

SCIENCE DIMENSION

1978/6

SER
Q1
S4155
V10 #6
978. ●

CANADA INSTITUTE FOR S.T.I.
SEP 8 1979
OTTAWA
INSTITUT CANADIEN DE L'I.S.T.

MICROCOSMS/MICROCOSMES

SCIENCE DIMENSION



National Research
Council Canada

Conseil national
de recherches Canada

Vol. 10, No. 6, 1978

ISSN 0036-830X

Indexed in the Canadian Periodical Index

CONTENTS

-
- 4 Scanning electron microscope**
Images of an intricate, miniature world
-
- 8 Scanning the sun**
Solar observatory catches flare
-
- 12 Rideau Falls renewable energy exhibit**
Solar collectors, windmills and more
-
- 16 Fusion research**
Star power
-
- 20 Pollen cell cultures**
New horizons for the pharmaceutical industry?
-
- 25 Index 1978**
-

Cover: Growing on an otherwise smooth plate, tiny nodules of electrically-deposited copper — each less than 400 millionths of a meter in diameter — form a dazzling “tree”. In this issue we present more such vivid images of phenomena in the microcosm, all made with a Canadian-built scanning electron microscope. (Story p. 4). Photograph courtesy SEMCO Instruments Company Limited.

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

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

Recombinant DNA — guidelines Safety first

Recombinant DNA, a technique that allows the mixing of genes from different species, has lately been much on the minds of the public, politicians and scientists. A debate, similar to the one surrounding uranium fission and atomic power plants, has been fuelled by the hypothetical dangers and potential benefits of this powerful tool.

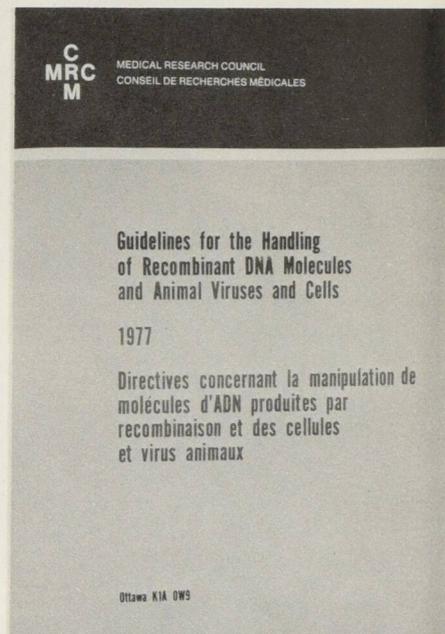
The debate, initiated by American biologists back in 1971, revolved around a crucial question. What are the possibilities of converting harmless bacteria into potentially dangerous ones by inserting new genes into the bacterial chromosome? Could the new form of the bacterium accidentally escape from the laboratory and wreak havoc on mankind?

The town of Cambridge, Massachusetts, was an early focal point of the recombinant DNA controversy. Harvard University wanted to build a special facility for conducting recombinant DNA experiments, but the local politicians, concerned about the safety of these experiments, set up a committee of lay people to study the pros and cons of the issue. Scientists, considered a vested-interest group, were excluded. After several months of briefings and discussions, the committee decided that recombinant DNA experiments were no more dangerous than many of the ongoing experiments and, if conducted with reasonable precautions, the threat to humans and the environment would be eliminated.

In America, while the legislative bodies were hammering out recombinant DNA guidelines, experiments were already being conducted across the country. In fact, it was the result of this research which proved that experiments done in proper containment facilities using suitably “crippled” bacteria (organisms incapable of surviving outside the laboratory) did not pose any real threat. Here in Canada, however, this type of research was not being done, and the Canadian science community followed the American developments closely in seeking its own guidelines for recombinant DNA research.

The Medical Research Council of Canada (a government funding agency for medically-oriented research) took the initiative of establishing an ad hoc committee to draw up guidelines for all those doing research with MRC funding. Precautions to be taken were detailed in a special report prepared by the committee consisting of MRC's

own officers, several scientists from across Canada, a professor of law, and an observer from the National Research Council of Canada. The comprehensive set of guidelines, similar to those proposed by the Americans and the British, was set out to cover all conceivable recombinant DNA experiments. Different containment facilities were recommended according to the potential hazard of the materials used. Specific guidelines were also established for handling the DNA molecules (genes) to be cloned and the vectors which transport them into the bacteria. Finally, recommendations were outlined for inactivation and safe disposal of waste biological materials. These guidelines have been endorsed by the National Research Council and other federal agencies.



Most scientists and informed non-scientists now agree that recombinant DNA research adhering to these guidelines and to common sense would not only be free of risks, but holds the promise for many exciting new developments. The production of pure human hormones, of protein factors required by haemophiliacs for blood clotting, and of non-leguminous plants that can generate their own nitrogen fertilizer, are only a few examples of the endless list of beneficial applications which could derive from this new technique. In fact, it is already being touted as one of the major biomedical discoveries of the century. □
Sadiq Hasnain

La recombinaison de l'ADN

Mesures de sécurité

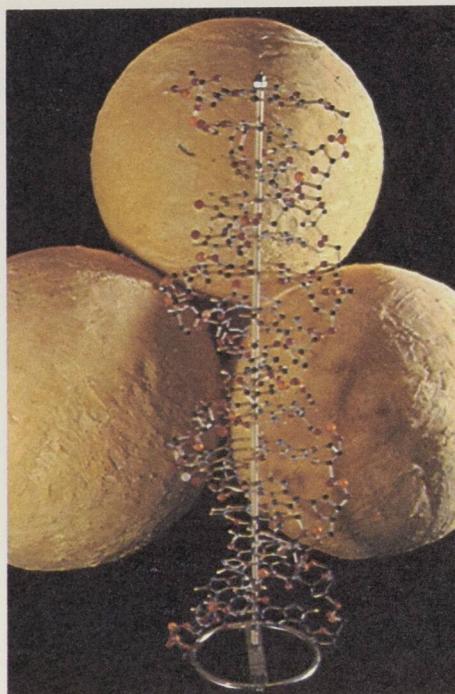
La recombinaison de l'ADN, technique qui permet d'introduire des gènes d'une espèce dans une autre, préoccupe depuis quelque temps aussi bien le public que les politiciens et les scientifiques. La polémique qui a suivi l'avènement de cette nouvelle technique a été enflammée par la mise en évidence des risques hypothétiques et des avantages potentiels que présente ce puissant outil.

La controverse déclenchée en 1971 par des biologistes américains tournait autour d'une question cruciale, à savoir: le risque de rendre pathogènes certaines bactéries en accrochant de nouveaux gènes à leur chromosome ou que les bactéries ainsi obtenues franchissent accidentellement les limites du laboratoire et entraînent des conséquences désastreuses pour l'humanité.

La ville de Cambridge, dans le Massachusetts, a été un des premiers foyers de cette controverse. Les politiciens locaux, s'inquiétant de l'intention de l'Université Harvard de construire une installation spéciale pour la réalisation d'expériences de recombinaison de l'ADN, créèrent un comité composé de profanes pour étudier la question. Après plusieurs mois d'études et de discussions, le comité conclut que ces expériences n'étaient pas plus dangereuses qu'un grand nombre d'autres expériences en cours, et que des précautions raisonnables élimineraient tout risque sérieux pour l'Homme et l'environnement.

Aux États-Unis, alors que les corps législatifs travaillaient à l'élaboration de directives concernant la recombinaison de l'ADN, on effectuait déjà des expériences un peu partout dans le pays. Et, en réalité, ce sont les résultats de ces travaux qui ont prouvé que si de telles expériences étaient réalisées dans des installations de contention appropriées et faisaient appel à des bactéries «mutilées» volontairement par des artifices génétiques et rendues incapables de se développer hors du laboratoire, elles ne présenteraient aucun danger. Au Canada, cependant, bien que l'on n'ait pas effectué de recherches dans cette branche de la génétique, les scientifiques canadiens ont suivi de près les réalisations américaines et ont décidé d'établir leurs propres directives.

Le Conseil de recherches médicales a créé un comité ad hoc chargé de rédiger des directives couvrant tous les travaux de recherche qu'il subventionne et composé de ses propres administrateurs, de scientifiques, d'un profes-



California Institute of Technology

seur de droit et d'un observateur du CNRC. Des directives très détaillées, semblables à celles que les Américains et les Britanniques ont proposées et s'appliquant à toutes les expériences de recombinaison de l'ADN, ont été établies. On a en même temps fait des recommandations quant à l'utilisation d'installations dont les niveaux de contention seraient fonction du risque présenté par le matériel utilisé. Des directives précises ont également été établies en ce qui concerne la manipulation des molécules d'ADN (gènes) et des vecteurs qui servent à les transplanter dans des bactéries. Enfin, des recommandations ont été faites quant à l'élimination des matériaux biologiques. Ces directives ont été adoptées par le CNRC et par d'autres organismes fédéraux.

La plupart des scientifiques et des profanes bien informés reconnaissent maintenant que si les chercheurs observent fidèlement ces directives et font preuve de discernement, ces travaux ne présenteront aucun danger et conduiront à des réalisations des plus intéressantes. La production d'hormones humaines pures, de facteurs antihémo-philiques, ainsi que de plantes non légumineuses pouvant subvenir à leurs propres besoins en azote, ne sont que quelques exemples des bienfaits possibles. Cette nouvelle technique est donc déjà considérée comme une des découvertes biomédicales du siècle. □
Texte français: Annie Hlavats

SCIENCE DIMENSION



Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

Vol. 10, N° 6, 1978

ISSN 0036-830X

Cité dans l'Index de périodiques canadiens

SOMMAIRE

5 Le microscope électronique à balayage

Images de la complexité d'un monde en miniature

9 Le Soleil épié

L'Observatoire solaire enregistre une éruption

13 Exposition sur les sources d'énergie renouvelables aux chutes Rideau

Bien plus que des capteurs solaires et des éoliennes

17 La fusion thermonucléaire "Énergie stellaire"

21 La culture des cellules de pollen

Nouvel espoir pour l'industrie pharmaceutique?

25 Articles 1978

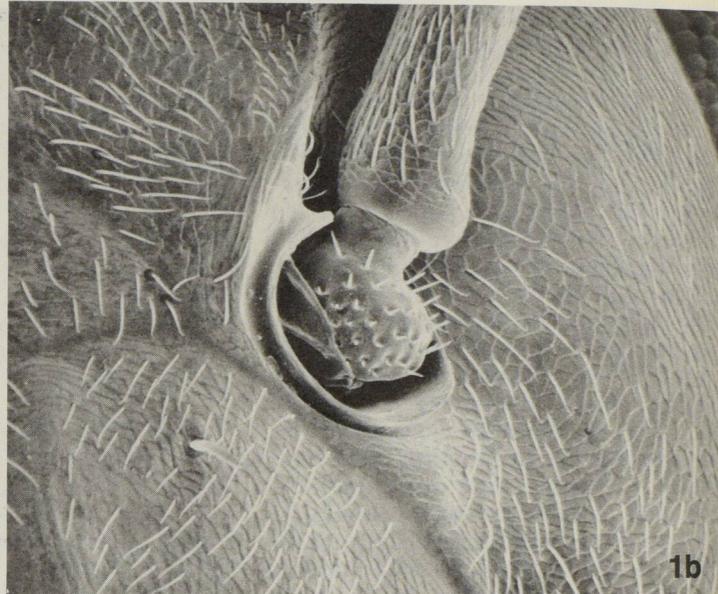
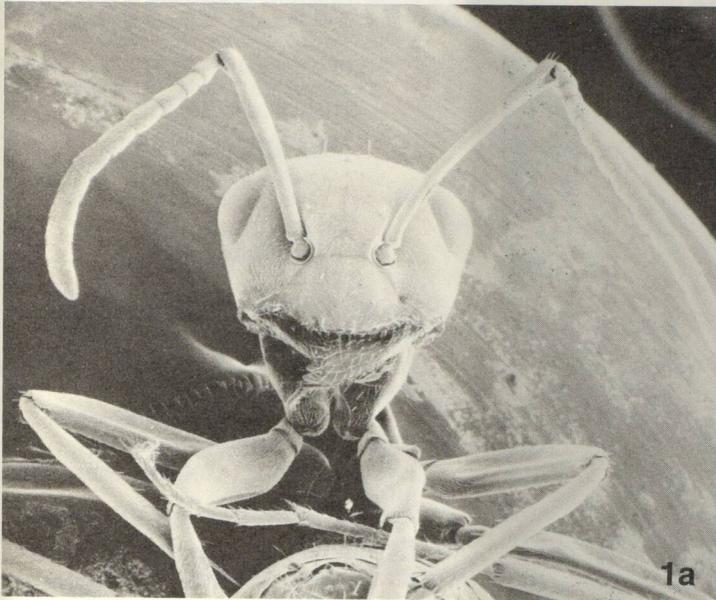
Notre couverture: De minuscules nodules de cuivre, déposés électriquement sur une lamelle et dont le diamètre est inférieur à 400 millionnièmes de mètre, forment un «arbre» éblouissant. Vous pourrez voir dans ce numéro d'autres images aussi éclatantes du microcosme, obtenues à l'aide d'un microscope électronique à balayage de fabrication canadienne (voir article p. 5). Photo de SEMCO Instruments Company Limited.

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

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

Scanning electron microscope

Small is beautiful

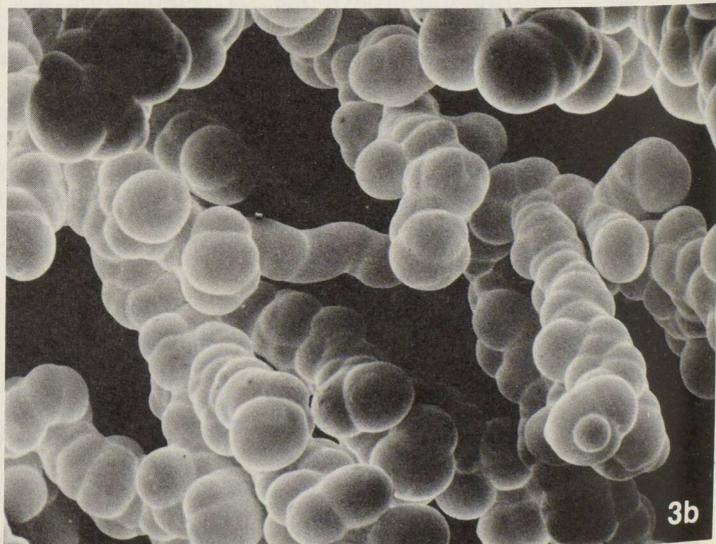
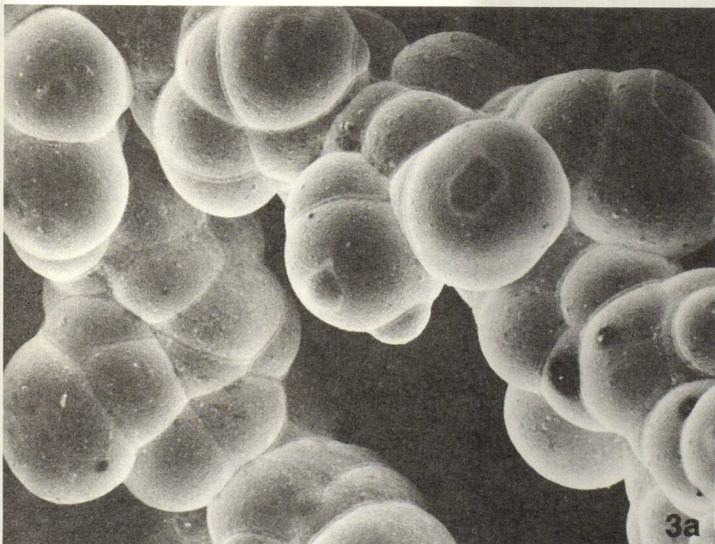


These strange landscapes belong to a world where length is measured in millionths of a metre; a miniature world, invisible to the naked eye, but exposed to scientific scrutiny by a complex instrument known as a scanning electron microscope. In the kind of microscope familiar to most people, images are formed by rays of light. But the patches of light and shade that so clearly outline shape in these images are not formed by light waves, but by a flickering beam of electrons.

Electrons, fundamental units of matter and electricity, have a dual nature; they are simultaneously particle and wave. The concept of an electron wave is difficult to grasp, but its substitution for light in the scanning electron microscope, though techni-

cally difficult to achieve, can be simply described.

A beam of energetic electrons, focussed onto a tiny moving spot by electric and magnetic fields of force — equivalent to the glass lenses of a conventional microscope — bombards the sample being observed. When the beam strikes the surface of the sample, it dislodges a shower of secondary electrons. These are collected, and converted into flashes of light on a television-like screen. As the fine primary beam rapidly scans the hills and valleys on the surface of the sample, the number of secondary electrons collected varies, and these variations, translated into light and shade, are used to build up on the screen a vivid, almost three-dimensional map of the



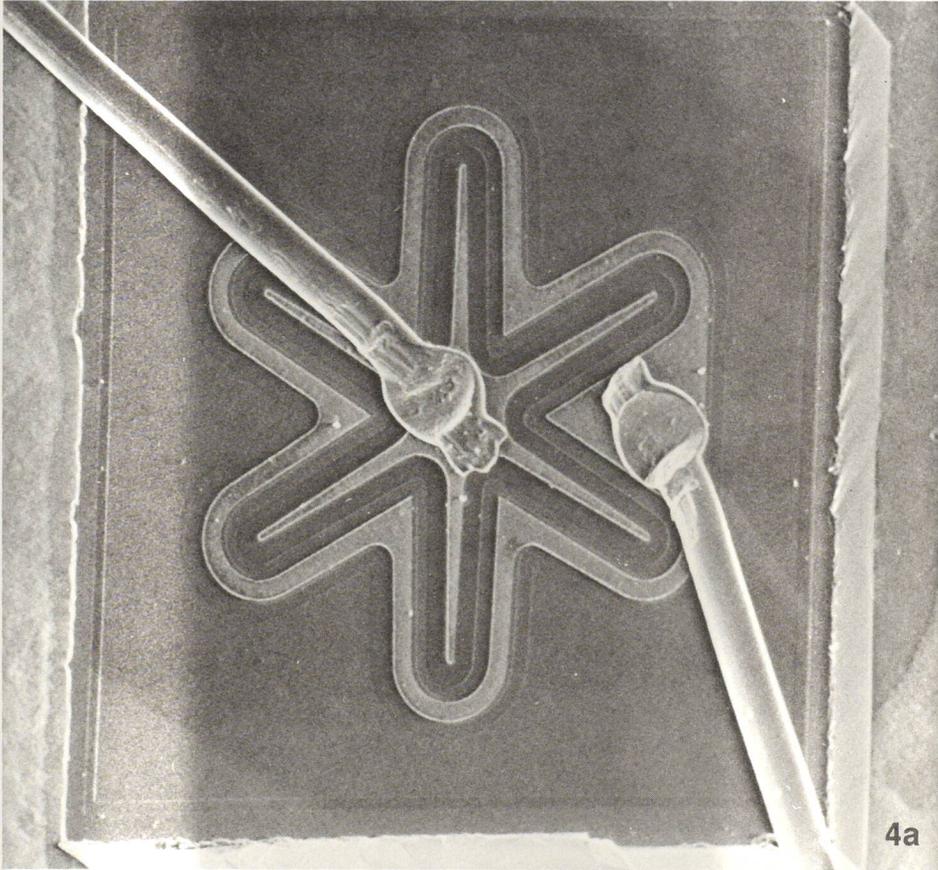
Le microscope électronique à balayage

Les merveilles de l'infiniment petit

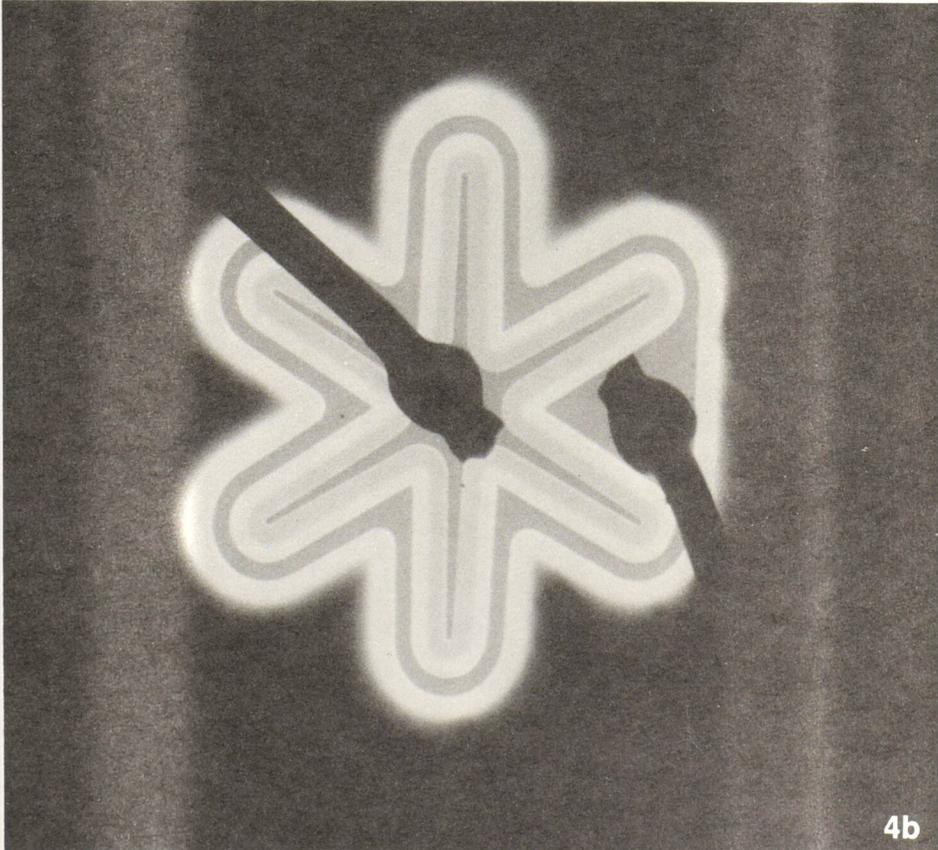
Ces paysages étranges appartiennent à un monde où la longueur est mesurée en millièmes de mètre; un monde en miniature, invisible à l'œil nu, mais soumis à un examen scientifique minutieux à l'aide d'un instrument complexe appelé microscope électronique à balayage. Dans le cas du microscope optique, le plus connu, les images sont formées à l'aide de rayons lumineux. Mais les taches d'ombre et de lumière qui font si clairement ressortir les formes dans les images présentées ici ne sont pas obtenues par des ondes lumineuses mais par le scintillement d'un faisceau d'électrons.

