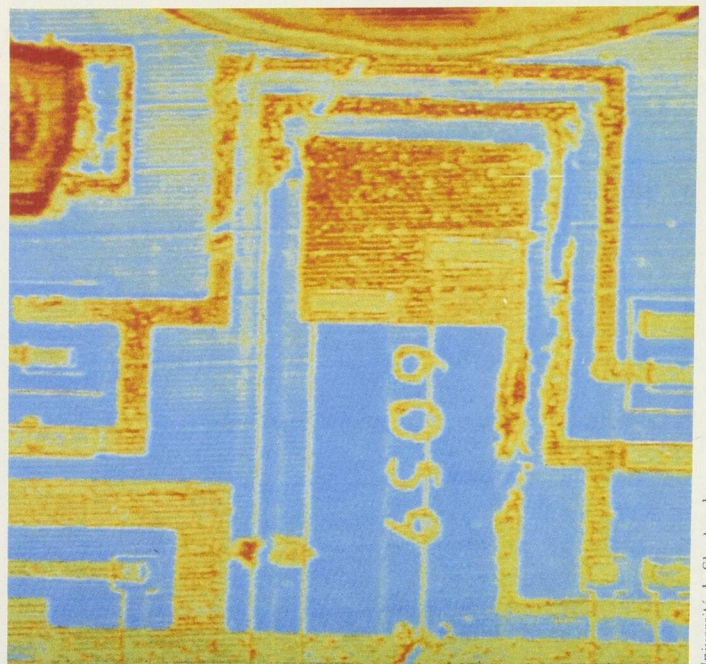
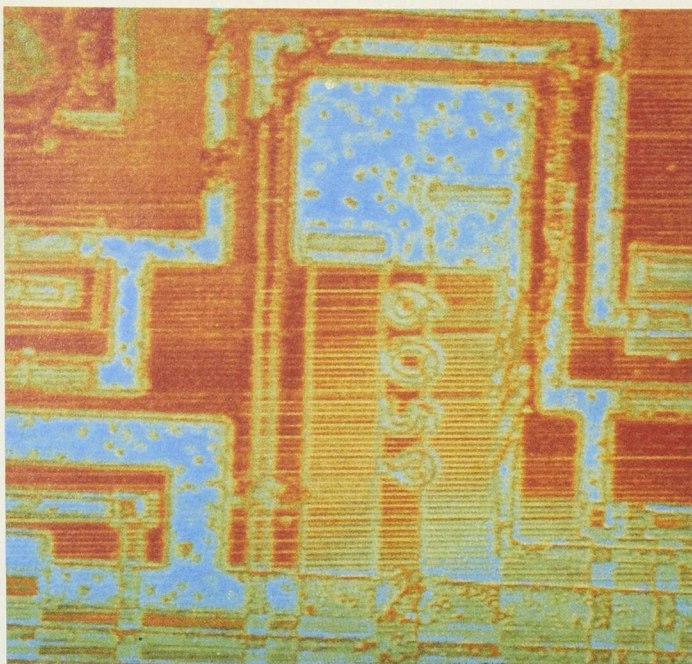
**“Grâce aux ultrasons
le regard des chercheurs
peut pénétrer à
l’intérieur des matériaux.”**

