

Sci
84155
112 #5
1980
M...ION

CANADA INSTITUTE FOR
N. R. C. G.

NOV 23 198

N. R. C.
INSTITUT CANADIEN DE

FIRE/L'INCENDIE

SCIENCE DIMENSION



National Research Council Canada
Conseil national de recherches Canada

Vol. 12, No. 5, 1980

ISSN 0036-830X

Indexed in the Canadian Periodical Index

This publication is available in microform.

CONTENTS

- 4 Fire Research Field Station**
Expansion of existing facilities
- 8 Measuring magnetism**
MAGSAT
- 14 Briefly...**
- 16 Simple salts come to the rescue**
Solar storage race warms up
- 22 Help industry**
Incubator Program
- 24 A discipline for the Renaissance man**
The heart of the matter investigated
- 28 Gas on the rocks**
Heat is cold storage

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 from that source. Enquiries should be addressed to: The Editor, Science Dimension NRC, Ottawa, Ontario, K1A 0R6, Canada. Tel. (613) 993-3041.

Editor-in-chief Loris Racine

Editor Wayne Campbell

Executive Editor Joan Powers Rickerd

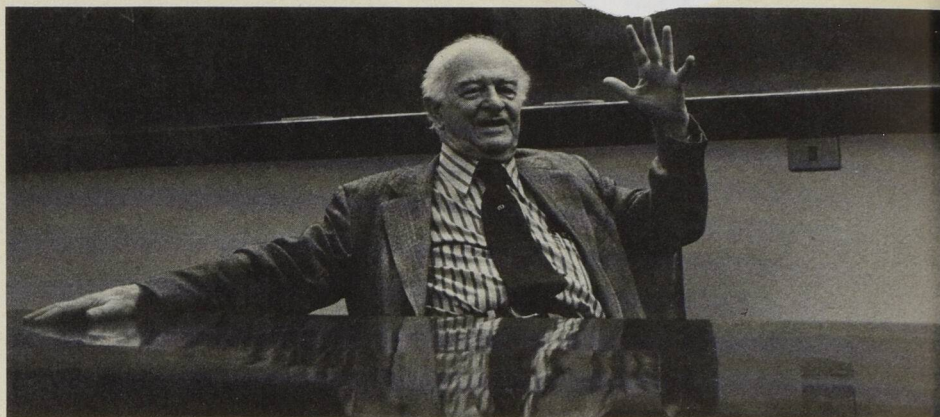
Design Acart Graphic Services

Editorial Production Coordinator Diane Bisson Staigh

Printed in Canada by Dolco

31159-9-0742

Linus Pauling vis.



Anyone present to hear American Nobel Laureate chemist Dr. Linus Pauling speak to Council scientists last June 6, 1980, at NRC's Sussex Drive Laboratory, could just as well have watched the audience to take the man's measure. The conversations and moving about, the usual prelude to such an event, were missing. Instead, the scientists simply looked at him in silence, an unintended tribute to one of the few men of science who need no introduction. Here was a colleague who occupied center stage over the last half century of science, a researcher whose ideas did much to shape the disciplines of the chemists and biological scientists in the room. His great work on the nature of the chemical linkages that bind the elements—for which he received the Nobel Prize in 1954—was done before many of the people in the audience were born.

When he spoke briefly on a chemical bonding problem that intrigued him, it was with a power and precision that belied his 79 years. There were hints in his delivery of the renowned Pauling self-confidence, a trait that earned him the enmity of the nuclear weapons' makers in postwar America and a second Nobel Prize in 1963, this one for Peace. The talk was short because Pauling sensed that the crowd wanted to converse with him directly, to get to know him off the lectern.

The pattern of the conversation pretty much followed the unfolding of Pauling's career, beginning where he began back in the 1930's with questions about chemical bonding. The chemists in the group knew that his application of quantum theory to classical chemistry in those early days revolutionized the perception of how atoms bond together to form the myriad substances found in nature. His concept of resonance, that matter bound together in certain ways can behave as if it is in several forms at once, was a leap of intellectual boldness comparable to Einstein's outlandish assertion that time and space are pliant.

Pauling was one of the first of a group of chemists and physicists who invaded biology in the '40s and '50s, transforming it beyond recognition. Of Pauling, it is said that he virtually created the field of molecular biology. Early on, he sensed (rather than discovered) the vital first rule of this new discipline—that the biological function of molecules in living systems derives from their physical structure and the distribution of electrical charges.