Les électrons, particules élémentaires de la matière et de l'électricité, ont deux natures: ils sont à la fois particule et onde. Le concept d'une onde électronique est difficile à saisir mais son utilisation dans un microscope électronique à balayage, bien que techniquement difficile à réaliser, peut être décrite simplement.

Un faisceau d'électrons énergétiques, concentré en un point minuscule et mobile au moyen de champs électriques et magnétiques (ayant une fonction équivalente à celle des lentilles de verre d'un microscope optique) bombarde l'échantillon observé. En frappant la surface de l'échantillon, le faisceau déloge une pluie d'électrons secondaires qui sont détectés et convertis en éclairs lumineux sur un écran semblable à celui d'un téléviseur. Lorsque le mince faisceau explore rapidement le relief de la surface de l'échantillon, le nombre d'électrons secondaires varie et ces variations, converties en ombre et en lumière,



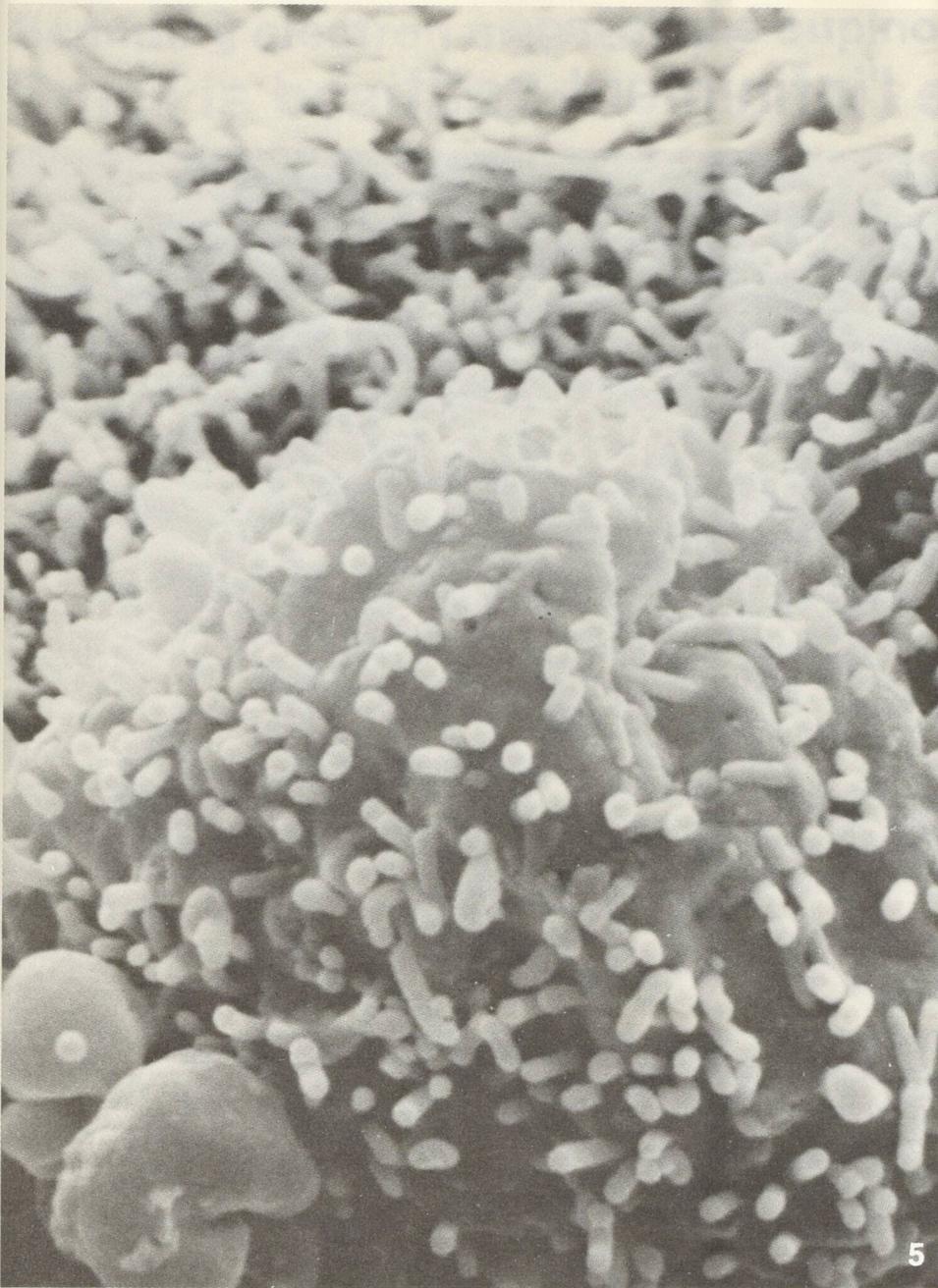
4a



4b

- 1a } Ant and antenna
- 1b }
- 2 } Dental floss
- 3a } Copper "trees"
- 3b }
- 4a } Transistor
- 4b }

- 1a } Fourmi et antenne
- 1b }
- 2 } Soie dentaire
- 3a } «Arbre» de cuivre
- 3b }
- 4a } Transistor
- 4b }



surface of the sample.

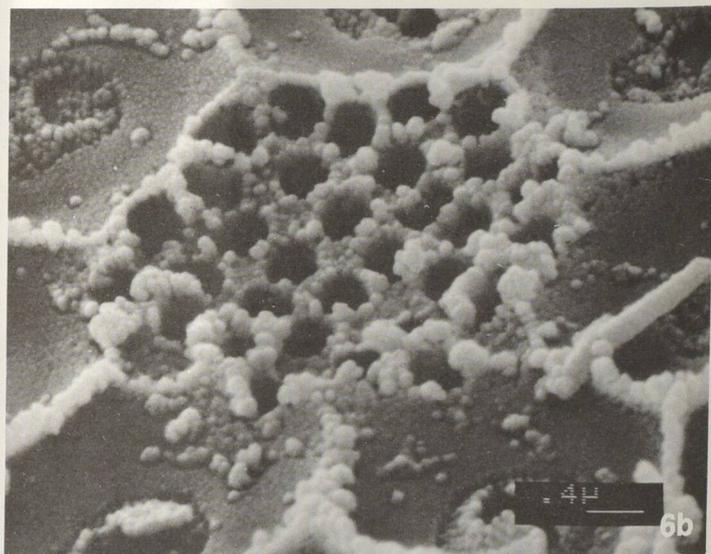
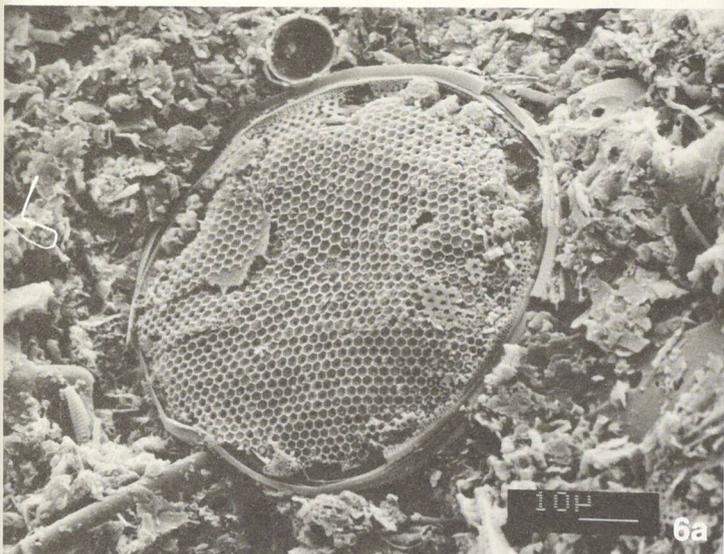
The instrument that produced these pictures was developed by a Canadian company known as SEMCO Instruments Ltd (the acronym for Scanning Electron Microscope Company). Nanolab 7, as it is called, is capable of magnifying images up to 300,000 times their actual size — magnified to this extent the capital letter "I" would be almost twice as tall as Toronto's CN tower. It can also reveal up to 500 times more of the dimension of depth than optical microscopes can.

NRC cooperated with SEMCO to develop this compact, powerful, scientific tool. The research team that spent years converting a laboratory prototype into a series of commercially successful products was given space alongside the Electron Physics group of NRC's Division of Electrical Engineering, and helped by NRC's Industrial Research Assistance Program. □

Séan McCutcheon

- 5 Cancer cells
- 6a } Fossilized sea creature
- 6b }
- 7 Quartz crystals
- 8 Black Fly Larva

- 5 Cellules cancéreuses
- 6a } Organisme marin fossilisé
- 6b }
- 7 Cristaux de quartz
- 8 Larve de mouche noire

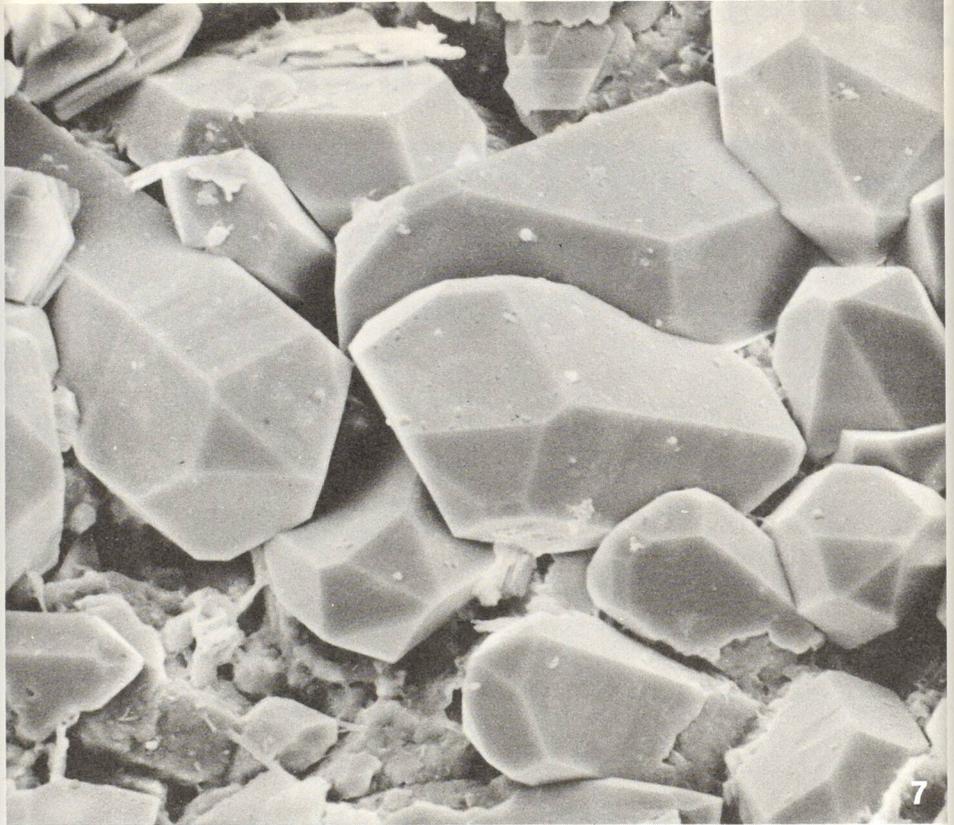


sont utilisées pour produire sur l'écran une image nette et presque tridimensionnelle de la surface de l'échantillon.

L'instrument qui a donné ces images a été mis au point par une compagnie canadienne, SEMCO Instruments Company Limited (sigle de *Scanning Electron Microscope Company*). Nanolab 7, comme on l'appelle, peut grossir 300 000 fois; grossie à ce point la lettre I majuscule serait presque deux fois plus haute que la Tour du CN à Toronto. Il permet aussi de faire ressortir le relief d'une surface 500 fois mieux que les microscopes optiques.

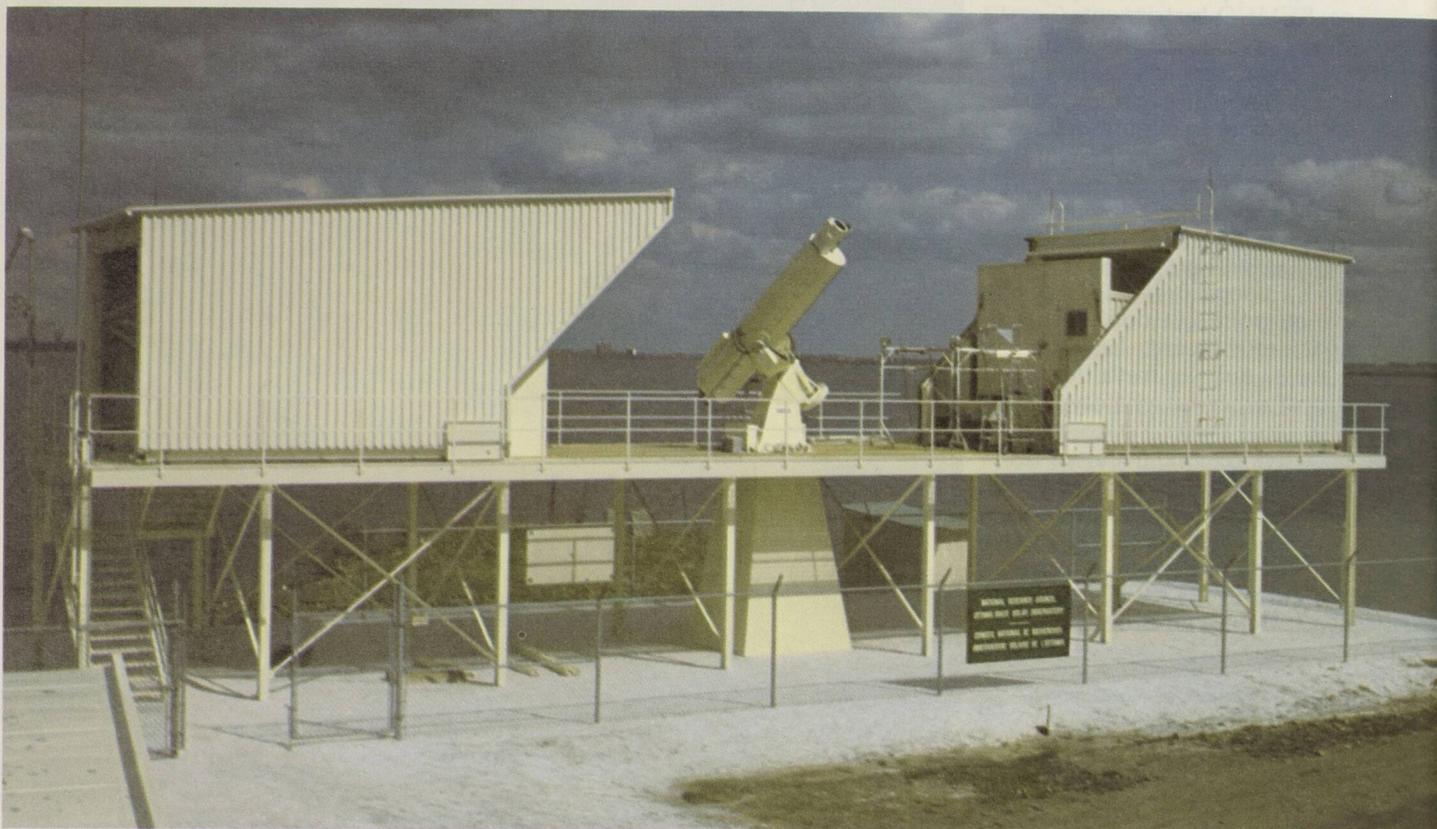
Le CNRC a coopéré avec SEMCO pour mettre au point cet outil scientifique compact et puissant. Le groupe de chercheurs, qui a travaillé des années à transformer un prototype de laboratoire en une série d'instruments commerciaux très réussis, occupait des locaux situés à côté de ceux de la section de physique électronique de la Division de génie électrique du CNRC et a bénéficié du Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC. □

Texte français: **Denise de Broeck**



Scanning the sun

Team effort records the sun's biggest boom



Bruce Kane, NRC/CNRC

Studying optical and radio astronomy records may give us some clue to the inner workings of the nearest star.

The beginning was quiet enough. Whining fans cooling the radio observatory computers were noisier than the scratch of the recording pen on the chart paper. When the pen began to trace a new curve no alarms sounded — no bells in the night. Not likely in any event when you are observing the Sun. Trained eyes followed the pen for a few moments and assessed the information being recorded. Receivers and computer O.K.? Amplifiers and filters in order? Everything checked as operating properly. As the pen began a wild swing across the paper, Paul Gagnon reached for the telephone. "Vic? Something big is happening. The signal level is going 'way up. Can you see it on the 'scope?"

It was almost perfect timing. At the NRC Solar Observatory on the Ottawa River, Vic Gaizauskas was loading film into the telescope camera in preparation for an observation. The ringing telephone would provide the solar study group with an unprecedented opportunity. Radio and optical observations of a major solar event were to

Site of the Ottawa River Solar Observatory.

be closely tied for the first time at NRC. At 13:50 hours, 28 April 1978, the telescope was turned to the Sun and the camera recorded two violent jets of flaming gas, one of them 200,000 km long, erupting from the solar surface. Deep in the forests of Algonquin Provincial Park, 350 km away, NRC's radio astronomers watched the recording pen as it nearly swept off the paper trying to follow the intense microwave signal being generated by one of the greatest solar flares seen by man.

Flares are one of the Sun's great mysteries, and unravelling their secrets may provide astronomers with clues to the internal workings of the closest star. NRC is studying the Sun with two distinct research tools — optical and radio telescopes — because of the nature of the flares and their probable causes. Visually, solar flares are vast clouds of gas and particles erupting from areas around sun spots. The energy they produce can be seriously disruptive on Earth. The April flare obliterated U.S. Coast Guard communications along the East Coast, for

L'Observatoire solaire de la rivière des Outaouais.

example. But flaming gases are only part of the story. Sunspots and flares are attributed to intense magnetic disturbances under the solar surface, a theory still to be elaborated. For this we need the records provided by the radio telescope.

For more than three decades, NRC has kept a record of observations made by the Algonquin Radio Observatory's 2-m radio telescope, and more recently by an attendant 32-dish interferometer array. These two instruments collect microwave emanations from the Sun as an indication of the changes in magnetic fields there. These fields on the Sun vary unevenly over its surface, with the greatest variations taking place in the area of sunspots. By some means, the magnetic fields allow (or cause) an energy build-up in the spot area which is released through the flare. The building of the energy concentrations is manifested in the creation of the sunspot, a small area, cool compared to the whole solar surface. These spots migrate across the surface, gathering energy to themselves and apparently joining together

Le Soleil ausculté

Observation d'une éruption majeure

L'étude des observations astronomiques et radioastronomiques peut nous aider à comprendre ce qui se passe dans les entrailles de l'étoile la plus proche de la Terre.