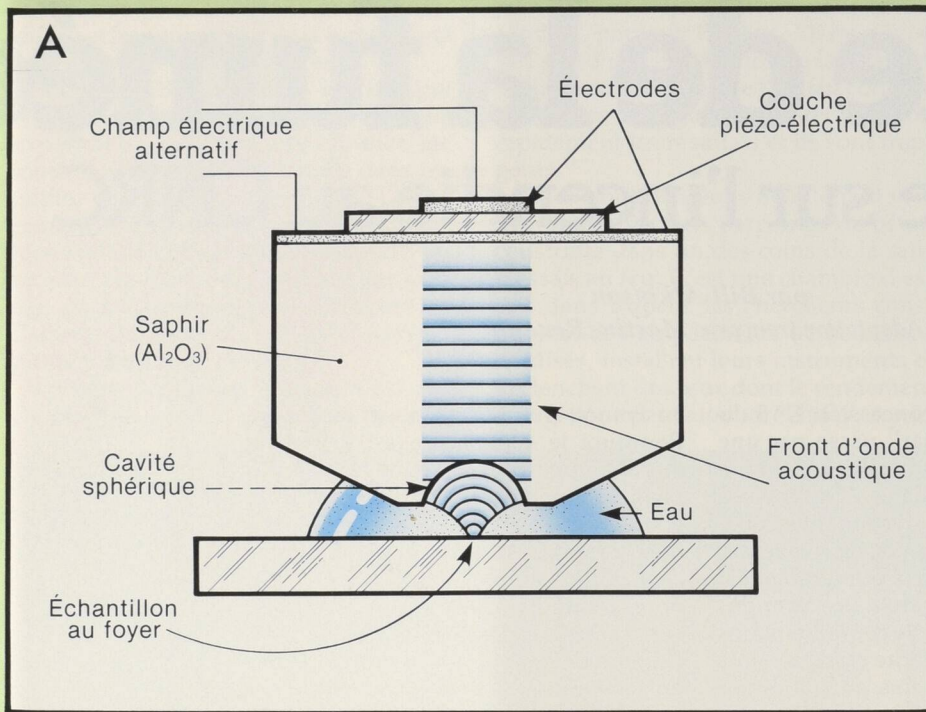
ressant pour des applications en biologie et en médecine. De fait, les chercheurs américains ont pu, en examinant des échantillons biologiques, réaliser des images à haut contraste sans avoir à recourir à des colorants. Le directeur du groupe, Calvin F. Quate, pense pouvoir obtenir des informations nouvelles sur les cellules et notamment étudier les processus contractiles impliqués dans le mouvement et la croissance des cellules. En fait, le contraste de l'image acoustique dépend de tellement de propriétés de l'objet observé (la densité, la viscosité et l'élasticité), qu'il serait étonnant qu'elle ne contienne sinon plus, du moins autant d'informations sur les tissus vivants que l'image optique qui ne dépend que de l'indice de réfraction de l'objet.

Il existe sûrement une limite aux possibilités de la microscopie acoustique, mais à en juger par l'enthousiasme des chercheurs, elle semble encore loin.

Ce nouvel outil d'exploration du monde microscopique trouvera-t-il sa place dans les laboratoires et les industries; deviendra-t-il un instrument complémentaire de la microscopie optique, électronique et par rayons X? Sourire aux lèvres, M. Farnell avoue ne pouvoir répondre avec certitude tout en ajoutant que plusieurs indices semblent indiquer qu'il connaîtra un brillant avenir. “La microscopie acoustique se retrouve aujourd'hui un peu dans la même situation que le laser dans les années soixante: l'appareil était merveilleux mais on n'en voyait pas d'applications pratiques ailleurs que dans les laboratoires de physique...” ☾

Le microscope acoustique est appelé à être utilisé pour le contrôle de la qualité dans l'industrie électronique du fait qu'il peut détecter les défauts qui échappent à d'autres instruments. Ces images en fausses couleurs (en haut) représentent une partie d'un circuit à la surface d'une microplaquette électronique et (ci-dessous) son substrat de silicium. La teinte bleue identifie le niveau de mise au point de chaque image. En comparant les images un inspecteur peut localiser avec précision les défauts de la microplaquette. (Grossissement X 170)





Carisse Graphic Design Ltd.

De drôles de lentilles

Un microscope acoustique, c'est avant tout une montagne d'appareils électroniques: des instruments qui vont du générateur d'impulsions au récepteur en passant par le système d'acquisition de données. À cette quincaillerie électronique s'ajoute le coeur du système, une lentille étonnamment simple qui permet d'observer le monde microscopique avec un oeil nouveau.

Jusqu'à présent, deux types de lentille ont été mis au point. Le premier, celui utilisé pour le microscope construit à l'Université de Sherbrooke en collaboration avec l'IGM, est une réalisation du groupe américain de l'Université Stanford. Son fonctionnement tire avantage de la complexité des lentilles optiques. Il s'agit premièrement de transformer les signaux électriques produits par le générateur d'impulsions en ondes acoustiques. Pour ce faire, on utilise un mince film de cristaux piézo-électriques, en fait de l'oxyde de zinc (ZnO). Lorsque l'on applique un champ électrique fluctuant, ces cristaux se compriment et se dilatent au rythme des changements de polarité du champ électrique. Cette danse électrique génère des ondes acoustiques planes qui se propagent dans un saphir (Al_2O_3) jusqu'à une cavité parfaitement sphérique, la lentille proprement dite. Sur cette paroi sphérique, la majorité des ondes sont réfléchies, quelques-unes seulement traversent la surface et se propagent dans l'eau où elles sont focalisées en un point, le foyer: une surface dont les