With Dr. Robert Corey in the early 1950's, Pauling worked out the physical structure of the red blood cell protein hemoglobin, a feat that led him to the concept of molecular disease later on when he detected a minor, but devastating, alteration in the hemoglobin structure of people with sickle cell anemia. From molecular medicine, Pauling progressed to molecular psychiatry. Schizophrenia, which is cured in some cases by large doses of vitamin B, could, according to Pauling, be due to a metabolic malfunction, a biochemical disorder in which production of some vital cell substance has gone awry.

This avenue of thought pointed to the current controversy surrounding Pauling and the link between vitamin C and cancer. In an inductive leap characteristic of the man, Pauling took the schizophrenia results as an example of what he calls orthomedicine, where ortho means the right or correct amount of therapeutic substance in medicine. Simply put, there is a right level of vitamin B to combat pellagra, a deficiency disease, and quite another, much higher dose needed to cure schizophrenia. Vitamin C, says Pauling, has a comparable therapeutic relationship to scurvy and cancer.

The meeting ended with sustained applause from the NRC scientists who, while divided on their opinions of orthomedicine, were unanimous in their regard for Linus Pauling. □

Wayne Campbell

Le CNRC reçoit Linus Pauling

Le 6 juin dernier, lorsque le Dr Linus Pauling, lauréat américain du prix Nobel, s'est adressé aux scientifiques du CNRC, au laboratoire de la promenade Sussex, aucun murmure ni chuchotement ne se fit entendre. Les scientifiques le regardaient respectueusement, et leur silence témoignait de l'hommage qu'ils rendaient à ce personnage de haute distinction. Ils étaient présents face à un homme qui a occupé la scène scientifique pendant plus d'un demi-siècle et dont les idées ont largement influencé l'orientation de la chimie et de la biologie actuelles. Ses travaux qui ont permis d'élucider la nature des liaisons chimiques et lui ont valu un prix Nobel en 1954 ont été effectués avant la naissance de nombre de ceux qui étaient venus l'écouter.

Lorsqu'il souligna un certain problème relatif aux liaisons chimiques, il laissa paraître une force et une précision qui défiaient ses 79 ans. Sa présentation reflétait une grande confiance en soi, trait de caractère qui lui a valu l'inimitié des fabricants d'armement nucléaire américains après la guerre ainsi que le prix Nobel de la paix en 1962. Son allocution fut brève car Pauling s'était aperçu que les spectateurs voulaient plutôt converser avec lui pour mieux le connaître.

La conversation porta sur l'évolution de sa carrière qui commença pendant les années 30 et mena à des questions relatives à ses travaux. L'auditoire savait qu'à l'époque son application de la théorie quantique à la chimie classique traduisait une perception révolutionnaire des liaisons atomiques dans la matière. Son concept de résonance, qui permettait d'attribuer le comportement des molécules à la nature de leurs liaisons, reflétait la même hardiesse que la théorie de la relativité d'Einstein.

Pauling est l'un des premiers chimistes et physiciens dont les travaux effectués au cours des années 40 et 50 ont contribué à révolutionner la biologie. Il a pratiquement été le prédécesseur de la biologie moléculaire. Dès le début de sa carrière, il découvre intuitivement que la fonction biologique des molécules dans des systèmes vivants est le résultat de leur structure physique et de la distribution de leurs charges électriques.

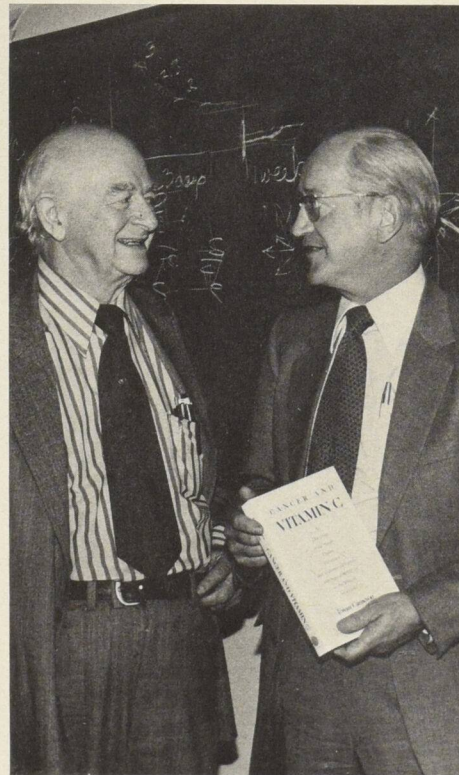
Au début des années 50, en collaboration avec le Dr Robert Corey, Pauling détermine la structure physique de l'hémoglobine, protéine contenue dans les globules rouges du sang, et ceci lui permet d'expliquer la cause de l'anémie falciforme, maladie pernicieuse résultant d'une altération mineure de la structure de cette substance. Pauling évolue de la médecine moléculaire à la psychiatrie moléculaire. La schizophrénie, guérie dans certains cas à l'aide de doses massives de vitamine B, est