Tout a commencé assez calmement. Les ventilateurs refroidissant les ordinateurs de l'Observatoire radioastronomique faisaient plus de bruit que le stylet sur le papier millimétrique. L'amorce d'une nouvelle courbe ne fut ponctuée ni par un signal d'alarme ni par un tocsin nocturne. Il serait d'ailleurs très étonnant que l'observation du Soleil donne lieu à ce genre de manifestations. Les yeux des spécialistes suivirent le stylet pendant quelques instants et étudièrent les données recueillies. Les récepteurs et l'ordinateur fonctionnent-ils bien? Rien d'anormal du côté des amplificateurs et des filtres?

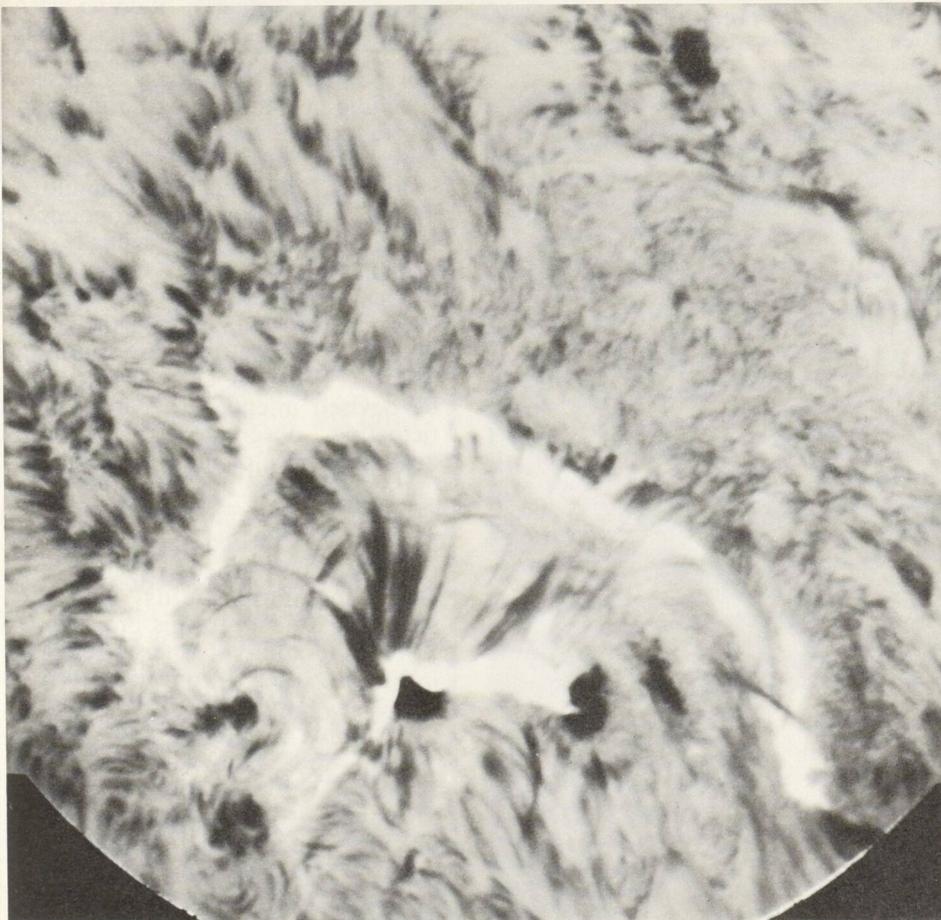
Tout semblait fonctionner parfaitement. Le stylet ayant soudainement bondi, Paul Gagnon décrocha le téléphone. «Vic? Il se passe quelque chose d'important. J'ai une forte amplification du signal. Le vois-tu sur ton écran?»

Le synchronisme était presque parfait. À l'Observatoire radioastronomique du CNRC, sur la rivière des Outaouais, Vic Gaizauskas était en train d'introduire un film dans la caméra du télescope en vue d'une observation et la sonnerie du téléphone allait donner à ce groupe de chercheurs une occasion sans précédent. L'observation radioastronomique et optique d'une éruption solaire majeure allait, pour la première fois au CNRC, se faire de concert. Le 28 avril 1978, à treize heures cinquante, le télescope était pointé sur le Soleil et la caméra enregistrait deux violents jets de gaz in-

candescents, dont un de 200 000 km de longueur, qui s'élançaient de la surface solaire. Au cœur de la forêt du Parc Algonquin, à 350 km de là, les radioastronomes du CNRC suivaient attentivement le stylet inscripteur au moment où il faillit perdre contact avec le papier en essayant de suivre l'intense émission de micro-ondes produite par l'une des plus importantes éruptions solaires jamais observées.

Ces éruptions constituent l'un des plus grands mystères du Soleil et s'ils arrivaient à en ravir les secrets, les astronomes parviendraient peut-être à comprendre ce qui se passe dans les entrailles de l'étoile la plus proche de la Terre. En raison de la nature des éruptions et de leurs causes probables, le CNRC se sert pour ses observations de deux outils bien distincts: le télescope et le radiotélescope. Visuellement, ces éruptions solaires sont de vastes nuages de gaz et de particules émanant des régions entourant les taches. L'énergie qu'elles produisent peut causer de sérieuses perturbations sur Terre. Pour ne citer qu'un exemple, celle d'avril a complètement interrompu les communications radio de la Garde côtière américaine le long de la côte est. Mais ces gaz enflammés ne constituent qu'une partie des phénomènes en cause. Les taches et les éruptions solaires seraient dues à d'intenses perturbations magnétiques se produisant sous la surface de l'étoile mais cette hypothèse ne pourra être étayée qu'à l'aide des données recueillies par le radiotélescope.

Depuis plus de trente ans le CNRC tient à jour un dossier des observations faites à l'aide du radiotélescope de 2 m de diamètre de l'Observatoire radioastronomique du Parc Algonquin et il y a ajouté, plus récemment, celles faites à l'aide d'un dispositif interférométrique comprenant 32 réflecteurs paraboliques. Ces deux instruments captent les micro-ondes émises par le Soleil pour déceler les modifications qui interviennent dans le champ magnétique de ce corps céleste. Ce champ magnétique varie irrégulièrement à sa surface, les variations les plus importantes se produisant dans la région des taches. Par un mécanisme restant à expliquer, le champ magnétique solaire permet (ou y provoque), une accumulation d'énergie qui est dissipée par une éruption. La formation des concentrations d'énergie aboutit à la création de la tache, surface de faible étendue, froide par rapport à l'ensemble de



Ottawa River Solar Observatory/L'Observatoire solaire de la rivière des Outaouais

The big noise. Reading the Sun's transmissions at 2800 MHz, the 2-m dish at Algonquin Park recorded this microwave signal level on April 28, 1978. This is the highest indicated solar flux level ever recorded.

La grande explosion. Les deux bandes blanches aux contours tourmentés sont produites par les gaz incandescents de l'éruption d'avril. La plus longue atteint presque 200 000 km.

to form larger spots. At some point this reinforced growth reaches a critical point and a flare may erupt. When the spots are growing and merging, they produce microwave signals of increasing intensity. These signals have frequently proven a warning system for the onset of flare activity, giving rise to the team effort experienced in April at NRC.

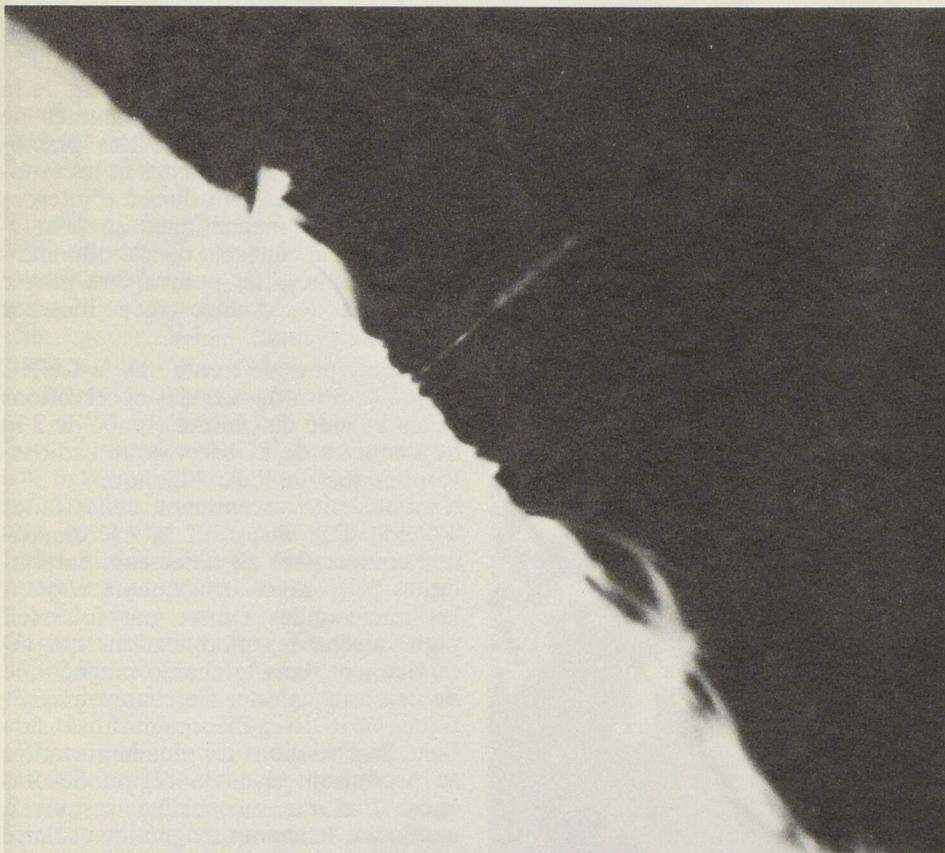
Investigating the nature of solar flares goes back to the first man who observed the phenomenon — Richard Carrington. He established his own observatory with funds from his father's brewery and made a serious career of astronomy. In 1859, while plotting the motion of spots across the face of the Sun, he witnessed a bright point of light suddenly emerge on the surface. He believed it to be the impact of a meteor, but later observations changed this opinion. He continued to study sunspots and, as his observatory was located near Kew in England where observations of the Earth's magnetic field were made he was able to make the connection between sunspot activity and changes in the Earth's field. Today these magnetic changes can be predicted from observations of microwave signals from the Sun.

In Carrington's time cameras had yet to be married to telescopes and the studies made by the Ottawa River Solar Observatory were left to the future. Now, 120 years later, NRC's solar optical facility has a worldwide reputation for excellence in producing photographs of the solar surface. This reputation was acquired with a great deal of hard work and not a little improvisation. Constructed around a 25 cm diameter lens, surplus from another project, ORSO has some of the most modern camera and control equipment available. As many as 16,000 photographs per day can be taken and run as a ciné film for analysis of changing conditions on the surface. In order to determine if the pictures are likely to be clear even before they are taken, an extensive weather monitoring system has been installed at the telescope. The site was chosen for minimum air turbulence, and the weather monitor aids in guaranteeing the sharpest pictures possible.

Reputations, to be firm, must be tested. The cooperative effort achieved in April will be challenged by the demands placed on it over the next two years. Sunspot and flare activity follows an 11½ year cyclical pattern

well known to solar astronomers. The April flare seems to have acted as a herald to the beginning of a new peak that will reach its maximum in 1980. Some researchers have predicted that the upcoming sunspot activity will be the greatest ever known and are making preparations for concentrated observations of solar events. Radio and optical telescopes will be under severe performance tests to make the best use of available time to gather the most information possible. The participating observatories, both in Canada and abroad, will require the maximum of alertness and cooperation. Solar events take place with but a minimum of warning. Although the April flare was well recorded, the timing was close. The first moments of the big boom were missed while the camera was being loaded, and the beginnings of flares are critical to an understanding of why they occur. With intense study, even to recording solar activity over a 24-hour period, some of the clues may be discerned. Such a program of observation foretells a hectic future for both the radio and visual solar astronomers at NRC. □

Stephen A. Haines



Ottawa River Solar Observatory/L'Observatoire solaire de la rivière des Outaouais

A long, narrow jet of gas shoots into space from the neighborhood of the April flare at the limb (edge) of the Sun. Such jets of this size and dimension are rare in solar astronomy.

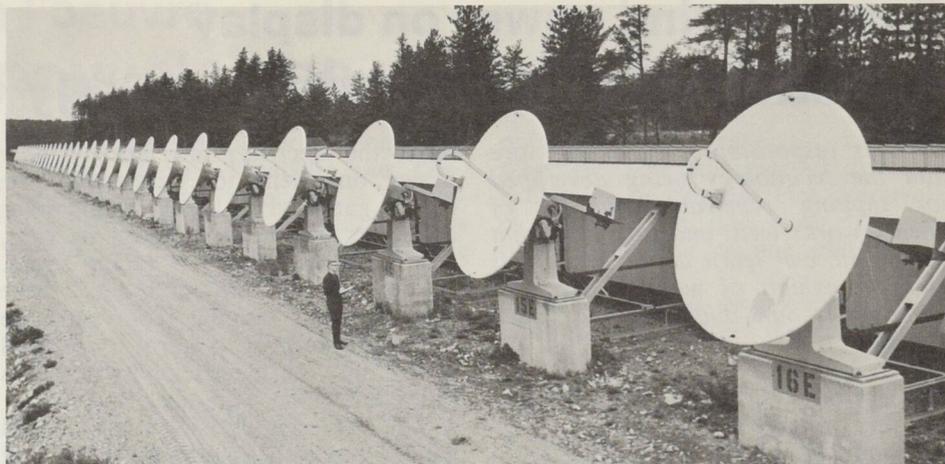
Un long et étroit jet de gaz provenant d'une région située à proximité de l'éruption d'avril, sur le bord du disque solaire, s'élance dans l'espace. Des jets de cette importance sont rarement observés en astronomie solaire.

Solar studies will face a heavy schedule beginning next Spring with a program known as the Solar Maximum Year. Organized as a largely volunteer operation by a committee of the International Astronomical Union, SMY will concentrate on particular issues rather than taking a general approach. A first area of investigation and perhaps the most important will be the Flare Build-up Study (FBS). An alert system will be devised intended to permit participating observatories to have advance notice of the occurrence of major sunspots that are likely to produce solar flares. When the records are assessed, the question of the interaction of spots, flares and solar magnetic fields may be resolved. Related to this program is SERF, the Study of Energy Release in Flares. SERF is conceived to test numerous models of flare activity for validity. Finally, a study of the "solar wind" and other forms of radiation will be correlated under the Study of Travelling Interplanetary Phenomena program. STIP will undertake to determine what effect the solar wind and particles ejected by sunspots and flares have on the atmospheres and magnetospheres of the various planets in our system. More than 200 scientists are involved in the worldwide program.

la surface solaire. Ces taches se déplacent à la surface du disque solaire, accumulent de plus en plus d'énergie et, apparemment, se joignent les unes aux autres pour former des taches plus importantes. Cette croissance renforcée atteint éventuellement un point critique et peut donner lieu à une éruption. Lorsque les taches se développent et fusionnent, elles produisent des micro-ondes d'intensité croissante. On a fréquemment constaté que ces dernières constituaient un signal d'alarme annonçant le début d'éruptions, et elles sont à l'origine de l'effort collectif fourni en avril par les astronomes du CNRC.

L'étude de ces éruptions remonte au premier homme qui a observé le phénomène: Richard Carrington. Il avait construit un observatoire avec des fonds provenant de la brasserie de son père et fit carrière dans l'astronomie. En 1859, alors qu'il suivait la migration de taches sur la surface solaire, il nota l'émergence soudaine d'un point lumineux brillant sur la surface du Soleil. Il pensa qu'il s'agissait de

Avec ce qu'ils appellent l'Année du maximum d'activité solaire (Solar Maximum Year ou SMY), les astronomes aborderont au printemps prochain un programme d'observations solaires chargé. Organisé par un comité de l'Union astronomique internationale et faisant largement appel au volontariat, la SMY, plutôt que de recourir à une approche globale, se concentrera sur des problèmes particuliers. Le premier domaine d'investigation, et peut-être aussi le plus important, sera l'étude des processus conduisant à une éruption. Pour permettre aux observatoires participants d'être avertis à l'avance de l'apparition de taches solaires majeures susceptibles de donner lieu à des éruptions, un système d'alerte sera mis en place. Après étude des données recueillies, la question de l'interaction des taches, des éruptions et des champs magnétiques solaires, sera peut-être réglée. Une autre étude, liée au programme précédent, permettra de tester de nombreux modèles d'éruptions pour en établir la validité. Et, pour finir, une étude du "vent solaire" et d'autres formes de rayonnements visera à déterminer l'effet que le vent et les particules solaires émises par les taches et les éruptions ont sur l'atmosphère et la magnétosphère des diverses planètes de notre système. Plus de 200 scientifiques participent à ce programme international.



The 32-dish interferometry array in Algonquin Park. Among other tasks, these antennae record the microwave signal reaching Earth from the Sun every day at noon, local time. Developing microwave activity may be detected from this survey.

l'impact d'un météore, mais des observations ultérieures lui firent changer d'avis. Il poursuivit l'étude des taches solaires et, son laboratoire étant situé près de Kew, en Angleterre, où l'on faisait des observations sur le champ magnétique terrestre, il devait être amené à établir un rapport entre la formation de ces taches et les variations du champ magnétique terrestre. On peut aujourd'hui prévoir ces variations magnétiques en étudiant les émissions de micro-ondes du Soleil.

À l'époque de Carrington, on n'avait pas encore équipé les télescopes de caméras et il a donc fallu attendre pour en arriver aux études faites à l'Observatoire solaire de la rivière des Outaouais. Aujourd'hui, 120 ans plus tard, grâce à l'exceptionnelle qualité de ses photographies de la surface solaire, cet observatoire du CNRC a atteint une renommée mondiale. C'est le résultat d'un travail acharné et de beaucoup de débrouillardise. Construit en partant d'une lentille de 25 cm de diamètre, surplus d'un autre projet, cet observatoire est équipé de systèmes de commande et de caméras qui comptent parmi les plus modernes existant actuellement au monde. On peut y prendre quotidiennement jusqu'à 16.000 photographies et en faire un film permettant d'étudier les changements qui se produisent à la surface de l'astre. Pour savoir à l'avance si les photos que l'on veut prendre seront claires, on a installé une station météorologique complète près du télescope. Le site de l'observatoire a été choisi parce que l'on n'y enregistre qu'un minimum de turbulence atmosphérique et son équipement météorologique permet de s'assurer que l'on obtiendra des photographies aussi nettes que pos-

L'interféromètre à 32 réflecteurs paraboliques du Parc Algonquin. Ces antennes permettent entre autres de capter quotidiennement à midi, heure locale, les micro-ondes émises par le Soleil et qui atteignent la Terre. Cette étude permet de déceler les accroissements d'activité dans cette gamme d'émissions radio-électriques.

sible.

C'est l'épreuve qui affermit les réputations. Les résultats du travail collectif d'avril seront testés au cours des deux prochaines années. Les éruptions et les taches solaires suivent un cycle de onze ans et demi bien connu des astronomes. L'éruption d'avril semble annoncer un nouveau maximum d'activité solaire en 1980. Certains chercheurs ont déjà prédit que les taches attendues seront les plus importantes jamais observées de mémoire d'homme et ils se préparent à suivre cette activité solaire de très près. Les radiotélescopes et les télescopes optiques seront mis à rude épreuve pour utiliser au mieux le temps d'observation disponible et recueillir un maximum d'informations. Les observatoires participants, tant au Canada qu'à l'étranger, devront être en permanence sur le qui-vive et collaborer. Les perturbations solaires se produisent avec le minimum de préavis. L'éruption d'avril a été bien observée mais la synchronisation du travail des équipes n'a été réalisée que de justesse. Les premiers moments de l'explosion n'ont pu être enregistrés parce que la caméra était en cours de chargement et il convient de souligner que les débuts d'une éruption majeure sont très importants pour la compréhension du phénomène. En procédant à une étude intense, allant jusqu'à l'enregistrement de l'activité solaire pendant une période de 24 heures, on peut arriver à en discerner certains mécanismes. Un programme d'observation de cette importance laisse entrevoir une activité fébrile pour les astronomes et les radioastronomes du CNRC. □

Texte français: Claude Devismes

Sun and wind power on display

Rideau Falls renewable energy exhibit

NRC is responsible for making sure that the technology being developed for tapping renewable sources of energy works well, and lasts, and that the public can learn about it. To this end, an exhibit of ways to power a home with Sun and wind has been opened.