dimensions correspondent à la résolution de l'appareil. Ces ondes sont alors réfléchies et elles exécutent le parcours inverse. Résultat: l'information concernant cette petite surface (quelques microns) se retrouve emmagasinée en mémoire. Évidemment, un balayage mécanique et électrique permet de déplacer le faisceau ultrasonore focalisé sur tout l'échantillon, soit sur 512 lignes comprenant chacune 512 points. Une fois le balayage terminé, le système de traitement des données resti-

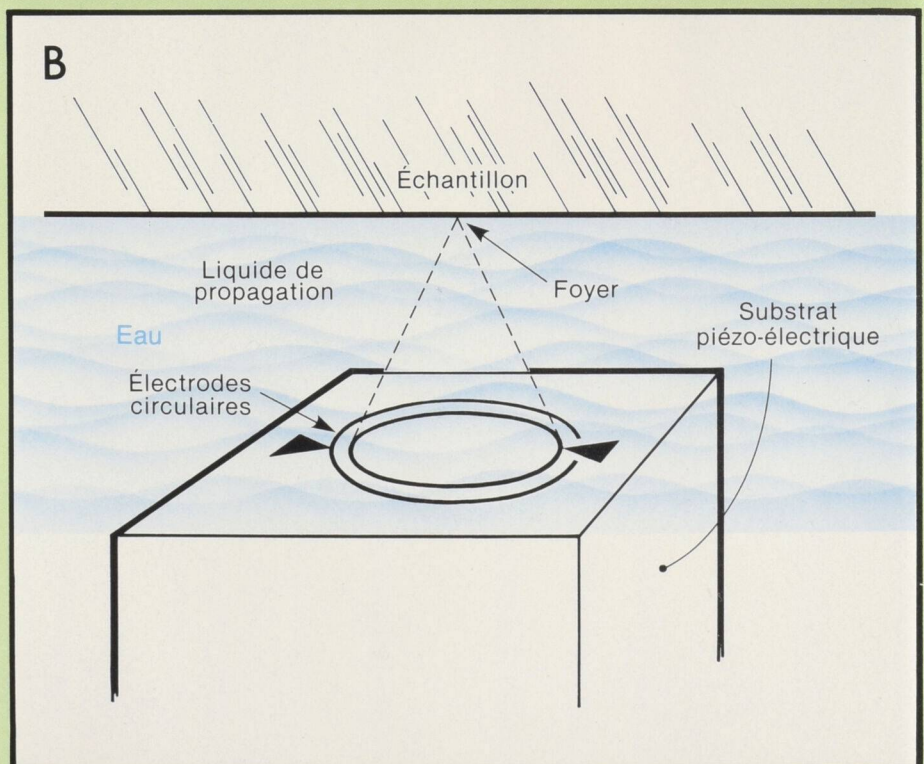
tue l'information accumulée sous forme d'une image sur un écran de télévision.

Le deuxième type de lentille, dû à l'équipe du professeur Farnell de l'Université McGill, est d'une simplicité encore plus désarmante. Son fonctionnement nécessite, à peu de chose près, le même équipement périphérique. Il est toutefois très différent de la lentille américaine.

Le premier prototype de lentille, construit au Département de génie électrique, est constitué de deux électrodes semicirculaires placées à l'interface entre la couche piézo-électrique et le milieu de propagation, se transformant en ondes de compression qui convergent vers un point unique, le foyer.

Cette lentille a l'avantage d'être simple à fabriquer. Les électrodes, des bandes d'aluminium ou d'or, sont obtenues par un procédé bien connu dans l'industrie de la micro-électronique: la photolithographie. De plus, cette méthode de conception autorise la fabrication de lentilles de configurations géométriques très variées pour répondre à des applications spéciales.

Une seule ombre au tableau: jusqu'à présent il n'a pas été possible d'utiliser une fréquence supérieure à 150 MHz avec, comme conséquence, une résolution relativement faible (environ 8 micromètres). Mais, M. Farnell et M. Jen espèrent pouvoir améliorer la résolution de façon appréciable en produisant une lentille de meilleure qualité.