selon lui causée par un dérèglement du métabolisme se manifestant par la production irrégulière d'une certaine substance cellulaire vitale.

Ce courant d'idées est à la base de sa théorie controversée concernant le rôle de la vitamine C dans le traitement du cancer. Inspiré par ses travaux dans le domaine de la schizophrénie, son esprit inductif découvre l'orthomédecine, thérapeutique qui sous-entend l'administration de substances médicinales en quantités exactes et précises pour le traitement de certaines maladies. Selon cette théorie, la pellagre, affection résultant d'une avitaminose, peut être traitée avec l'administration de doses précises de vitamine B et l'administration de cette même vitamine en quantités plus grandes permet le traitement de la schizophrénie. L'application thérapeutique de la vitamine C au traitement du scorbut et du cancer est très semblable, selon Pauling.

La fin de l'allocution fut marquée par les applaudissements soutenus des scientifiques du CNRC qui, bien que parfois sceptiques au sujet de l'orthomédecine, partageaient unanimement la même estime envers Linus Pauling. □

Texte français: Annie Hlavats



Le Dr Linus Pauling accompagné du Dr Claude Bishop, directeur de la Division des sciences biologiques. (Photo: Harry Turner, CNRC)

Dr. Linus Pauling with Dr. Claude Bishop, Director of the Division of Biological Sciences. (Photo: Harry Turner, NRC)

SCIENCE DIMENSION



Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

Vol. 12, N° 5, 1980

ISSN 0036-830X

Cité dans l'Index des périodiques canadiens

Cette publication est également disponible
sous forme de microcopies

SOMMAIRE

- 5 Nouvelles installations uniques au Canada**
Simulation des incendies
- 9 La mesure du flux magnétique**
MAGSAT
- 15 En bref**
- 17 Le stockage de l'énergie solaire**
Un sel résout le problème
- 23 Un appui à l'industrie**
Le Programme d'incubation
- 25 Une discipline pour l'homme de la Renaissance**
Le coeur du sujet à l'étude
- 29 Les hydrates de méthane**
Une source d'énergie emprisonnée

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

Directeur Loris Racine

Rédacteur en chef Wayne Campbell

Rédacteur exécutif Joan Powers Rickerd

Conception graphique Acart Graphic Services

Coordonnatrice de la rédaction Diane Bisson Staigh

Imprimé au Canada par Dolco

31159-9-0742

Expansion of facilities Fire Research Field Station

The Division of Building Research, which serves the research and information needs of Canada's construction industry, is expanding its fire research facilities in order that full-scale experimental studies of building fire situations may be carried out.

How can smoke be controlled in a burning building? Will the walls and roof remain intact until people evacuate? How fast does fire spread on the surface of materials—rugs, drapes or synthetic furniture coverings? How does fire propagate in multi-storey buildings?

For over 30 years, the Fire Research Section of NRC's Division of Building Research has devoted its program to

finding the answers to questions like these. The Section is responsible for conducting research aimed at reducing life and property losses from fires in Canada, with emphasis on subjects related to the National Building Code. The group currently operates at NRC's Montreal Road site, but rapid and extensive urbanization of the surrounding area has placed limitations on their research effort.