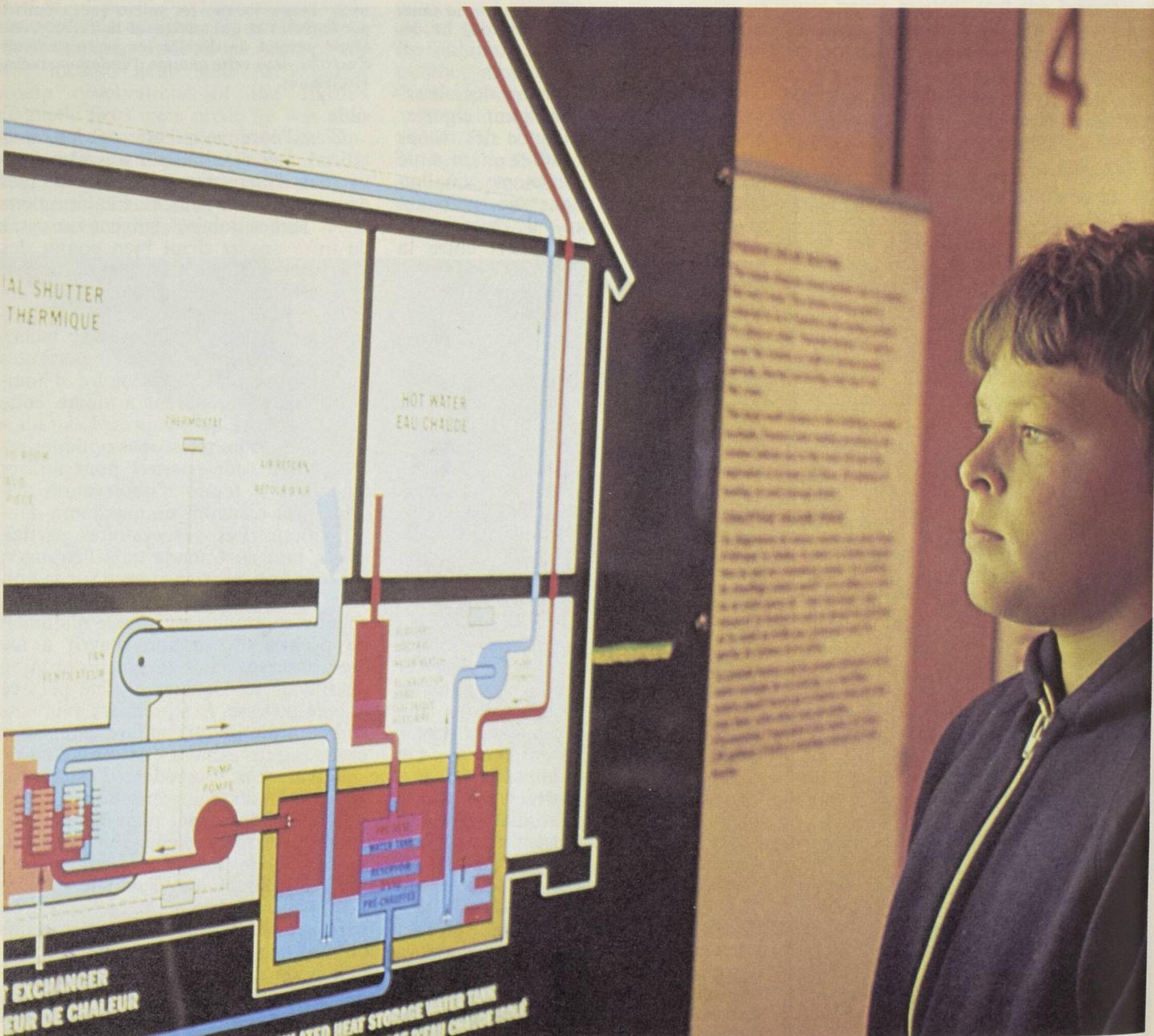
The exhibit — a small, well-insulated building, roughly equivalent to a three-bedroom house in power needs — stands by the waterfall over which the Rideau cascades into the Ottawa River (see map). Though it is hooked

up to the electric power lines, it only draws on them to supplement the energy gathered by the windmill, solar collectors and solar cells on its roof, and by a large window facing south. Inside, visitors see and feel these devices work, tapping from sunshine and wind the heat to warm rooms and water, and the electricity to power a radio, television, tape-deck and lights.

The attraction of using sunshine and wind — as well as running water and green plants — is that these are renewable sources of energy. Natural flows, sustained by the sun, they cannot be

exhausted. In contrast, the fossil fuels which we have been consuming at incredible rates are natural stores of energy. Once extracted from the earth and burned, they can never be replenished, and it is only a matter of time before they are all gone.

The simplest piece of renewable energy technology displayed at the Rideau Falls exhibit is nothing more than a large window facing south, towards the Sun. Sunshine flows through the glass, to be trapped inside as heat. This is known as a passive heating system. It has no moving parts,



Bruce Kane, NRC/CNRC

Le Soleil et le vent à l'oeuvre

Les énergies renouvelables aux chutes Rideau

Le CNRC a reçu pour mission de s'assurer que les techniques actuellement mises au point pour exploiter les sources d'énergie inépuisables sont adéquates, qu'elles offrent des garanties de durabilité et que l'occasion sera donnée au public de se familiariser avec elles. C'est dans cette optique qu'a été organisée une exposition sur la façon d'assurer l'alimentation en énergie d'une maison avec le Soleil et le vent.

C'est un petit bâtiment bien isolé et dont les besoins énergétiques sont sensiblement équivalents à ceux d'une maison de trois chambres à coucher qui a été choisi pour cette exposition à proximité de l'endroit où les eaux des chutes Rideau se jettent dans la rivière des Outaouais (voir la carte). Le bâtiment est relié au réseau élec-

trique urbain mais il n'y a recours que lorsque l'énergie recueillie par l'éolienne, les capteurs solaires et les cellules photovoltaïques installés sur son toit et par une grande fenêtre faisant face au sud, ne suffit pas.

À l'intérieur, les visiteurs peuvent examiner et voir à l'œuvre ces différentes installations qui tirent du Soleil et du vent la chaleur nécessaire au chauffage des pièces et de l'eau, et l'électricité indispensable à l'éclairage et au fonctionnement d'un poste de radio, d'un récepteur de télévision et d'un magnétophone.

L'utilisation du rayonnement solaire et du vent, ainsi que de l'eau courante et des plantes vertes, est séduisante parce que ce sont des sources d'énergie renouvelables. Par contre, les combustibles fossiles que nous consommons à un rythme forcené re-

présentent des réserves naturelles d'énergie. Une fois extraits du sol et brûlés, ils ne peuvent être renouvelés et l'épuisement des gisements n'est plus maintenant qu'une question de temps.

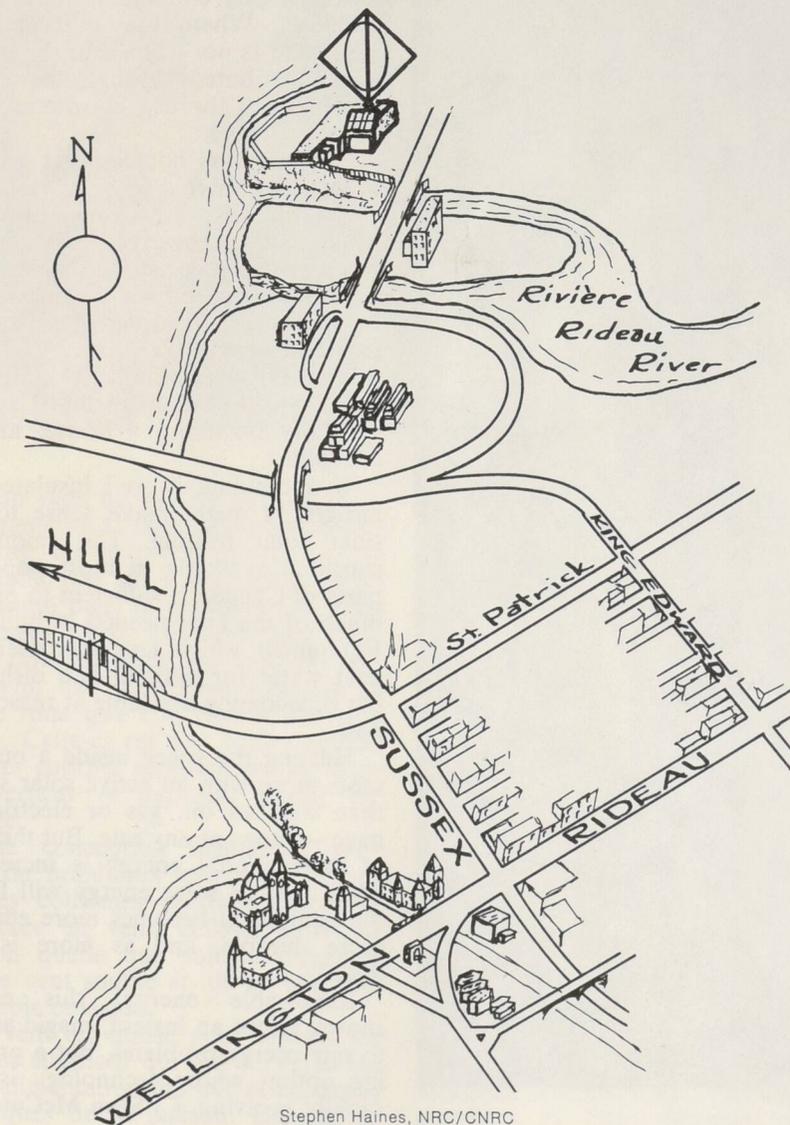
La plus simple des techniques d'exploitation des sources d'énergie renouvelables exposées aux chutes Rideau n'exige rien d'autre qu'une grande fenêtre comme celle qui se trouve sur le côté sud du bâtiment, face au Soleil. Le rayonnement solaire traverse le vitrage et est capté à l'intérieur sous forme de chaleur. C'est ce qu'on appelle un système passif. Il ne comporte aucun élément mobile à l'exception de stores que l'on ferme en été pour empêcher une chaleur excessive, et la nuit pour éviter d'en perdre une partie.

Éléments d'un système de chauffage solaire plus dynamique, des capteurs solaires sont installés sur le toit. Les rayons du Soleil traversent les panneaux de verre qui les recouvrent et réchauffent les plaques de métal noir sous-jacentes. De l'air circulant à l'intérieur des capteurs amène la chaleur absorbée dans le bâtiment, où elle est distribuée en fonction des besoins.

- Pour le chauffage des pièces, l'air chaud sort de bouches de chaleur aménagées dans le plafond.
- Pour stocker la chaleur, on fait passer cet air sur une série de petits récipients contenant de l'eau dont il augmente la température. Lorsqu'il devient nécessaire de puiser dans cette réserve, on réchauffe l'air en le faisant passer à nouveau sur les récipients avant de l'acheminer dans les pièces.
- On chauffe l'eau destinée aux utilisations domestiques en la faisant passer dans un serpentin autour duquel circule l'air chauffé par le Soleil. Elle est portée ultérieurement à une température plus élevée au moyen de résistances électriques et peut alors être utilisée.

Les cellules photovoltaïques installées sur le toit sont constituées de minces lamelles de cristaux de silicium très purs. Les propriétés électriques de couches ultraminces de ces cristaux changent en présence de quantités infinitésimales d'impuretés. Ainsi, lorsqu'un flux lumineux est reçu par une cellule « dopée », il y a production de courant électrique. Ce courant est d'abord recueilli par des batteries d'accumulateurs qui alimentent les divers appareils électriques de la maison.

Ce qui ressemble à un malaxeur géant sur le toit du bâtiment est un



Stephen Haines, NRC/CNRC

except for blinds which are drawn at night, to keep in collected heat, and in summer, to keep out excess heat.

On the roof are solar collectors, part of a more active solar system. Sunlight flows through their glass covers, and warms the black metal plates underneath. Air, blown through the panels, carries this collected heat into the building. The Sun-warmed air can be directed around a number of routes.

- To warm the room, it is blown out of ducts in the ceiling.
- To store its heat, it is passed through a stack of containers filled with water.

The temperature of the water rises. When this stored heat is needed, air is first warmed by being passed over the containers, and is then blown into the room.

- Water for the hot water taps is heated as it flows through a coil of pipe around which flows the sun-warmed air. It is brought to higher temperatures in electric hot-water heaters, and can then be used.

The solar cells on the roof have been sliced from very pure silicon crystals. The electrical properties of an extremely thin layer have been

changed by the addition of minute quantities of impurities. As long as light shines on the "doped" cell, electricity is produced. Current from the cells flows first to batteries, where it is stored, and then to appliances, which it powers.

What looks like a large kitchen mixer on the roof of the exhibit is a new type of windmill. It was invented at the National Research Council — or rather, reinvented; for it was forgotten soon after it was first invented back in the 1920's. Traditional windmills have propellers that turn around a horizontal axis (like a Ferris wheel at the circus). This one has curved blades that turn on a vertical axis (like a Merry-Go-Round).

Its ingenious design offers a number of advantages. For instance — ordinary windmills have to be swung around to face the wind, but this one spins no matter what the wind direction. It is therefore simple, and light.

The wind is harnessed to generate an alternating electric current, which powers lights and other things in the building. When the current being generated is not needed in the exhibit, it is distributed through the electric power lines for use elsewhere in the city of Ottawa.

Can ordinary homeowners use technology like this?

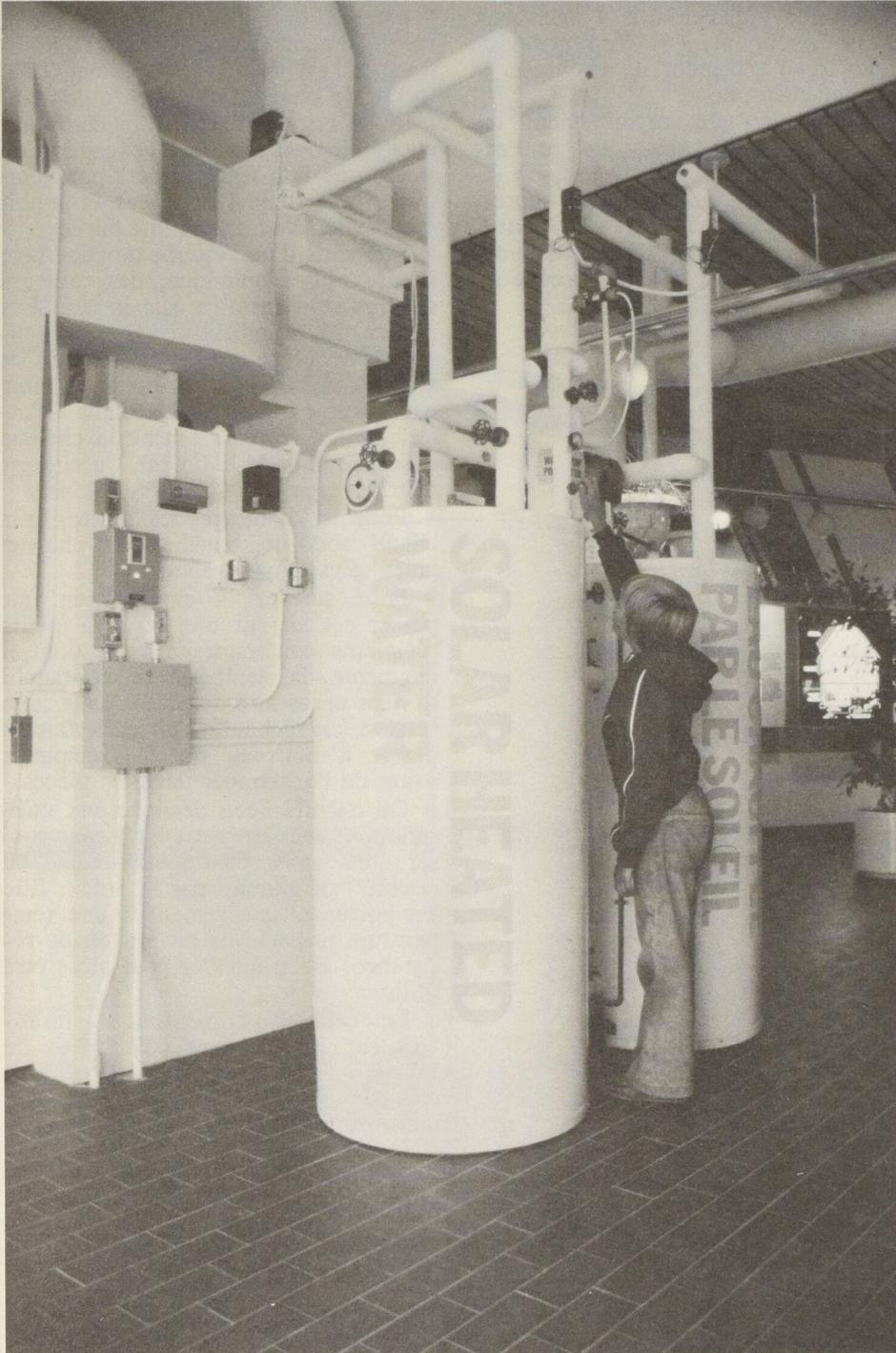
Solar cells are very expensive. Their costs, however, may drop if researchers succeed in making the kind of dramatic breakthroughs which have slashed the price of other electronic devices.

The NRC windmill is still being developed. Commercial units, suitable for fully powering a house, are not available.

If a building is well insulated and airtight, it might make sense to consider solar heating. The amount of sunshine available in most populated parts of Canada is sufficient to provide much of the heat needed in buildings. Equipment which taps this energy to heat water for bathing and dishwashing is becoming available at reasonable cost.

Heating the space inside a building costs more with an active solar system than with an oil, gas or electric furnace — now, at any rate. But the price of conventional energy is increasing, while that of solar energy will fall as the equipment becomes more efficient, more durable, and as more is produced.

Renewable energy, this exhibit shows, is not an instant, magic answer to our energy problems, but a promising option whose technology is now rapidly evolving. □ Séan McCutcheon



Bruce Kane, NRC/CNRC



Bruce Kane, NRC/CNRC

nouveau type de moulin à vent. Il a été inventé au Conseil national de recherches, ou plutôt réinventé car il fut oublié peu de temps après avoir été inventé pour la première fois vers les années 1920. Les éoliennes classiques ont des pales qui tournent autour d'un axe horizontal (comme la grande roue que l'on trouve dans les foires). Celle-ci est par contre munie de pales courbes tournant autour d'un axe vertical et rappelle plutôt un manège.

Cette conception ingénieuse présente de nombreux avantages. Alors que les éoliennes classiques doivent faire face au vent, celle-ci entre en rotation quelle que soit la direction d'où le vent souffle et, de ce fait, elle est simple et légère.

Le vent est utilisé pour obtenir un courant alternatif qui sert à l'éclairage et à l'alimentation des autres appareils électriques de la maison. Lorsque le

courant n'est pas utilisé pour l'exposition il est injecté dans le réseau urbain.

Cette technologie est-elle accessible à tous les propriétaires de maisons?

Les cellules photovoltaïques sont très coûteuses. Leur coût pourra baisser à la suite d'importants progrès dans la recherche comme ce fut le cas pour certains dispositifs électroniques.

Comme l'éolienne mise au point au CNRC en est encore au stade du perfectionnement, il n'existe pas pour l'instant dans le commerce de modèles qui puissent couvrir tous les besoins en électricité d'une maison. Dans le cas de bâtiments bien isolés et étanches le chauffage solaire pourrait s'avérer avantageux. Le rayonnement solaire reçu dans la majorité des régions peuplées du Canada permet de produire une grande partie de l'énergie thermique nécessaire au chauffage domestique. L'équipement nécessaire au chauffage de l'eau destinée aux be-

soins domestiques a commencé à faire son apparition sur le marché à un prix raisonnable.

Il est actuellement plus onéreux d'utiliser un système solaire actif pour chauffer des habitations que d'avoir recours à un calorifère à mazout, à gaz ou électrique. Notons cependant que le coût de l'énergie fournie par les sources traditionnelles augmente continuellement et que celui de l'énergie solaire baissera à mesure que le rendement et la robustesse des capteurs solaires augmenteront et qu'ils seront fabriqués en plus grandes quantités.

Comme le montre cette exposition, l'exploitation des énergies renouvelables est loin d'offrir une solution miraculeuse à nos problèmes énergétiques. C'est néanmoins une option pleine de promesses servie par une technologie qui évolue rapidement. □

Texte français: Claude Devismes

Fusion research

The ultimate energy source?

Research teams at NRC and elsewhere are working on the enormously difficult problem of creating and controlling, here on earth, the process that powers the Sun and other stars.

How does the Sun shine? From what source does its enormous, continuous outpouring of energy flow?

The answer lies in a process known as fusion — the union of the central kernels, or nuclei, of atoms. When two hydrogen nuclei fuse together in the Sun's fiery interior, they form a single nucleus of the heavier element helium. During this transmutation, a tiny fraction of the initial mass disappears, converted entirely into energy — a dramatic realization of the equivalency of mass and energy which Einstein expressed in his celebrated formula $E = mc^2$.