Carisse Graphic Design Ltd.

Pas que de la fumée

Recherche sur l'incendie au CNRC

par Bill Atkinson

Adaptation française: Martine Renault

Le chemin de concession N° 8 du comté de Lanark passe par une ferme inhabituelle à 5 km à l'ouest d'Almonte, dans l'Ontario. À l'instar des propriétés avoisinantes, on y trouve du foin, des boeufs, de la luzerne, une grange et un silo. Cette grange est toutefois bien différente des granges classiques du fait qu'elle coûte 3 millions de dollars et qu'elle abrite quelques-uns des instruments les plus perfectionnés du monde. Le "silo" est encore plus bizarre: il s'agit en réalité d'une tour en béton de dix étages reliée à un édifice de servitude ne comportant qu'un seul niveau. Nous n'avons donc pas là une ferme ordinaire mais la Station de recherche sur la prévention des incendies dont la construction a été achevée au cours de l'automne 1981 et qui fait partie de la Division des recherches en bâtiment du CNRC.

Il n'existe que quelques autres installations du même genre dans le monde, plus précisément en Grande-Bretagne,

en France, aux États-Unis et au Japon. Pourquoi le Canada en a-t-il une lui aussi? "Parce que le Canada est l'un des pays du monde occidental où l'on enregistre le plus grand nombre d'incendies", répond le Dr Alan M. Phillips, chef de la station. "Pour l'année 1981, nous avons eu 79 000 incendies qui se sont soldés par des dégâts directs approchant le milliard de dollars et des pertes de temps et des frais de réinstallation représentant quatre fois ce montant. La probabilité qu'un Canadien subisse des blessures occasionnées par le feu au cours de son existence est de une sur cent et, de ce fait, supérieure au risque d'être victime d'un accident de la circulation."

Phillips explique que la grange est la "salle d'essais au feu" tandis que la construction adjacente est la "tour expérimentale". Dans la vaste salle d'essais au feu, les scientifiques du CNRC examinent spécifiquement le comportement des feux tandis que la tour expérimentale

est utilisée pour étudier la propagation du feu et le mouvement de la fumée dans les édifices de grande hauteur.

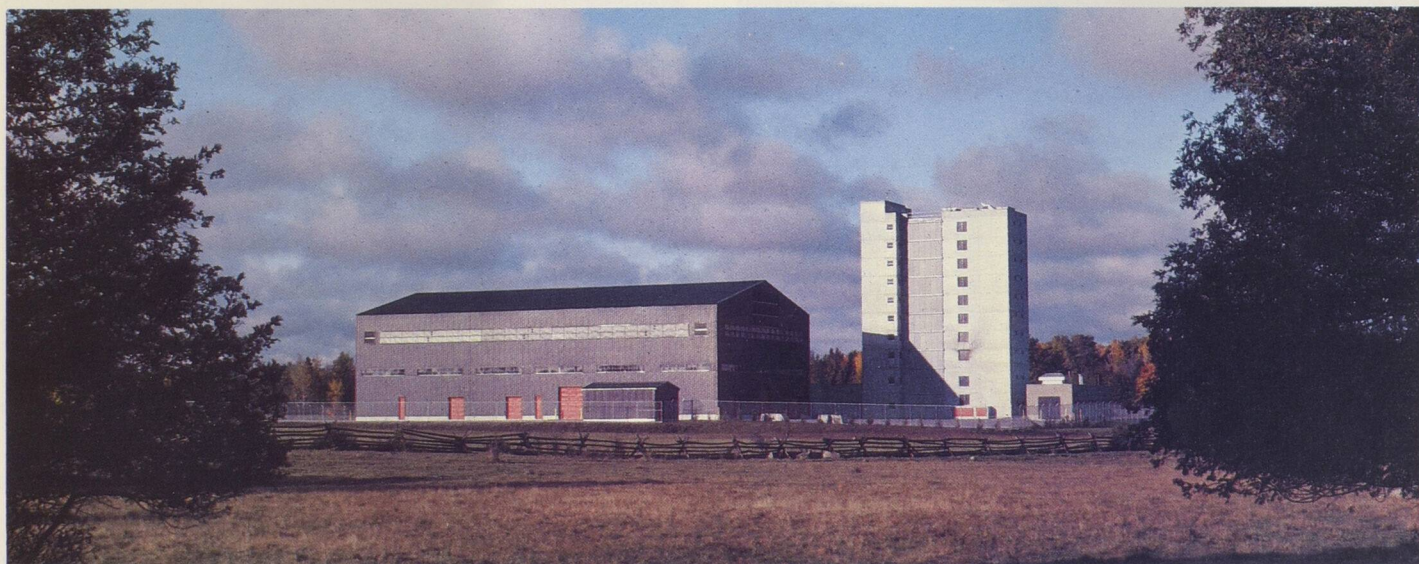
Bien que chaque étage n'offre que 36 m² de surface pour les essais, la tour expérimentale permet de simuler les mouvements d'air et de fumée dans un édifice de dimensions normales. Le parement extérieur de la tour peut être enlevé et remplacé par d'autres façades où on peut effectuer des essais sur des saillies spéciales prévues pour empêcher les flammes de passer d'un étage à l'autre en partant d'un mur extérieur.

La salle d'essais au feu, qui n'est pas chauffée et qui peut comporter des ma-

viendrai toujours de mon premier incendie", poursuit Phillips. "Il ne s'agissait pas d'une expérience de laboratoire ordinaire où tout ce que l'on fait consiste à regarder les aiguilles s'agiter. On voit rapidement les résultats et ils sont frappants."

Nous nous dirigeons maintenant vers une petite pièce en parpaings de béton construite dans un des coins de la salle d'essais au feu. C'est une chambre d'essais dans laquelle les chercheurs construisent des empilements de bois standardisés, installent leurs instruments et déclenchent des feux dont le rendement énergétique peut atteindre 3 MW. Après

La station de recherche sur la prévention des incendies de la Division des recherches en bâtiment du CNRC à Almonte. Ci-dessous: le Dr Alan Phillips.



CNRC

quettes de pièces d'appartements et d'hôpitaux, d'habitations à deux niveaux et même de centres d'achats, permet d'étudier un incendie à l'échelle réelle et sous n'importe quelle condition météorologique. Les chercheurs peuvent aussi la mettre en communication avec la tour, au niveau du sol, pour étudier des ensembles urbains complexes.

Pourquoi tout ceci est-il nécessaire? "Parce que", répond Phillips, "certaines techniques actuelles de construction peuvent se fonder sur des hypothèses non vérifiées. C'est ainsi qu'il est arrivé que les détecteurs de fumée n'aient donné l'alarme que lorsque les occupants étaient déjà inconscients ou dans l'impossibilité de quitter les lieux. Nous ne comprenons pas encore tout à fait comment la fumée se comporte dans les édifices. C'est une des raisons pour lesquelles nous avons construit cette station."

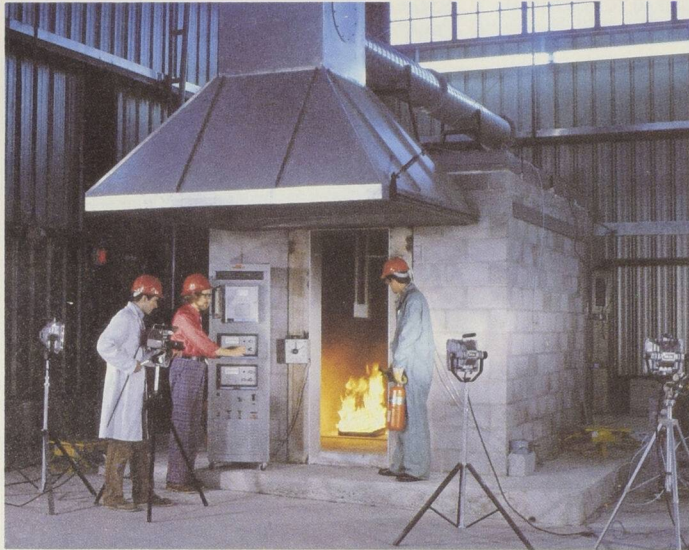
De prime abord, tout ici paraît aussi calme que dans n'importe quel autre établissement de recherche, l'intérêt suscité se situant purement au niveau intellectuel. Cependant, on devient graduellement conscient de l'effet visuel qu'ont les essais, opinion que partagent les membres du personnel. "Je me sou-



Jessica Phillips

achèvement d'une série d'essais la semaine précédente, la petite pièce noircie par la feu est aujourd'hui vide.