Uncontrolled fusion is the process that feeds the Sun's fires. To control this process is now the tantalizing goal of many scientists around the world. And, since the fuel required — hydrogen — occurs in great abundance on earth, locked in chemical union with other elements (water is a good example), fusion could provide a virtually limitless source of power.

But the nuclei of hydrogen atoms repel each other with extremely strong forces. To overcome these forces, extraordinary conditions must be created: temperatures in the hundreds of millions of degrees, for example, so hot that solids disintegrate into a swirling cloud of charged particles known to physicists as a plasma. If this plasma is sufficiently hot and dense for long enough, then the nuclei rushing around in it collide, fuse and release energy.

No one fully understands what happens under these conditions, and the difficulties and costs of trying to attain them are staggering. Nevertheless,

intense interest has been kindled by the promise of fusion energy, and major research teams are at work in the United States, the Soviet Union, Japan, France, Germany and Britain.

There are two main branches of fusion research, differing in their approach to the problem of confining a plasma long enough for fusion to take place. Solid containers cannot be used, for contact with any material would cool the enormously hot plasma — as well as vaporizing the material. The earliest solution proposed was to bottle up the charged gas in magnetic fields, and research in this area is now well advanced.

About six years ago, however, an alternative route to fusion power opened up when calculations showed that a plasma could be confined in one place by simple inertia — that is, by its reluctance to move when a force was applied to it. What would happen, theoreticians asked, if a burst of energy from a powerful laser were focussed on a pellet of fusion fuel? The most plausible result seemed to be as follows: the surface of the pellet would boil into a plasma; the hot gas would

fly outwards; the core of the pellet would be crushed by the ensuing recoil; and in the searing hot centre of the imploding pellet, held together solely by inertia for a fraction of a second, a miniature sun would blaze.

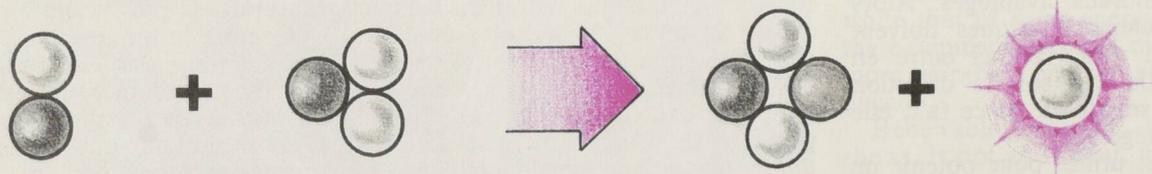
Responsibility for coordinating fusion research in Canada rests with the National Research Council. A national program has been set in motion to develop expertise so that Canada can take advantage of fusion power, should its engineering and economic feasibility be demonstrated. Canadian scientists will be able to train in major fusion laboratories abroad, and at Canadian universities which will be encouraged to develop graduate studies in fusion-related areas. There will be three focal points of Canadian research: at a facility for experiments in magnetic fusion at Hydro-Quebec's research laboratories; in Ontario, where a number of existing laboratories will work on materials for fusion reactors; and at NRC where the inertial confinement approach to fusion is now being explored.

NRC physicists have put together a powerful and reliable laser system which can produce a burst of energy travelling at the speed of light, yet so precisely timed that it is only 30 cm long. This sharp pulse is focussed onto experimental targets, sealed in a vacuum. Surrounding the target chamber is a battery of sophisticated measuring tools: x-ray and infrared spectrometers, ultrafast cameras, microscopes and various particle detectors.

With this system, the physicists seek answers to questions such as: How much energy is deposited into the plasma created on the surface of the target? How much of the laser energy is absorbed by the target, and how much scattered back? What are the precise mechanisms by which energy is transferred from laser to target?

A fusion reaction. Two kinds of particles make up the nuclei of atoms — protons (black) and neutrons (white). Left: two isotopes — special forms of hydrogen (one proton) are forced together; deuterium (one proton, one neutron) and tritium (one proton, two neutrons). Right: helium (two protons, two neutrons), a free neutron, and energy.

Réaction de fusion thermonucléaire. Le noyau des atomes est constitué de deux sortes de particules: des protons (en noir) et des neutrons (en blanc). A gauche: On fait réagir deux isotopes de l'hydrogène (celui-ci contient un proton), soit un atome de deutérium (un proton, un neutron), avec un atome de tritium (un proton, deux neutrons). A droite: on obtient un atome d'hélium (deux protons, deux neutrons), un neutron libre et de l'énergie.



John Bianchi

La fusion thermonucléaire: Source d'énergie de demain ?

Des chercheurs du CNRC et d'ailleurs essaient de résoudre d'énormes problèmes scientifiques et techniques en vue d'obtenir sur Terre des réactions thermonucléaires contrôlées, réactions qui sont à l'origine de la production d'énergie dans le Soleil et les autres étoiles.

Quel est le phénomène à l'origine du rayonnement solaire? Quelle est la source de cet énorme flux ininterrompu d'énergie?

Il s'agit de la fusion thermonucléaire: union de particules ou noyaux d'atomes. Dans le Soleil, fournaise thermonucléaire, la fusion de deux atomes d'hydrogène donne naissance à un élément plus lourd, l'hélium, et cette transmutation s'accompagne de la perte d'une petite fraction de la masse qui se transforme en énergie (démonstration spectaculaire de la célèbre relation d'Einstein $E = mc^2$).

La fusion non contrôlée est la source qui alimente la combustion nucléaire au centre du Soleil. La découverte du moyen de maîtriser ce processus est devenue le principal objectif d'un grand nombre de scientifiques dans le monde entier. Étant donné que la matière fusible indispensable à ces réactions est l'hydrogène, élément très abondant sur Terre et se trouvant dans une variété de corps composés, dont l'eau par exemple, la fusion thermonucléaire pourrait constituer une source d'énergie pratiquement intarissable.

Cependant, les noyaux des atomes d'hydrogène se repoussent mutuellement avec des forces très grandes que seules des conditions extraordinaires permettent de vaincre.

Il faut, par exemple, des températures atteignant des centaines de millions de degrés, où la matière se transforme en un nuage bouillonnant de particules ionisées, que l'on appelle plasma en physique. Si ce plasma atteint une température et une densité suffisantes pendant un espace de temps donné, les noyaux animés d'une agitation thermique entrent en collision et fusionnent et ceci s'accompagne d'un dégagement d'énergie.

On ne connaît pas encore exactement tous les facteurs qui interviennent dans ces réactions et les dépenses et les difficultés auxquelles il faut faire face pour essayer de les obtenir sont fantastiques. Toutefois, l'intérêt qu'elles ont suscité a été entretenu par la promesse que recèle l'exploitation de l'énergie thermonucléaire et d'import-



Dr. V. Gaizauskas, NRC/CNRC

tantes équipes de chercheurs travaillent dans ce domaine aux États-Unis, en Union soviétique, au Japon, en France, en Allemagne et en Grande-Bretagne.

La recherche sur la fusion thermonucléaire s'est engagée dans deux directions principales qui diffèrent par l'approche choisie pour résoudre le problème du confinement des plasmas (il faut en effet que ceux-ci soient confinés suffisamment longtemps pour que la fusion puisse avoir lieu). Aucun récipient solide ne peut être utilisé du fait que tout contact matériel refroidirait le plasma et que, aux températures mises en jeu, le récipient lui-même se volatiliserait: d'où l'idée de créer des «bouteilles magnétiques» pour confiner le gaz ionisé. La recherche dans ce domaine est déjà bien avancée.

Cependant, il y a six ans environ, une nouvelle voie s'est ouverte lorsque des travaux théoriques ont indiqué que le plasma pouvait être immobilisé par simple inertie, c'est-à-dire par la résistance qu'il oppose au mouvement lorsqu'il est soumis à une force.

Les scientifiques se sont alors demandés ce qui arriverait si une impulsion d'énergie était dirigée sur la surface d'un granule de matière fusible à l'aide d'un puissant faisceau laser. Eh bien voici ce qui se produirait vraisemblablement: La surface irradiée du granule exploserait pour former un plasma; le gaz chaud, en détente, se propagerait vers l'extérieur; des ondes de choc convergeant vers le centre du granule comprimeraient et échaufferaient la matière fusible; et, dans la partie centrale implorée, soutenue

They have measured the effect of pressure from the incoming pulse on the outward exploding plasma. Says team leader Dr. Martin Richardson: "This effect has been predicted for some time. But we were the first to observe it experimentally with a carbon dioxide laser."

They have also studied the behavior of so-called superthermals, particles which travel up to ten times faster than the majority of electrons and ions in the plasma. To create fusion, a

Aligning a high-powered laser used in fusion research.

On prépare un laser de très forte puissance utilisé dans la recherche sur la fusion thermonucléaire.

maximum of energy must be focussed in the centre of the fuel pellet at a split second in time. Superthermals, because they travel anomalously fast, could unfocus the reaction. "Our data show that the problem is not as severe as originally predicted," says Richardson.

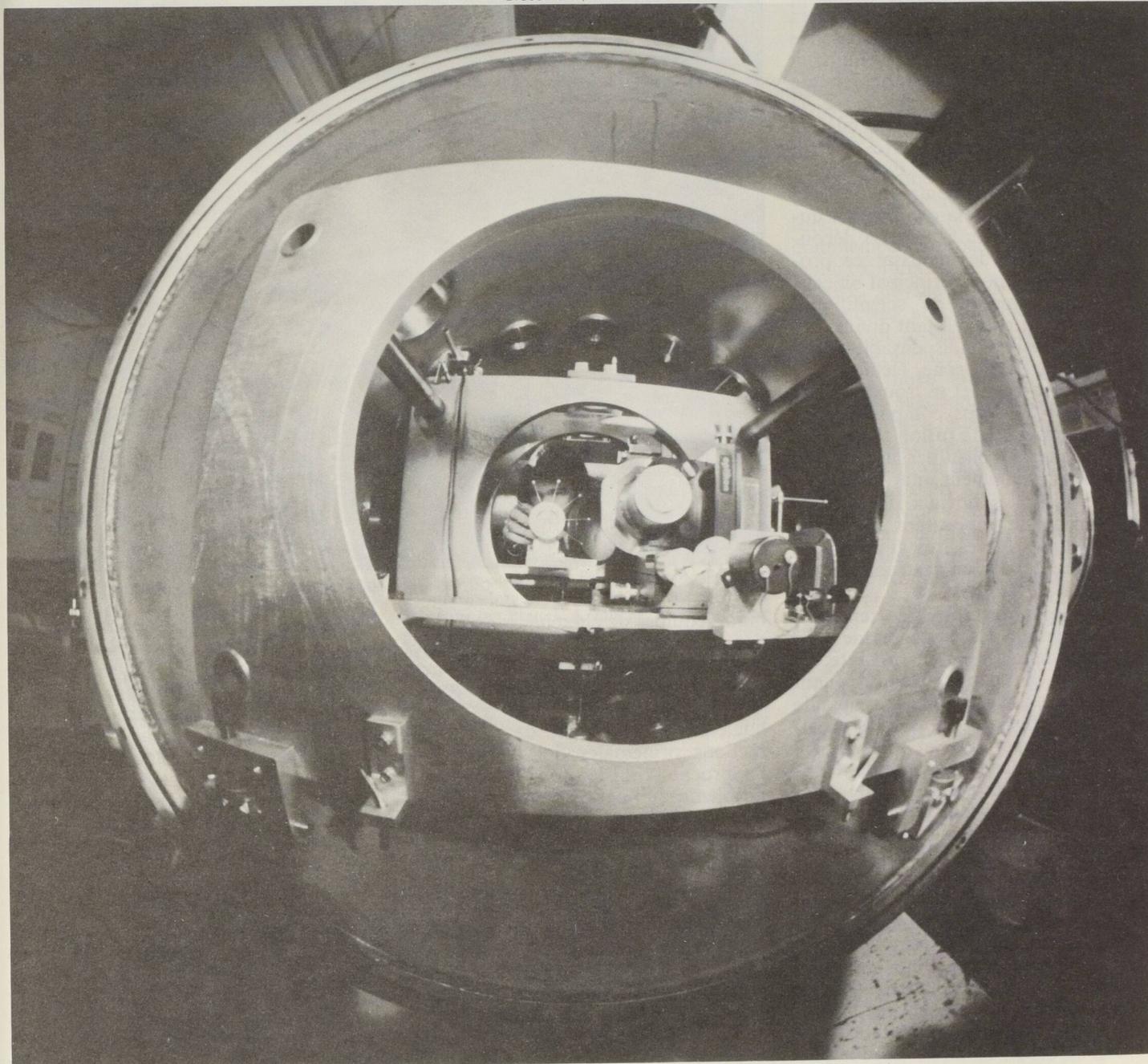
Another fusion-related project is under way in the Division of Mechanical Engineering. Researchers are attempting to create lightning-like electric discharges in a small chamber containing a gas. The shock waves produced will be focussed by carefully shaped walls to converge at a point. Here, the researchers hope, they will both produce, and hold, a plasma.

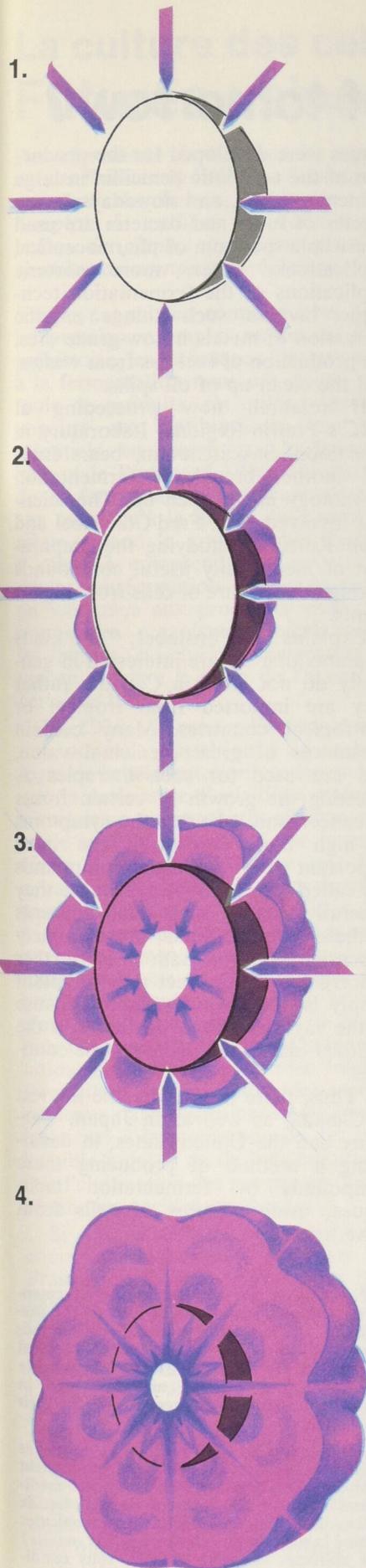
"We're not primarily interested in

competing in the laser energy derby with other laboratories," says Richardson in summing up. "Rather, we have concentrated on gaining insights into the principal physical mechanisms involved. And this kind of research has industrial spinoffs; we have, for example, helped spawn and maintain laser manufacturers. But I think, too, that fusion power *will* work scientifically; the break-even point — the point at which the energy you get out from fusion equals the energy you put in — might be reached within five years, and that's going to have a significant effect on society; fusion, after all, must be considered the ultimate energy source." □

Sean McCutcheon

Bruce Kane, NRC/CNRC





John Bianchi

pendant une fraction de seconde par la force d'inertie seulement, un point chaud s'allumerait.

Au Canada, c'est le Conseil national de recherches qui est responsable de la coordination des recherches en matière de fusion thermonucléaire. On vient donc de lancer un programme national visant à accroître les connaissances canadiennes dans ce domaine et à permettre au Canada d'exploiter les retombées de la fusion thermonucléaire si elle devient réalisable et rentable. Dans le cadre de ce programme, des scientifiques canadiens pourront bénéficier d'une formation au sein d'importantes installations de recherche étrangères et d'universités canadiennes qui seront, par ailleurs, encouragées à créer des programmes d'études supérieures dans les domaines liés à la fusion thermonucléaire. Les principaux centres de recherche canadiens seront situés dans les laboratoires de l'Hydro-Québec où s'effectuent des travaux sur le confinement magnétique, dans des laboratoires de l'Ontario déjà existants qui s'intéresseront aux matériaux nécessaires aux réacteurs à fusion, et au CNRC où l'on étudie le confinement inertiel.

Les physiciens du CNRC ont mis au point un laser fiable et de forte puissance, pouvant émettre des impulsions d'énergie atteignant la vitesse de la lumière et qui sont si bien synchronisées qu'elles ne mesurent que 30 cm de long. Ces impulsions sont focalisées sur des cibles contenues dans des enceintes à vide équipées d'instruments de mesure élaborés, notamment des spectromètres à rayons X et à infrarouge, des caméras ultra-rapides, des microscopes et divers détecteurs de particules.

À l'aide de ce système, les physiciens essaient de répondre à certaines questions, à savoir: quelle est la quantité d'énergie déposée à la surface de la cible lors de la formation du plasma, la quantité d'énergie absorbée par la cible et celle qui est perdue par réflexion? Ils cherchent également à expliquer les mécanismes précis par lesquels l'énergie est transmise du laser

Principe du confinement inertiel

1. On focalise un faisceau laser sur un granule de matière fusible.
2. La surface du granule est ionisée et se transforme en un plasma chaud qui se détend rapidement.
3. À la suite de la détente du plasma, le granule implose.
4. Au centre le phénomène de fusion se produit!

Principles of laser fusion

1. Laser beams are focussed on a fuel pellet.
2. The outer layers of the pellet ionize, forming a hot, rapidly expanding plasma.
3. Recoiling from this expansion, the pellet implodes.
4. At the centre — fusion!

à la cible et ont déjà déterminé l'effet de la pression exercée par le rayonnement laser sur le plasma périphérique en détente. Laissons la parole au chef de l'équipe de recherche, le Dr Martin Richardson: «On prévoyait déjà l'effet obtenu depuis quelque temps. Cependant nous avons été les premiers à l'observer expérimentalement à l'aide d'un laser à gaz carbonique.» Les chercheurs ont également étudié le comportement de particules suprathériques qui se déplacent à une vitesse atteignant dix fois celle de la majorité des électrons et des ions rencontrés dans le plasma. Pour donner lieu à des réactions de fusion thermonucléaire, il est nécessaire de focaliser au centre du granule de matière fusible une quantité maximum d'énergie en une fraction de seconde. Cependant, les particules suprathériques, qui sont animées d'une vitesse anormalement élevée, risquent de perturber la focalisation sur la cible. «Les résultats que nous avons obtenus», reprend le Dr Richardson, «nous donnent à penser que ce problème n'est pas aussi sérieux qu'il le semblait à l'origine».

La Division de génie mécanique travaille également à la réalisation d'un autre projet touchant à la fusion thermonucléaire. Les chercheurs essaient d'obtenir des décharges électriques semblables à des éclairs dans une petite enceinte contenant un gaz. Les ondes de choc ainsi créées seront focalisées par les parois de l'enceinte soigneusement incurvées et convergeront vers un point précis. Les chercheurs espèrent bien de cette façon obtenir et maintenir un plasma.

«Nous ne sommes pas particulièrement intéressés à battre des records de puissance obtenue dans des réactions de fusion par laser», conclut le Dr Richardson. «Jusqu'à présent, nous nous sommes plutôt appliqués à mieux comprendre les mécanismes fondamentaux qui interviennent dans la production d'énergie. Ce type de recherche a, par ailleurs, d'importantes retombées pour l'industrie; il nous a notamment permis d'aider les fabricants de lasers canadiens à demeurer compétitifs et à se développer. Mais je pense aussi que l'on parviendra à réaliser la fusion thermonucléaire et à atteindre le point où la quantité d'énergie libérée lors du phénomène de fusion sera égale à la quantité d'énergie fournie: on prévoit que ceci sera réalisable dans les cinq prochaines années. Le résultat de ces recherches aura un impact considérable sur la société car, après tout, la fusion thermonucléaire doit être considérée comme la source d'énergie de l'avenir.» □

Texte français: Annie Hlavats

Pollen cell cultures

Microscopic chemical factories of tomorrow?

Scientists at NRC's Prairie Regional Laboratory in Saskatoon, Saskatchewan, are investigating the use of pollen cell cultures from tropical plants to synthesize medicinal compounds.

Yogurt, blue cheese, Pommard '66, and life-saving antibiotics, are but a few examples of the useful products obtained through the technique of fermentation. Based in some cases on empirical knowledge passed down from the dawn of civilization, fermentation technology blossomed at the

end of the nineteenth century when Louis Pasteur succeeded in explaining how the life processes of tiny yeast cells were responsible for the transformation of grape juice into wine (and sometimes, via bacteria-mediated change, into vinegar).

In 1928, fermentation technology assumed vital new importance when Alexander Fleming discovered that the mold *Penicillium notatum* produced a powerful agent against the microbe responsible for blood poisoning. During World War II, industrial scale tech-

niques were developed for the production of the antibiotic penicillin in large fermenter tanks, and nowadays, many species of fungi and bacteria are used in a whole spectrum of pharmaceutical applications; other, more esoteric applications of the fermentation technique involve such things as the extraction of metals in low-grade ores, the production of fuel gas from wastes, and the clean-up of oil spills.

If research now proceeding at NRC's Prairie Regional Laboratory in Saskatoon, Saskatchewan, bears fruit, yet another branch of fermentation technology might open up. The scientists involved, Drs. Fred Constabel and Wolf Kurz, are studying the preparation of medicinally useful compounds through the culture of cells from higher plants.

Explains Dr. Constabel: "The kinds of plants that we are interested in generally do not grow in Canada; rather they are imported from tropical or subtropical countries. Many contain substances of great medicinal value, and are used for such therapies as arresting the growth of certain forms of cancer and relieving the symptoms of high blood pressure. The most important group of these compounds are called 'alkaloids' and, because they generally exist in such small amounts in these tropical plants, are extremely expensive. The situation is further exacerbated by the fact that the plant supply is not always reliable because of the vagaries of the weather and the political instability in the source countries.

"Thus, there is considerable interest in Canada, as well as in Japan, Germany and the United States, in developing a method of producing these compounds by fermentation techniques, using cultures of cells from these tropical plants."

PRL scientists are investigating new fermentation techniques that might lead to the preparation of medicinally-useful compounds from cultures of pollen cells. Tropical medicinal plants such as the periwinkle (*Catharanthus roseus*) are cultivated in controlled environment greenhouses for their experiments.

Des chercheurs du LRP étudient de nouvelles techniques de fermentation qui pourraient conduire à la préparation de composés médicinaux à partir de cultures de cellules de pollen. Des plantes médicinales tropicales comme la pervenche (*Catharanthus roseus*) sont cultivées en serre chaude, sous conditions contrôlées, et fournissent le pollen utilisé dans les expériences en cours.



Prairie Regional Laboratory/Laboratoire régional des Prairies

La culture des cellules de pollen

Futures usines chimiques microscopiques?

Des chercheurs du Laboratoire régional des Prairies du CNRC, à Saskatoon, dans la Saskatchewan, se penchent sur l'emploi de cultures de cellules de pollen de plantes tropicales pour la synthèse de composés médicinaux.

S'appuyant sur des connaissances dont les premiers exemples remontent à la préhistoire, les techniques faisant appel à la fermentation nous ont donné une foule de produits très utiles allant du yogourt aux antibiotiques les plus essentiels, en passant par le fromage bleu et le Pommard 1966. La science de la fermentation n'a vraiment pris son essor qu'à la fin du dix-neuvième siècle, quand le grand Louis Pasteur a réussi à comprendre le mécanisme de la transformation du jus de raisin en vin grâce aux processus vitaux de minuscules organismes unicellulaires, les levures (et celui du changement du vin en vinaigre à cause de l'action de certaines bactéries).

En 1928, Alexander Fleming donna une nouvelle impulsion à la technologie de la fermentation en découvrant que la moisissure *Penicillium notatum* sécrétait un composé très efficace contre le microbe responsable de la septicémie. Le Seconde Guerre mondiale a vu le développement de techniques pour la production à l'échelle industrielle de la pénicilline, dans de grandes cuves de fermentation, et de nos jours, toute une foule de médicaments sont produits à l'aide d'un grand nombre d'espèces de moisissures et de bactéries. On se sert également de la fermentation à des fins encore plus inattendues allant de l'extraction des métaux contenus dans des minerais de qualité inférieure à la production de gaz combustible à partir de déchets organiques et à l'élimination des nappes de pétrole répandues accidentellement.

Si certains travaux de recherche en cours au Laboratoire régional des Prairies du CNRC, à Saskatoon (Saskatchewan), portent fruit, une nouvelle technique basée sur l'emploi de la fermentation pourrait voir le jour. Deux chercheurs du LRP, les Drs Fred Constabel et Wolf Kurz, ont en effet entrepris d'étudier la préparation de substances médicinales grâce à la culture de cellules de plantes supérieures.

Le Dr Constabel s'explique à ce sujet: «La plupart des plantes auxquelles nous nous intéressons ne poussent que dans les régions tropicales ou semi-tropicales. Certains de leurs dérivés (dont les plus importants appar-

tiennent au groupe des alcaloïdes) ont une grande valeur thérapeutique, qu'il s'agisse de freiner le développement de certains cancers ou de combattre les symptômes de l'hypertension, mais sont d'un coût exorbitant car on ne les retrouve en général qu'à l'état de traces dans ces plantes médicinales. Il est en outre difficile de compter sur un approvisionnement assuré de ces substances médicinales en raison des caprices de la température et de l'instabilité politique dans plusieurs pays

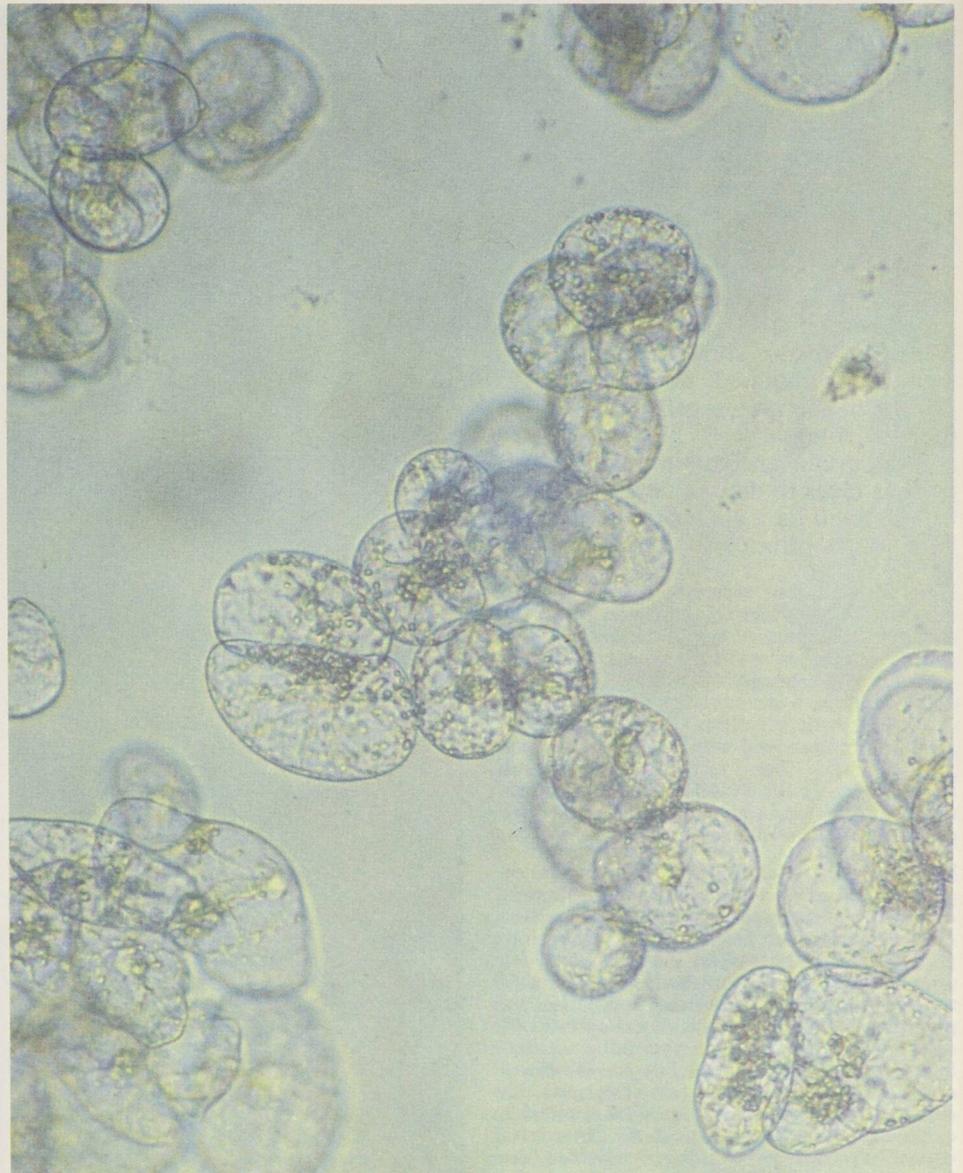
Periwinkle pollen cells are collected and cultured in an artificial medium formulated to promote their growth but not that of the somatic cells that surround them in the floral anthers.

tropicaux.

«On s'intéresse donc vivement au Canada, au Japon, en Allemagne et aux États-Unis, à la possibilité de produire ces substances au moyen de techniques de fermentation basées sur l'emploi de cultures de cellules des plantes médicinales.»

Selon le Dr Constabel, les résultats actuels ne sont pas très encourageants, les rendements obtenus étant trop faibles pour éveiller l'intérêt des compagnies pharmaceutiques. Le problème

On prélève des cellules de pollen de pervenche et on les cultive dans un milieu de culture dont la composition favorise la croissance des cellules de pollen mais non celle des cellules somatiques qui les entourent dans les étamines de fleurs.



Prairie Regional Laboratory/Laboratoire régional des Prairies

So far, according to Constabel, the results have not been very encouraging, mainly because the yields have been too low to interest the pharmaceutical industry. What has been lacking is new varieties in the existing cell lines for use in growing cell material with superior alkaloid-producing qualities. In the experiments performed to date, one of the key problems has been the genetic make-up of the plant cells used. These cells, which are found in most parts of the plant body, have two identical sets of chromosomes and are termed "diploid" (as opposed to the single set or "haploid" condition.) If one attempts to modify a particular gene in one of these chromosomes, using a mutation-inducing agent such as X-rays, the mutation is often neutralized because there is an identical copy of the same gene that is not affected. This is Nature's way of preventing anomalous mutations by having two sets of the cell's genetic blueprint; it quite literally double-checks the encoded information.

"Diploid cells, then, are not ideally suited for use in these studies," says Dr. Constabel. "However, pollen cells formed in flower anthers are haploid, containing only one set of chromosomes, and are quite easy to collect. Our approach, then, has been to grow the plants with medicinal value in greenhouses, induce mutations, and isolate the anthers from their flowers. These are then cultured in an artificial medium formulated to promote the growth of the pollen cells, but not the diploid somatic cells that surround them. Certain enzymatic activities are used as clues to determine if a mutated cell line will be a good producer of the compounds of interest to us."

New fermentation techniques enable scientists not only to culture microorganisms in a continuous manner but to induce them to grow in phase as well. By phase growth is meant the synchronization of the life cycles of all cells in a growing population. Under normal growth conditions, cell populations are quite randomized with respect to age and growth rate. The fermentation column shown, used by the Prairie Regional Laboratory's Fermentation group, is constructed for phase culturing of microorganisms.

De nouvelles techniques de fermentation permettent aux scientifiques non seulement de cultiver les micro-organismes en continu mais également de les induire à se développer en phase. On entend par croissance en phase la synchronisation des cycles vitaux de toutes les cellules dans une population en plein développement. Dans des conditions de croissance normales, les populations cellulaires sont réparties tout à fait aléatoirement quant à l'âge et à la vitesse de croissance. La colonne de fermentation que l'on voit ici, conçue pour la culture en phase des micro-organismes, est utilisée par le groupe des fermentations du Laboratoire régional des Prairies.

It is at this point that Dr. Wolf Kurz enters the scene: "When a mutant cell line has been found to be effective in producing a group of desired compounds, I grow it for three or four weeks in shaker flasks, and then extract some of the cells and see what kind of alkaloids are produced. If valuable alkaloids are present, the cell line is transferred to a bioreactor for large-scale culture under controlled conditions.

"These cells are actually tiny chemical factories, building up the desired compounds from simple nutrients as part of their life processes. We can give the cells a hand and boost the production of the desired compound by feeding them chemical building blocks or precursors that form part of the pathway of synthesis of the final compound. It then becomes a question of economics whether to choose a production method based on the use of

a cheap starting material that yields less final product material, or a more expensive precursor that induces the cells to produce more of the final compound. This situation is analogous to the construction of a house: you could do it by cutting trees and carving your own planks and shingles; on the other hand, it is usually cheaper to buy lumber from a sawmill."

Concludes Dr. Kurz: "The culturing of cells of higher plants to prepare complex compounds is a field of rapidly growing interest that may benefit the pharmaceutical industry if the technical problems of scaling up the present experimental processes are worked out. The price of some very expensive drugs now extracted from tropical plants might drop significantly, allowing their more widespread use in medicine." □

Michel Brochu



Bruce Kane, NRC/CNRC

est l'obtention de nouvelles variétés des souches cellulaires actuelles, variétés qui permettraient d'obtenir des plantes plus riches en alcaloïdes. Les problèmes rencontrés sont de nature génétique et ont trait au type de cellules végétales utilisées, les cellules «diploïdes». Ces dernières, qu'on retrouve dans presque toutes les parties d'une plante, contiennent deux copies identiques de chaque chromosome de la plante, d'où leur nom de diploïdes (par opposition aux cellules sexuelles, dites haploïdes, qui ne contiennent qu'un seul ensemble de chromosomes). Si l'on essaie de provoquer une mutation dans l'un de leurs gènes à l'aide de rayons X, par exemple, l'effet de la mutation est souvent neutralisé par la présence dans la cellule d'une copie non altérée du gène. C'est ainsi que la nature combat les mutations spontanées en conservant deux exemplaires du message génétique: on peut dire qu'elle vérifie le contenu du message génétique des gènes pour éviter les erreurs de transcription.

«Il semble donc que l'emploi de cellules diploïdes pour de telles expériences de mutation ne soit pas la meilleure solution», précise le Dr Constabel. «Cependant, le pollen des fleurs, formé de cellules haploïdes, ne contient qu'un seul «jeu» de chromosomes par cellule et est facile à recueillir. Notre approche scientifique consiste donc à cultiver les plantes médicinales en serre chaude, à y provoquer des mutations et à prélever leurs étamines. Nous cultivons alors ces dernières dans un milieu artificiel dont la composition favorise la croissance des cellules de pollen (haploïdes), mais non celles des cellules somatiques (diploïdes) qui les entourent. À partir d'indices tels que l'activité enzymatique des souches cellulaires mutantes, nous pouvons déterminer si elle produiront les substances médicinales qui nous intéressent en quantité suffisante.»

Le Dr Wolf Kurz prend alors la relève: «Une fois que nous avons identifié une souche cellulaire capable de produire efficacement le groupe de composés désirés, je la cultive pendant trois ou quatre semaines dans des fioles vibratoires, et j'en prélève quelques cellules pour déterminer la nature de leurs alcaloïdes. Si ces derniers s'avèrent utiles, nous transférons la souche cellulaire dans un réacteur biologique pour la cultiver à grande échelle sous conditions contrôlées.

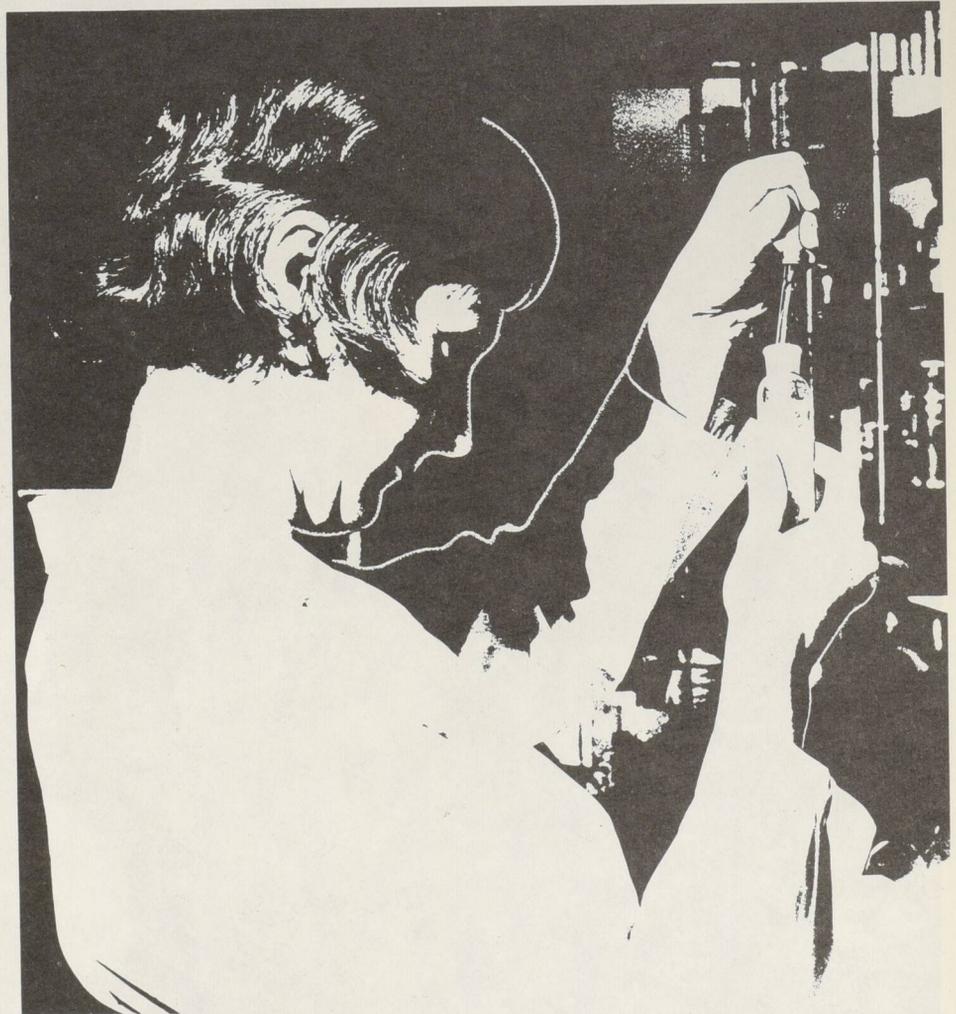
«Ces cellules se comportent alors comme de véritables petites usines chimiques capables de fabriquer les substances désirées à partir d'éléments nutritifs simples, par le jeu de leur activité vitale. Il est possible de leur

donner un coup de main et d'améliorer leur rendement en leur fournissant les «pièces détachées» (qu'on appelle les précurseurs) du composé chimique désiré, c'est-à-dire les composés intermédiaires qu'on retrouve dans la succession de réactions chimiques conduisant à la synthèse du produit final. Il s'agit alors de décider, d'un strict point de vue économique, s'il est plus avantageux d'adopter une technique de fermentation faisant appel à un matériau de départ moins coûteux qui conduit à la production d'une quantité moins importante du composé désiré, ou d'adopter un précurseur plus coûteux qui permet aux cellules de donner un meilleur rendement. Cela fait penser à la construction d'une maison: on peut en construire une en coupant des arbres et en façonnant ses propres

planches et ses bardeaux, mais il est généralement plus économique de les acheter d'un marchand de matériaux de construction.»