"Lorsque le CNRC entreprit ce genre d'investigations", précise Phillips, "nous ne disposions que d'une série de bandes d'enregistrement pour en suivre le déroulement. Les variables comme, par exemple, la pression en fonction du temps, étaient relevées sur une bande de papier à l'aide d'une plume fixée à l'extrémité d'un bras métallique. Une fois l'expérience terminée, il suffisait de dé-



George Crampton

rouler le papier et de lire les données. L'instrumentation a été considérablement améliorée depuis."

Les caractéristiques les plus intéressantes des anciens enregistrements graphiques sont maintenant incorporées dans les énumérations informatisées présentées sur écran en couleur et en temps réel. Assis au pupitre de commande d'un ordinateur dans une cabine de contrôle située à proximité de la salle d'essais, Phillips et un technicien ordonnent à leur "génie" numérique de rappeler les résultats antérieurs, de les superposer aux nouveaux et de les combiner pour déterminer les tendances et les caractéristiques. C'est une présentation fascinante. Cette nouvelle méthode convertit en numérique des données aussi physiquement rapprochées que

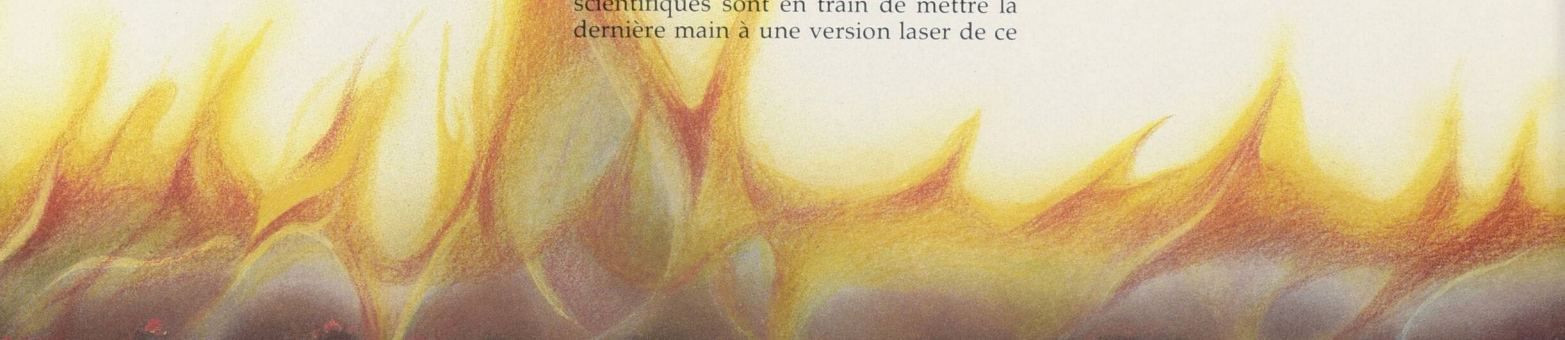
possible de l'expérience en cours, convertissant les sorties analogiques du capteur en bits de langage machine; les ordinateurs peuvent ainsi traiter de près ou de loin l'information dès qu'elle est produite.

Selon Phillips, montrant le câble aérien qui achemine les nouvelles données vers l'unité de traitement, "la conversion en numérique permet d'obtenir un signal plus clair et nous perdons beaucoup moins de signaux au cours de la transmission".

Les ordinateurs d'Almonte traitent jusqu'à 200 canaux de capteurs à la fois au cours de l'essai. Mais que lisent donc tous ces capteurs? "La pression et la température à chaque point-clé, les variations de vitesse de l'air qui alimente les flammes et des produits de combustion qui s'en échappent. Il y a un capteur de densité de fumée, qui fonctionne selon le même principe que certains détecteurs de fumée domestiques; nos scientifiques sont en train de mettre la dernière main à une version laser de ce

En haut: L'appareil du CNRC d'essai au feu des toits. Il a récemment permis de traiter des bardeaux fabriqués en Colombie-Britannique avec des retardateurs de flamme et d'augmenter ainsi leur rentabilité sur les marchés américains. À gauche: La "salle d'essais au feu" des nouvelles installations de recherche sur la prévention des incendies du CNRC est assez grande pour contenir des maquettes d'appartements et de chambres d'hôpital. On voit ici un essai au feu dans une petite structure intérieure en blocs de béton. À droite: On met un terme à un essai au feu.

dispositif. Il y a ensuite les analyseurs de gaz." Ils donnent une analyse en temps réel des gaz de combustion au cours de la progression d'un incendie et ils en donnent une autre extrêmement précise à partir d'échantillons dans un autre laboratoire.



Qu'arrive-t-il si on perd le contrôle d'un incendie expérimental? Il est peu probable que cela arrive lors d'une expérience contrôlée mais les installations d'Almonte étant toutefois éloignées de toute caserne de pompiers municipale, on les a dotées d'une panoplie complète d'appareils de lutte contre le feu. Les boyaux sont alimentés avec de l'eau provenant d'un réservoir situé sous la salle d'essais et que l'on recycle pour ne pas surcharger l'écosystème local. Par ailleurs, les ventilateurs qui ont été installés dans les coins de la salle (quatre au total) permettent, lorsqu'ils fonctionnent ensemble, l'évacuation vers l'extérieur de 3 500 m³ de fumée par minute. On a décidé d'orienter la totalité de l'édifice NO-SE pour que le vent dominant facilite l'évacuation de la fumée.

Près de la petite pièce en parpaings se trouve un dispositif d'aspect étrange qui fait penser à une section de toit classique. "Il s'agit de notre appareil d'essais pour les toits", explique Phillips. "Nombre d'incendies se propagent parce que des brandons vont enflammer les toits d'autres bâtiments. Nous avons juste terminé d'installer cet appareil lorsque la Californie, qui achète la plupart des bardeaux de cèdre de la Colombie-Britannique, a imposé de nouvelles limites d'inflammabilité pour les matériaux destinés aux toitures neuves. Les compagnies canadiennes auraient pu aussi bien satisfaire à ces nouvelles normes en envoyant leur produit non traité pour imprégnation chimique aux États-Unis, mais elles ont préféré mettre au point leur propre techniques inédites d'inhibition des flammes et gardent ainsi cette source de revenus au Canada. Ici nous pouvons essayer l'efficacité de ces nouveaux produits."

Le site des installations, qui se trouve assez éloigné du principal complexe du CNRC à Ottawa, a été choisi parce que la fumée produite lors de certains essais aurait été inadmissible en ville. Malgré leur isolement relatif, Alan Phillips pense qu'elles font tout de même partie intégrante de la section de recherche sur la prévention des incendies de la division. La section étudie les effets du feu sur les bâtiments depuis trente ans et les leçons qu'elle apprend grâce aux installations de classe internationale d'Almonte devraient éventuellement conduire à une réduction au Canada des pertes en vies humaines et des dommages matériels dus au feu. ☾

John Bianchi

DÉCOUPEZ

1983/5

ORDER FORM

FORMULAIRE D'ABONNEMENT

☐	I wish to receive Science Dimension in English	☐	Je préfère recevoir Dimension Science en français
☐	Name, address printed wrongly — corrected below	☐	Nom adresse comportant une erreur — correction ci-dessous
☐	Mailing label is a duplicate — please delete from list	☐	L'adresse est un duplicata — Rayez-la de la liste
☐	Name below should replace that shown on label	☐	Remplacez le nom figurant dans l'adresse par celui indiqué ci-dessous
Discontinue sending: ☐ all publications ☐ this publication		Ne plus envoyer vos publications ☐ cette publication ☐	

NAME / NOM

TITLE / TITRE

ORGANIZATION / ORGANISME

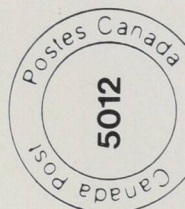
STREET / RUE

CITY / VILLE

PROVINCE

POSTAL CODE

POSTAL COUNTRY/PAYS



**Correspondance-
réponse d'affaires**

Se poste
sans timbre
au Canada

Le port sera payé par

Conseil national de recherches
Canada

**OTTAWA
CANADA
K1A 9Z9**

SCOLLER ICI

Canada

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