Laissons la conclusion au Dr Kurz: «La culture de cellules de plantes supérieures en vue de la synthèse de composés complexes est un domaine scientifique dont l'importance croît rapidement. L'industrie pharmaceutique pourrait en tirer un grand profit s'il était possible de résoudre les problèmes techniques que posera la conversion à l'échelle industrielle des procédés expérimentaux actuels. On verrait alors baisser sensiblement le prix exorbitant de certains médicaments tirés de plantes tropicales, ce qui favoriserait leur emploi accru en médecine.» □

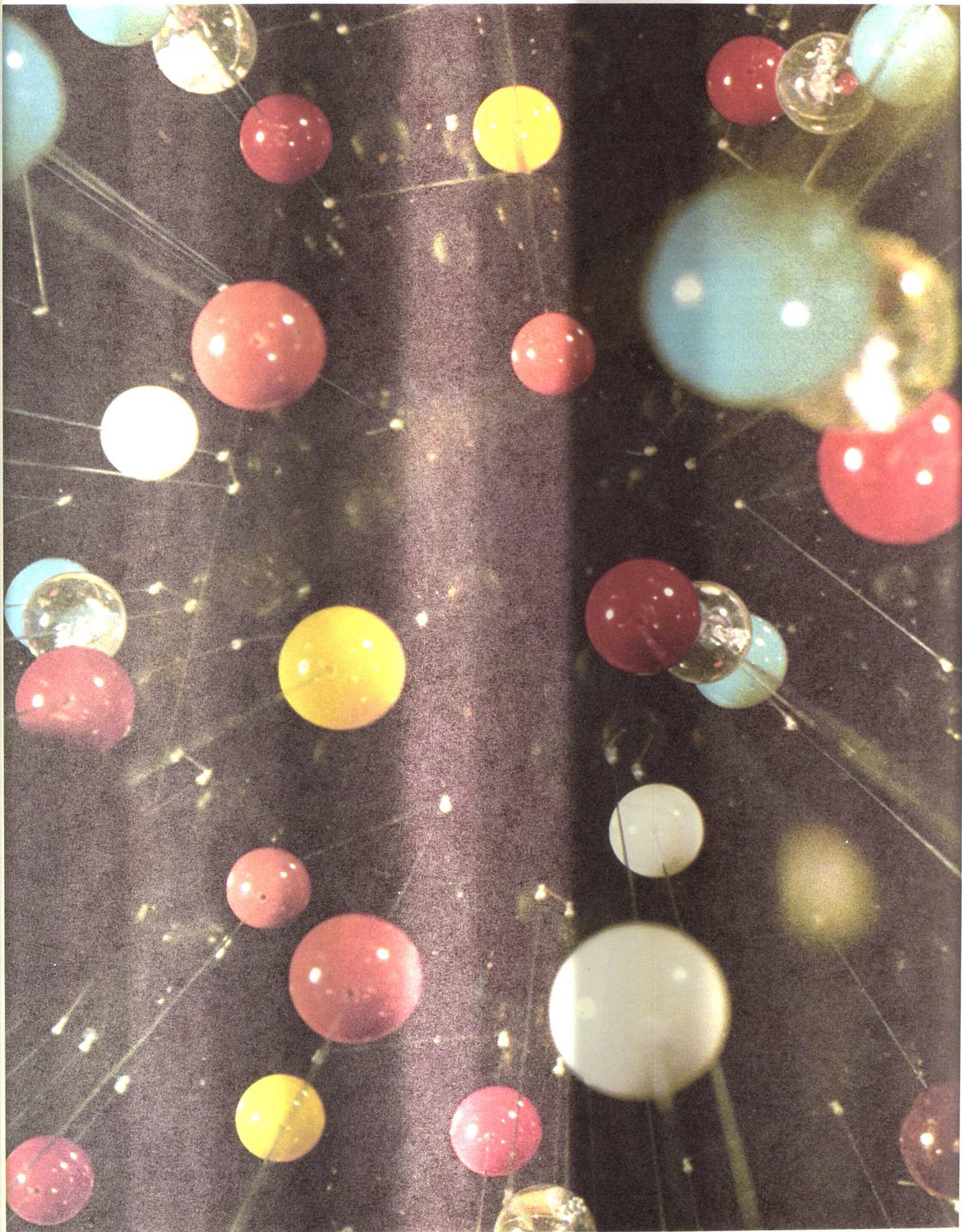
Michel Brochu



Bruce Kane, NRC/CNRC

Cell cultures that are found to yield useful medicinal compounds are transferred to bioreactors where they can be cultured in larger quantities, in carefully controlled conditions. Such laboratory methods might eventually be scaled up and transferred to the pharmaceutical industry, leading to substantial reductions in the cost of certain drugs now extracted from tropical plants.

Les cultures cellulaires qui produisent des composés médicinaux utiles sont transférées dans des réacteurs biologiques. On peut les y cultiver en plus grandes quantités, sous des conditions soigneusement établies. Il pourrait être éventuellement possible de faire passer de telles méthodes de laboratoire à l'échelle de la production industrielle, et de permettre ainsi à l'industrie pharmaceutique de réduire notablement le coût de certains médicaments extraits de plantes tropicales.



Die... die... die...

INDEX/ARTICLES 1978

Acoustics

Noise barriers: sounds or silence? — 10:1, pp. 28, 30

Acoustique

Les écrans acoustiques. L'appel du silence. 10:1, p. 29, 31

ADN

La recombinaison de l'ADN. Mesures de sécurité. 10:6, p. 3

Agriculture

A new soybean cutter bar: Kwik-Cut by White Farm — 10:4, p. 10

Une nouvelle barre de cisaillement. La «Kwik-Cut» de White Farm. 10:4, p. 11

Air Cushion Technology

Riding on air: the Peace River hoverferry — 10:4, p. 34

Analyse des terpènes

L'analyse des terpènes. Les empreintes digitales des conifères. 10:5, p. 9, 11

Anaerobic Digestion

Food-related research: handling organic wastes — 10:2, p. 26

Astronomie

Parc Algonquin. Deux de mieux. 10:1, p. 3

Astronomy

Algonquin Park: celestial two-upmanship — 10:1, p. 2

Astrophysics

Algonquin Park: celestial two-upmanship — 10:1, p. 2

Astrophysique

Parc Algonquin. Deux de mieux. 10:1, p. 3

Awards

Prairie Regional Laboratory Award — 10:5, p. 2

Biochimie

Le vaccin antiméningococcique. Du laboratoire à la production industrielle. 10:4, p. 9

Le diagnostic de la blennorragie. Les symptômes d'une maladie sociale. 10:4, p. 13

Stadol: un analgésique différent des autres. Analgésie sans accoutumance. 10:4, p. 17

Biochemistry

Meningitis vaccine: on the road to production — 10:4, p. 8

Gonorrhoea identification: telling signs of a social disease — 10:4, p. 12

Stadol, a painkiller with punch: analgesia without addiction — 10:4, p. 16

Biomedical Engineering

Detection of childhood scoliosis: the answer lies in the shadows — 10:3, p. 2

Biomedical engineering: coordinating research for the handicapped — 10:3, pp. 10, 12

Breakwater Construction

Dolos: breakwater breakthrough — 10:1, pp. 10, 12

Building Research

Permafrost: land in the ice — 10:2, pp. 18, 20

Building research at NRC: practical contributions to a major industry — 10:4, p. 32

Cancer Research

New insights into cancer: fitting pieces into the jigsaw puzzle — 10:5, pp. 26, 28, 30

Cell Culturing

A new tool for plant breeders: quick-freezing plant cell cultures — 10:5, pp. 12, 14

Pollen cell cultures. Microscopic chemical factories of tomorrow? 10:6, pp. 20, 22

Cell Proliferation

New insights into cancer: fitting pieces into the jigsaw puzzle — 10:5, pp. 26, 28, 30

Cellules de tumeur

Nouvelles connaissances sur le cancer. Nouvelles pièces pour le puzzle. 10:5, p. 27, 29, 31

Central téléphonique électronique

Le central téléphonique de Mitel. Un bon point pour l'esprit d'entreprise canadien. 10:5, p. 22, 24

Chauffage solaire

Une technologie à développer. Le chauffage solaire. 10:2, p. 5, 7, 9

Chemotaxonomy

Terpene analysis: chemical clues to conifer kinship. 10:5, pp. 8, 10

Chimie moléculaire

L'ordinateur remplace l'éprouvette. Comment simuler un liquide. 10:1, p. 5

Chimiotaxonomie

L'analyse des terpènes. Les empreintes digitales des conifères. 10:5, p. 9, 11

Coastal Engineering

Dolos: breakwater breakthrough — 10:1, pp. 10, 12

Communication radio

La compagnie Ferritronics Ltd. Communications sans paroles. 10:5, p. 17

Computers

Computerized rivers: breakthrough in power generation — 10:5, pp. 18, 20

Computer-aided Learning

Computer-aided learning: education wired for the individual — 10:4, p. 36

Computer Graphics

Computer graphics: a space-age approach to medicine — 10:3, pp. 18, 20

Computer Simulation

A computer in the test tube: simulating a liquid — 10:1, p. 4

Conservation des espèces végétales

La congélation des cellules végétales. Progrès en phyto-génétique. 10:5, p. 13, 15

Construction des brise-lames

Le dolos. Un progrès pour les brise-lames. 10:1, p. 11, 13

Construction Industry

Building research at NRC: practical contributions to a major industry — 10:4, p. 32

Culture des cellules

La culture des cellules de pollen. Futures usines chimiques microscopiques? 10:6, p. 21, 23

Culture des cellules végétales

La congélation des cellules végétales. Progrès en phyto-génétique. 10:5, p. 13, 15

Digestion anaérobie

Recherche alimentaire. Le traitement des déchets organiques — 10:2, p. 27

Distinction

Distinction décernée au Laboratoire régional des Prairies. 10:5, p. 3

Dinosaures

La mort des dinosaures. Une extinction aussi soudaine que totale. 10:3, p. 5, 7, 9

Dinosaurs

Sudden and complete extinction: the demise of the dinosaurs — 10:3, pp. 4, 6, 8

DNA

Recombinant DNA guidelines: safety first — 10:6, p. 2

Dolos

Dolos : breakwater breakthrough — 10:1, pp. 10, 12
Le dolos. Un progrès pour les brise-lames. 10:1, p. 11, 13

Earth science

Sudden and complete extinction: the demise of the dinosaurs — 10:3, pp. 4, 6, 8

Electrical Engineering

Lightning: nature's fireworks — 10:3 p. 22
DC versus AC: the war of the currents — 10:3, pp. 24, 26

Electron Microscope

Scanning electron microscope: small is beautiful — 10:6, pp. 4, 6

Electron Physics

Transfer in ultrahigh vacuum: another Canadian first — 10:3, pp. 28, 30

Electronics

The Mitel telephone exchange: a plus for Canadian entrepreneurship — 10:5, p. 22, 24
Ferritronics Ltd: radio communication without voice — 10:5, p. 16

Electronique

Le central téléphonique de Mitel. Un bon point pour l'esprit d'entreprise canadien. 10:5, p. 22, 24
La compagnie Ferritronics Ltd. Communications sans paroles. 10:5, p. 17

Electromagnetic Radiation

Electromagnetic pollution: how safe is safe? — 10:1, pp. 20, 22

Energy

Car fan research at NRC: stretching our energy supplies a little further — 10:1, pp. 6, 8
Three-bedroom laboratories: experiments in energy conservation — 10:1, p. 18
Balancing the energy budget: conserving tomorrow — 10:1, pp. 24, 26
A technology in ferment: solar heating — 10:2, pp. 4, 6, 8
Food-related research: handling organic wastes — 10:2, p. 27
Choices for the future: energy technology — 10:3, pp. 14, 16
Computerized rivers: breakthrough in power generation — 10:5, pp. 18, 20
Sun and wind power on display: Rideau Falls renewable energy exhibit — 10:6, pp. 12, 14
Fusion: the ultimate energy source — 10:6, pp. 16, 18

Energie

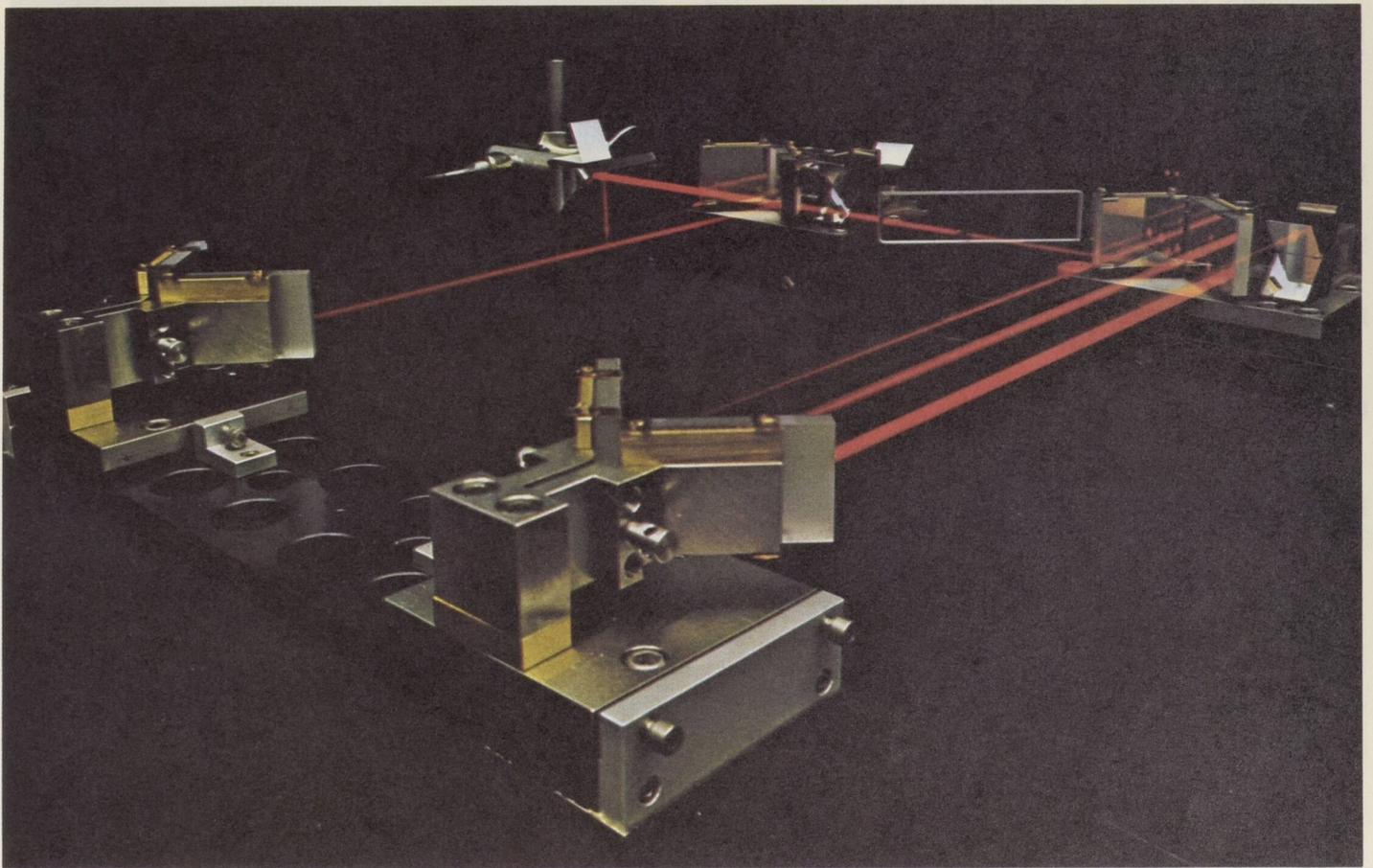
Les ventilateurs d'automobiles. On ira un peu plus loin avec un plein d'essence. 10:1, p. 7, 9
Les laboratoires à trois chambres à coucher. Recherche sur l'économie d'énergie. 10:1, p. 19
L'équilibre du budget énergétique. Economisons pour l'avenir! 10:1, p. 25, 27
Une technologie à développer. Le chauffage solaire. 10:2, p. 5, 7, 9
Recherche alimentaire. Le traitement des déchets organiques. 10:2, p. 27
Options pour l'avenir. Energie et technologie. 10:3, p. 15, 17
Des rivières automatisées. Progrès en énergie hydro-électrique. 10:5, p. 19, 21
Le Soleil et le vent à l'œuvre. Les énergies renouvelables aux chutes Rideau. 10:6, p. 13, 15
La fusion thermonucléaire. Source d'énergie de demain. 10:6, p. 17, 19

Enseignement assisté par ordinateur

L'enseignement assisté par ordinateur. L'éducation sur mesure. 10:4, p. 37

Environment

Electromagnetic pollution: how safe is safe? — 10:1, pp. 20, 22
Noise barriers: sounds or silence? — 10:1, pp. 28, 30
Lichens: a partnership in simple plants — 10:2, pp. 10, 12, 14
Stress and health: is stress regulated by the sun? — 10:2, pp. 22, 24
Sudden and complete extinction: the demise of the dinosaurs — 10:3, pp. 4, 6, 8
Scrap metal recycling: profitable junk — 10:4, pp. 4, 6
A new tool for plant breeders: quick-freezing plant cell cultures — 10:5, p. 12, 14



Volker Seding

Environnement

- La pollution électromagnétique. Un danger pour la société? 10:1, p. 21, 23
- Les écrans acoustiques. L'appel du silence. 10:1, p. 29, 31
- Les lichens. Histoire d'un «mariage» heureux. 10:2, p. 11, 13, 15
- Le stress et la santé. Soleil et biorythmes. 10:2, pp. 23, 25
- La mort des dinosaures: Une extinction aussi soudaine que totale. 10:3, p. 5, 7, 9
- Le recyclage des vieux tacots. Une mine à exploiter. 10:4, p. 5, 7
- La congélation des cellules végétales. Progrès en phyto-génétique. 10:5, p. 13, 15

Étalons

- L'étalon métrique canadien. Sur la bonne longueur d'onde. 10:2, p. 17
- Protocole des mesures normalisé. La mesure de la mesure. 10:4, p. 31

Fermentation

- Pollen cell cultures: microscopic chemical factories of tomorrow? 10:6, pp. 20, 22
- La culture des cellules de pollen. Futures usines chimiques microscopiques? 10:6, p. 21, 23

Food Research

- Prairie Regional Laboratory Award — 10:5, p. 2

Forestry

- Terpene analysis: chemical clues to conifer kinship — 10:5, pp. 8, 10

Foudre

- La foudre. Un feu d'artifice naturel. 10:3, p. 23

Fusion

- Fusion: the ultimate energy source? — 10:6, pp. 16, 18

Fusion nucléaire

- La fusion thermonucléaire. Source d'énergie de demain? 10:6, p. 17, 19

Genetic Engineering

- Recombinant DNA guidelines: safety first — 10:6, p. 2

Génie biomédical

- Dépistage de la scoliose infantile. Trahie par son ombre. 10:3, p. 3
- Le génie biomédical. La recherche au service des handicapés. 10:3, p. 11, 13

Génie côtier

- Le dolos. Un progrès pour les brise-lames. 10:1, p. 11, 13

Génie électrique

- La foudre. Un feu d'artifice naturel. 10:3, p. 23
- CC contre CA. La guerre des courants. 10:3, p. 25, 27

Génie forestier

- L'analyse des terpènes. Les empreintes digitales des conifères. 10: 5, p. 9, 11

Génie mécanique

- Les ventilateurs d'automobiles. On ira un peu plus loin avec un plein d'essence. 10:1, p. 7, 9
- Protection des aiguillages de voies ferrées. Un parapluie d'un genre particulier: l'air. 10:4, p. 15

HC₉N

- Algonquin Park: celestial two-upmanship — 10:1, p. 2
- Parc Algonquin. Deux de mieux. 10:1, p. 3

Health

- Stress and health: is stress regulated by the sun? 10:2, pp. 22, 24

- Meningitis vaccine: on the road to production — 10:4 p. 8
 Gonorrhoea identification: telling signs of a social disease — 10:4, p. 12
 Stadol, a painkiller with punch: analgesia without addiction — 10:4, p. 16

Hydraulics

- Dolos: breakwater breakthrough — 10:1, pp. 10, 12

Hydraulique

- Le dolos. Un progrès pour les brise-lames. 10:1, p. 11, 13

Hydroélectricité

- Des rivières automatisées. Progrès en énergie hydro-électrique. 10: 5, p. 19, 21

Infographie

- L'infographie en médecine. Une approche révolutionnaire. 10:3, p. 19, 21

Information technique

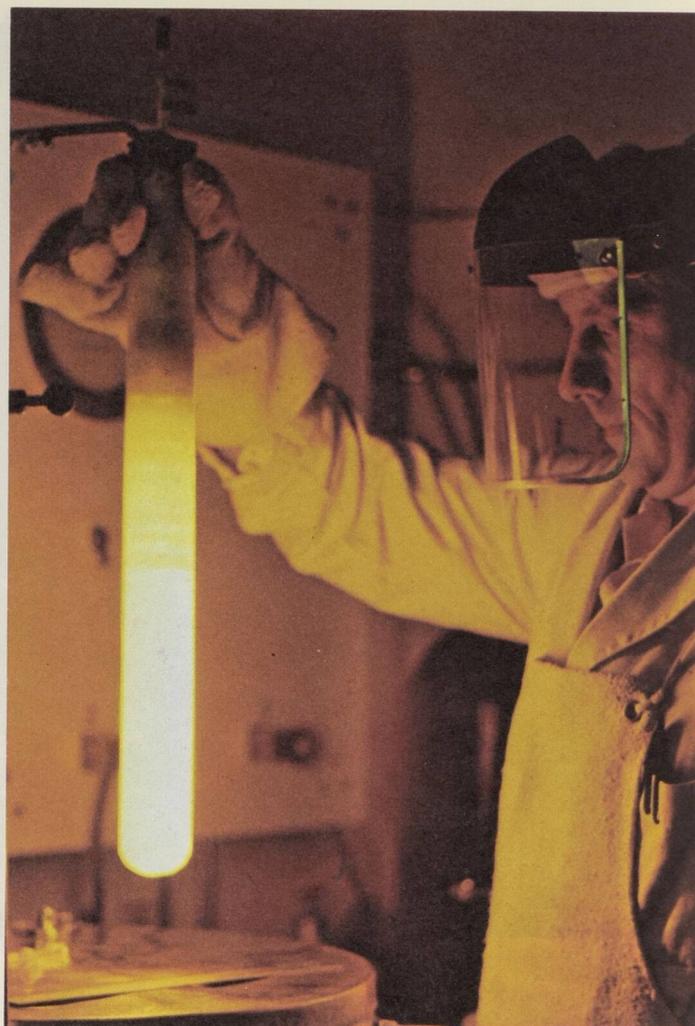
- Le Service d'information technique. La réponse à vos problèmes techniques. 10:4, p. 23, 25
 La recherche en bâtiment au CNRC. Des retombées pratiques pour l'industrie. 10:4, p. 33

Industrial Research Assistance Program (IRAP)

- Car fan research at NRC: stretching our energy supplies a little further — 10:1, pp. 6, 8
 Diffracto Limited: an eye for industry — 10:2, pp. 28, 30
 Scrap metal recycling: profitable junk — 10:4, pp. 4, 6
 A new soybean cutter bar: Kwik-Cut by White Farm — 10:4, p. 10
 Stadol, a painkiller with punch: analgesia without addiction — 10:4, p. 16
 Computerized rivers: breakthrough in power generation — 10:5, pp. 18, 20
 The Mitel telephone exchange: a plus for Canadian entrepreneurship — 10:5, pp. 22, 24
 Ferritronics Ltd: radio communication without voice — 10:5, p. 16
 Slap-shot strategy: plastic makes perfect — 10:5, pp. 4, 6
 Scanning electron microscope: small is beautiful — 10:6, pp. 4, 6

Industrie

- L'étalon métrique canadien. Sur la bonne longueur d'onde. 10:2, p. 17
 Dépistage de la scoliose infantile. Trahie par son ombre. 10:3, p. 3
 Le recyclage des vieux tacots. Une mine à exploiter. 10:4, p. 5, 7
 Le vaccin antiméningococcique. Du laboratoire à la production industrielle. 10:4, p. 9
 Une nouvelle barre de cisaillement. La «Kwik-Cut» de White Farm — 10:4, p. 11
 Le diagnostic de la blennorragie. Les symptômes d'une maladie sociale. 10:4, p. 13
 Protection des aiguillages de voies ferrées. Un parapluie d'un genre particulier: l'air. 10:4, p. 15
 Stadol, un analgésique différent des autres. Analgésie sans accoutumance. 10:4, p. 17
 Un bras pour la navette. Approbation du projet. 10:4, p. 19
 Le Service d'information technique. La réponse à vos problèmes techniques. 10:4, p. 23, 25
 Les installations nationales du CNRC. Bien plus que du vent et de l'eau. 10:4, p. 27, 29
 Protocole des mesures normalisé. La mesure de la mesure. 10:4, p. 31



Bruce Kane, NRC/CNRC

- La recherche en bâtiment au CNRC. Des retombées pratiques pour l'industrie. 10:4, p. 33
 Il flotte... sur des coussins d'air. Le traversier de la Peace River. 10:4, p. 35
 L'enseignement assisté par ordinateur. L'éducation sur mesure. 10:4, p. 37
 Le central téléphonique de Mitel. Un bon point pour l'esprit d'entreprise canadien. 10:5, p. 23, 25
 La compagnie Ferritronics Ltd. Communications sans paroles. 10:5, p. 17
 La fusion thermonucléaire. Source d'énergie de demain? 10:6, p. 17, 19
 Droit au but. La perfection grâce au plastique. 10:5, p. 5, 7

Industrie de la construction

- La recherche en bâtiment au CNRC. Des retombées pratiques pour l'industrie. 10:4, p. 33

Industry

- Canada's length standard: metre for millions — 10:2, p. 16
 Detection of childhood scoliosis: the answer lies in the shadows — 10:3, p. 2
 Scrap metal recycling: profitable junk. 10:4, pp. 4, 6
 Meningitis vaccine: on the road to production — 10:4, p. 8
 A new soybean cutter bar: Kwik-Cut by White Farm — 10:4, p. 10.
 Gonorrhoea identification: telling signs of a social disease — 10: 4, p. 12

Railroad switch protector: an air umbrella — 10:4, p. 14
 Stadol, a painkiller with punch: analgesia without addiction — 10:4, p. 16
 An arm for a spacecraft: design OK — 10:4, p. 18
 Technical Information Service: practical answers to technical questions — 10:4, pp. 22, 24
 NRC's national facilities: of wind and water — 10:4, pp. 26, 28
 Standard practice: measure for measure — 10:4, p. 30
 Building research at NRC: practical contributions to a major industry — 10:4, p. 32
 Riding on air: the Peace River hoverferry — 10:4, p. 34
 Computer-aided learning: education wired for the individual — 10:4, p. 36
 The Mitel telephone exchange: a plus for Canadian entrepreneurship — 10:5, pp. 22, 24
 Ferritronics Ltd.: radio communication without voice — 10:5, p. 16
 Fusion: the ultimate energy source — 10:6, pp. 16, 18
 Slap-shot strategy: plastic makes perfect — 10:5, pp. 4, 6

Installations nationales

Les installations nationales du CNRC. Bien plus que du vent et de l'eau. 10:4, p. 27, 29

Laboratoire de construction navale

Les installations nationales du CNRC. Bien plus que du vent et de l'eau. 10:4, p. 27, 29

Lasers

Laser detection of fingerprints — new light on an old subject — 10:1, pp. 14, 16
 Détection au laser des empreintes digitales. Nouvelle lumière sur un vieux problème. 10:1, p. 15, 17
 Diffracto Limited: an eye for industry — 10:2, pp. 28, 30
 Diffracto Limited. L'œil de la machine. 10:2, p. 29, 31

Lichens

Lichens: a partnership in simple plants — 10:2, pp. 10, 12, 14
 Les lichens. Histoire d'un «mariage» heureux. 10:2, p. 11, 13, 15

Lightning

Lightning: nature's fireworks — 10:3, p. 22

Manipulations génétiques

La recombinaison de l'ADN. Mesures de sécurité. 10:6, p. 3

Mechanical Engineering

Car fan research at NRC: stretching our energy supplies a little further — 10:1, pp. 6, 8
 Railroad switch protector: an air umbrella — 10:4, p. 14

Microscopie électronique

Le microscope électronique à balayage. Les merveilles de l'infiniment petit. 10:6, p. 5, 7

Molecular Chemistry

A computer in the test tube: simulating a liquid — 10:1, p. 4.

National Facilities

NRC's national facilities: of wind and water — 10:4, pp. 26, 28

Navette spatiale

Un bras pour la navette. Approbation du projet. 10:4, p. 19

Nuclear Physics

TRIUMF: an update — 10:2, p. 2

Optics

Diffracto Limited: an eye for industry — 10:2, pp. 28, 30

Optique

Diffracto Limited. L'œil de la machine. 10:2, p. 29, 31

Ordinateurs

Des rivières automatisées. Progrès en énergie hydro-électrique. 10:5, p. 19, 21

Pergélisol

Le pergélisol. Terre de glace. 10:2, p. 19, 21

Permafrost

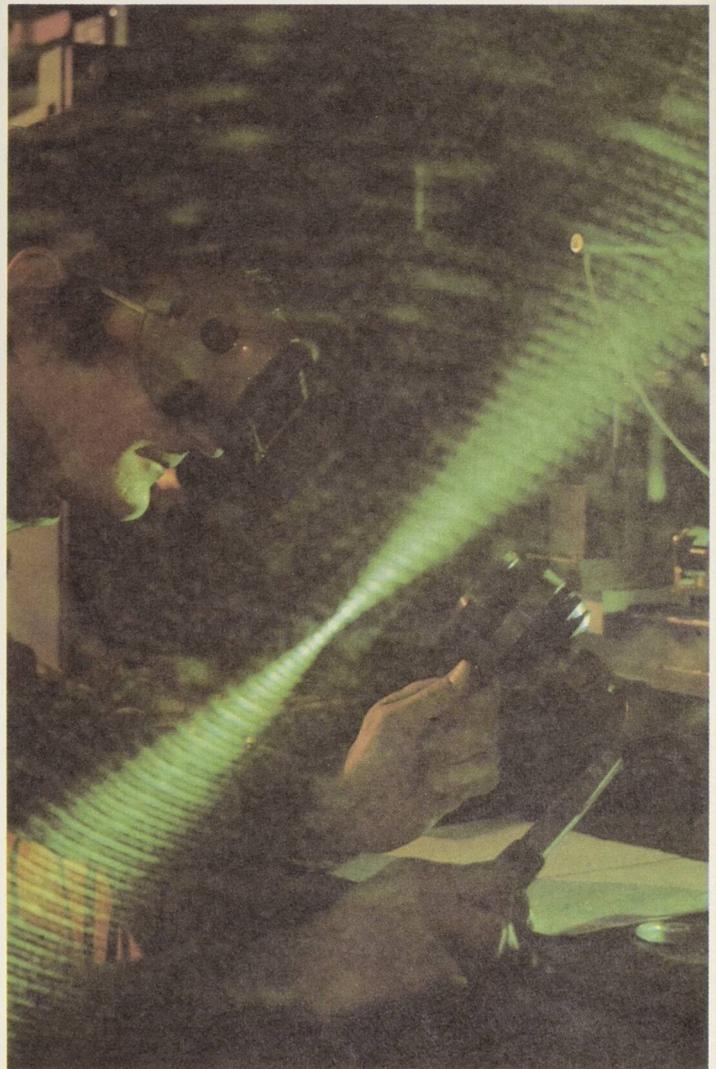
Permafrost: land in the ice — 10:2, pp. 18, 20

Physique électronique

Le transfert dans l'ultravide. Une autre réalisation canadienne. 10:3, p. 29, 31

Physique nucléaire

TRIUMF: derniers développements. 10:2, p. 3



Bruce Kane, NRC/CNRC

Plant Preservation

A new tool for plant breeders: quick-freezing plant cell cultures — 10:5, pp. 12, 14

Pollution

Electromagnetic pollution: how safe is safe? — 10:1, pp. 20, 22

La pollution électromagnétique. Un danger pour la société? 10:1, p. 21, 23

- Noise barriers: sounds or silence? — 10:1, pp. 28, 30
 Les écrans acoustiques. L'appel du silence. 10:1, p. 29, 31
 Lichens: a partnership in simple plants — 10:2, pp. 10, 12, 14
 Les lichens. Histoire d'un «mariage» heureux. 10:2, p. 11, 13, 15
 Food-related research: handling organic wastes — 10:2, p. 26
 Recherche alimentaire. Le traitement des déchets organiques. 10:2, p. 27
 Scrap metal recycling: profitable junk — 10:4, pp. 4, 6
 Le recyclage des vieux tacots. Une mine à exploiter. 10:4, p. 5, 7
- Power Generation**
 Computerized rivers: breakthrough in power generation — 10:5, pp. 18, 20
- Power Transmission**
 DC versus AC: the war of the currents — 10:3, pp. 24, 26
- Prolifération cellulaire**
 Nouvelles connaissances sur le cancer. Nouvelles pièces pour le puzzle. 10:5, p. 27, 29, 31
- Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI)**
 Les ventilateurs d'automobiles. On ira un peu plus loin avec un plein d'essence. 10:1, p. 7, 9
 Diffracto Limited. L'œil de la machine. 10:2, p. 29, 31
 Le recyclage des vieux tacots. Une mine à exploiter. 10:4, p. 5, 7
 Une nouvelle barre de cisaillement. La «Kwik-Cut» de White Farm. 10:4, p. 11
 Stadol: un analgésique différent des autres. Analgésie sans accoutumance. 10:4, p. 17
 Des rivières automatisées. Progrès en énergie hydro-électrique. 10:5 p. 19, 21
 Le central téléphonique de Mitel. Un bon point pour l'esprit d'entreprise canadien. 10:5, p. 23, 25
 La compagnie Ferritronics Ltd. Communications sans paroles. 10:5, p. 17
 Droit au but. La perfection grâce au plastique. 10:5, p. 5, 7
 Le microscope électronique à balayage. Les merveilles de l'infiniment petit. 10:6, p. 5, 7
- Programme des projets "Industrie-Laboratoires" (PPIL)**
 Le vaccin antiméningococcique. Du laboratoire à la production industrielle. 10:4, p. 9
 Le diagnostic de la blennorragie. Les symptômes d'une maladie sociale. 10:4, p. 13
 Protection des aiguillages de voies ferrées. Un parapluie d'un genre particulier: l'air. 10:4, p. 15
 Il flotte . . . sur des coussins d'air. Le traversier de la Peace River. 10:4, p. 35
 L'enseignement assisté par ordinateur. L'éducation sur mesure. 10:4, p. 37, 39
- Program for Industry/Laboratory Projects (PILP)**
 Meningitis vaccine: on the road to production — 10:4, p. 8
 Gonorrhoea identification: telling signs of a social disease — 10:4, p. 12
 Railroad switch protector: an air umbrella — 10:4, p. 14
 Riding on air: the Peace River hoverferry — 10:4, p. 34
 Computer-aided learning: education wired for the individual — 10:4, pp. 36, 38
- Protubérances solaires**
 Le Soleil ausculté. Observation d'une éruption majeure. 10:6, p. 9, 11
- Radioastronomie**
 Le Soleil ausculté. Observation d'une éruption majeure. 10:6, p. 9, 11
- Radio astronomy**
 Scanning the sun: team effort records the sun's biggest boom — 10:6, pp. 8, 10
- Radio Communication**
 Ferritronics Ltd.: radio communication without voice — 10:5, p. 16
- Rayonnement électromagnétique**
 La pollution électromagnétique. Un danger pour la société? 10:1, p. 21, 23
- Recherche alimentaire**
 Distinction décernée au Laboratoire régional des Prairies. 10:5, p. 3
- Recherches en bâtiment**
 Le pergélisol. Terre de glace. 10:2, p. 19, 21
 La recherche en bâtiment au CNRC. Des retombées pratiques pour l'industrie. 10:4, p. 33
- Recherche sur le cancer**
 Nouvelles connaissances sur le cancer. Nouvelles pièces pour le puzzle. 10:5, p. 27, 29, 31
- Remote Manipulator**
 An arm for a spacecraft: design OK — 10:4, p. 18
- Réseaux électriques**
 CC contre CA. La guerre des courants. 10:3, p. 25, 27
- Santé**
 Le stress et la santé. Soleil et biorythmes. 10:2, p. 23, 25
 Le vaccin antiméningococcique. Du laboratoire à la production industrielle. 10:4, p. 9
 Le diagnostic de la blennorragie. Les symptômes d'une maladie sociale. 10:4, p. 13
 Stadol: un analgésique différent des autres. Analgésie sans accoutumance. 10:4, p. 17
- Sciences de la Terre**
 La mort des dinosaures. Une extinction aussi soudaine que totale. 10:3, p. 5, 7, 9
- Scoliose**
 Dépistage de la scoliose infantile. Trahie par son ombre. 10:3, p. 3
- Scoliosis**
 Detection of childhood scoliosis: the answer lies in the shadows — 10:3, p. 2
- SEMCO**
 Scanning electron microscope: small is beautiful. 10:6, pp. 4, 6
 Le microscope électronique à balayage. Les merveilles de l'infiniment petit. 10:6, p. 5, 7
- Ship Laboratory**
 NRC's national facilities: of wind and water. 10:4, pp. 26, 28
- Simulation informatique**
 L'ordinateur remplace l'éprouvette. Comment simuler un liquide. 10:1, p. 5
- Solar Flares**
 Scanning the sun: team effort records the sun's biggest boom. 10:6, pp. 8, 10
- Solar Heating**
 A technology in ferment: solar heating. 10:2, pp. 4, 6, 8

Souffleries

Les installations nationales du CNRC. Bien plus que du vent et de l'eau. 10:4, p. 27, 29

Space Shuttle

An arm for a spacecraft: design OK. 10:4, p. 18

Standards

Canada's length standard: metre for millions — 10:2, p. 16

Standard practice: measure for measure — 10:4, p. 30

Technical Information

Technical Information Service: practical answers to technical questions — 10:4, pp. 22, 24

Building research at NRC: practical contributions to a major industry — 10:4, p. 32

Technique des coussins d'air

Il flotte . . . sur des coussins d'air. Le traversier de la Peace River. 10:4, p. 35

Télemanipulateur de la navette spatiale

Un bras pour la navette. Approbation du projet. 10:4, p. 19

Terpene Analysis

Terpene analysis: chemical clues to conifer kinship — 10:5, pp. 8, 10

Transportation

Car fan research at NRC: stretching our energy supplies a little further — 10:1, pp. 6, 8

Railroad switch protector: an air umbrella — 10:4, p. 14

Transports

Les ventilateurs d'automobiles. On ira un peu plus loin avec un plein d'essence. 10:1, p. 7, 9

Protection des aiguillages de voies ferrées. Un parapluie d'un genre particulier: l'air. 10:4, p. 15

TRIUMF

TRIUMF: an update — 10:2, p. 2

TRIUMF: derniers développements. 10:2, p. 3

Tumor Cells

New insights into cancer: fitting pieces into the jigsaw puzzle — 10:5, pp. 26, 28, 30

Ultrahigh Vacuum

Transfer in ultrahigh vacuum: another Canadian first — 10:3, pp. 28, 30

Ultravide

Le transfert dans l'ultravide. Une autre réalisation canadienne. 10:3, p. 29, 31

Wind Tunnels

NRC's national facilities: of wind and water — 10:4, pp. 26, 28



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

National Research Council Canada / Conseil national de recherches Canada

**OTTAWA
CANADA
K1A 0R6**

Public Information - Information publique

1978/6

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

NAME - NOM

TITLE - TITRE

ORGANIZATION - ORGANISME

STREET - RUE

CITY - VILLE

PROVINCE

POSTAL CODE POSTAL

COUNTRY - PAYS

FASTEN HERE - SCOLLER ICI

THE INDUSTRIAL MATERIALS RESEARCH INSTITUTE

As part of a series of new measures designed to stimulate industrial research and development in Canada, the government recently approved the establishment by NRC of an Industrial Materials Research Institute, (IMRI) to be located on the south shore of the St. Lawrence near Montreal in the province of Québec.

This decision follows an extensive planning study carried out on behalf of NRC by a group under the direction of Dr. Roger Blais from the Montreal École polytechnique, a task which involved detailed consultation with Canada's industrial, government and university sectors.

The Industrial Materials Research Institute's first director is Mr. George L. Bata, formerly the Director of Technology at Union Carbide Canada Limited. Mr. Bata assumed his new post on October 2nd, 1978, bringing with him many years of experience in materials technology.

The new Institute is expected to bring significant benefit to both primary and secondary industry across Canada, concentrating its attention in such areas as corrosion, welding and joining, tribology, and forming techniques, and will at the same time provide French-speaking engineers and scientists with a better opportunity to participate directly in NRC's research and development activities.

Construction of the new laboratory is expected to begin in 1979 at a total capital cost of 17.5 million dollars. Approximately one third of its annual operating costs will be used to fund external research, mainly in industry.

L'INSTITUT DE GÉNIE DES MATÉRIAUX

Dans le cadre d'une nouvelle série de mesures destinées à favoriser l'essor de la recherche et du développement industriels au Canada, le gouvernement fédéral a récemment approuvé la création de l'Institut de génie des matériaux (IGM) du CNRC, qui sera établi sur la rive sud du Saint-Laurent près de Montréal.

Cette décision fait suite à une étude de grande envergure effectuée pour le compte du CNRC par un groupe dirigé par le Dr Roger Blais, de l'École polytechnique de Montréal. Ce groupe a procédé à une consultation en profondeur des milieux industriel, gouvernementaux et universitaire canadiens.

Le premier directeur de l'IGM est M. Georges Bata, ex-directeur de la technologie à la compagnie Union Carbide Limited. M. Bata occupe son nouveau poste depuis le 2 octobre 1978 et possède déjà plusieurs années d'expérience dans le domaine de la technologie des matériaux. Le nouvel institut profitera grandement aux secteurs primaire et secondaire de l'industrie canadienne, et fera particulièrement porter ses activités dans les domaines de la corrosion, du soudage et des jonctions, de la tribologie et de la mise en forme. Il devrait également permettre aux scientifiques et ingénieurs francophones de participer plus directement aux activités de recherche et de développement du CNRC.

La construction du nouveau laboratoire doit commencer en 1979 et son coût atteindra 17,5 millions de dollars. Environ le tiers du budget annuel de fonctionnement de l'IGM servira à financer les travaux de recherche extra-muros, principalement dans l'industrie.

CUT - DÉCOUPEZ

IS YOUR ADDRESS LABEL CORRECT?

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

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

VOS NOM ET ADRESSE COMPORTENT-ILS UNE ERREUR?

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

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

ACQUISITIONS SECTION
M-55
B 031292 01-(M)


National Research Council
Canada
Ottawa Canada
K1A 0R6
Conseil national de recherches
Canada
Ottawa Canada
K1A 0R6

PLIEZ VERS L'INTERIEUR

FOLD IN

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

CUT - DÉCOUPEZ