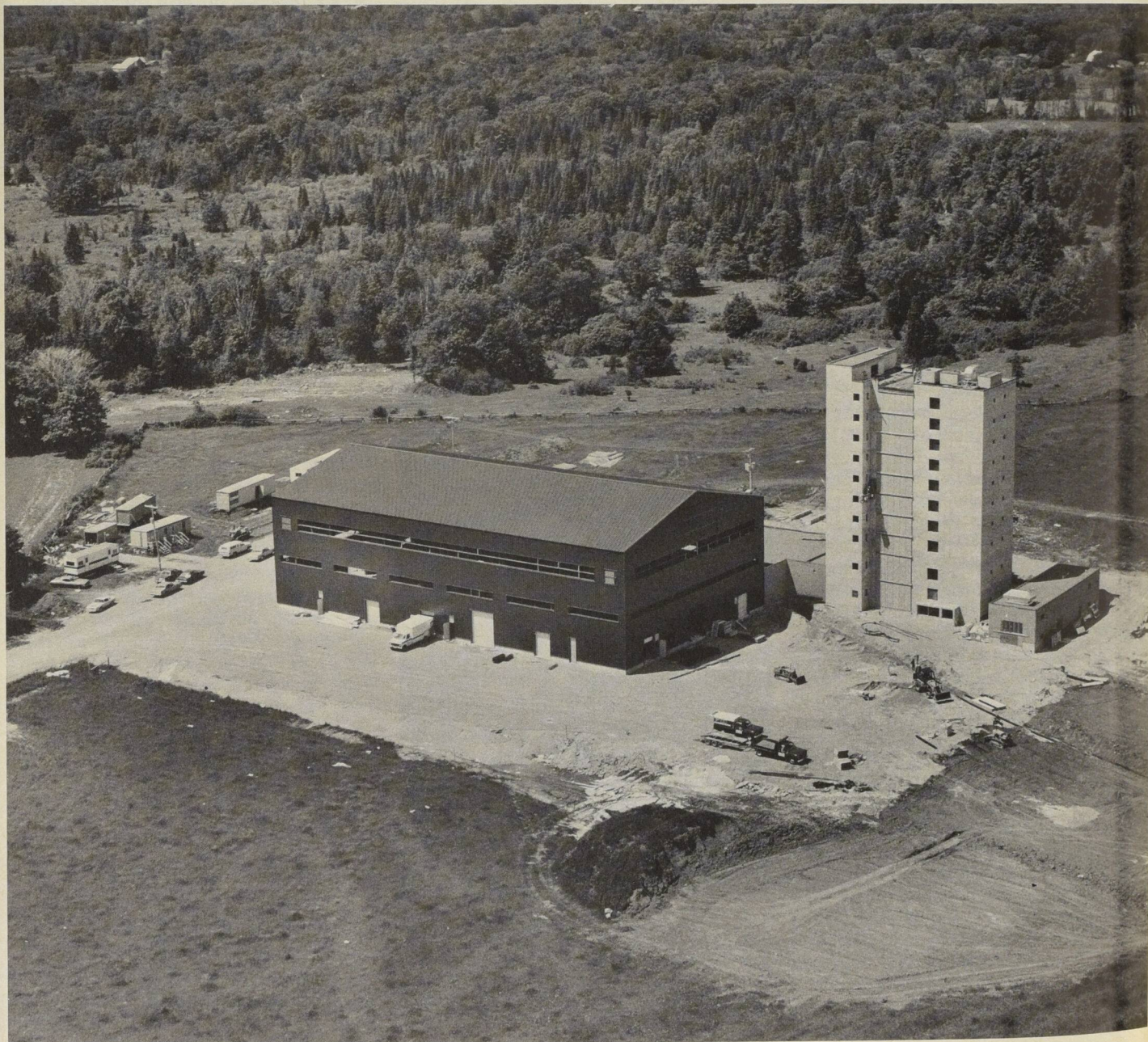
"For instance," says Dr. Alan Phillips, "in deference to our neighbors, only modest quantities of fuels can be used in fire experiments in the burn area of the

present facility. At the same time, there has been a general trend in fire research toward increased realism in experimentation—utilizing realistic quantities of fuels in realistically scaled arrangements under realistic fire circumstances."

These considerations plus the fact that among developed countries Canada has one of the poorest fire loss records, including deaths, injuries and property loss, have led to an expansion of existing facilities in order to improve this country's very limited capabilities for large-scale fire studies.

The fire research field station as it nears completion.
(Photo: Larry Smith, DBR)

La station de recherche sur la prévention des incendies est presque terminée. (Photo: Larry Smith, DRB)



La station de recherche sur la prévention des incendies

Une addition aux installations existantes

La Division des recherches en bâtiment, qui effectue des recherches en vue de répondre aux besoins d'information de l'industrie canadienne de la construction, vient de réaliser une addition à ses installations de recherche sur la prévention des incendies pour être en mesure de reproduire expérimentalement des conditions réelles d'incendies de bâtiments.

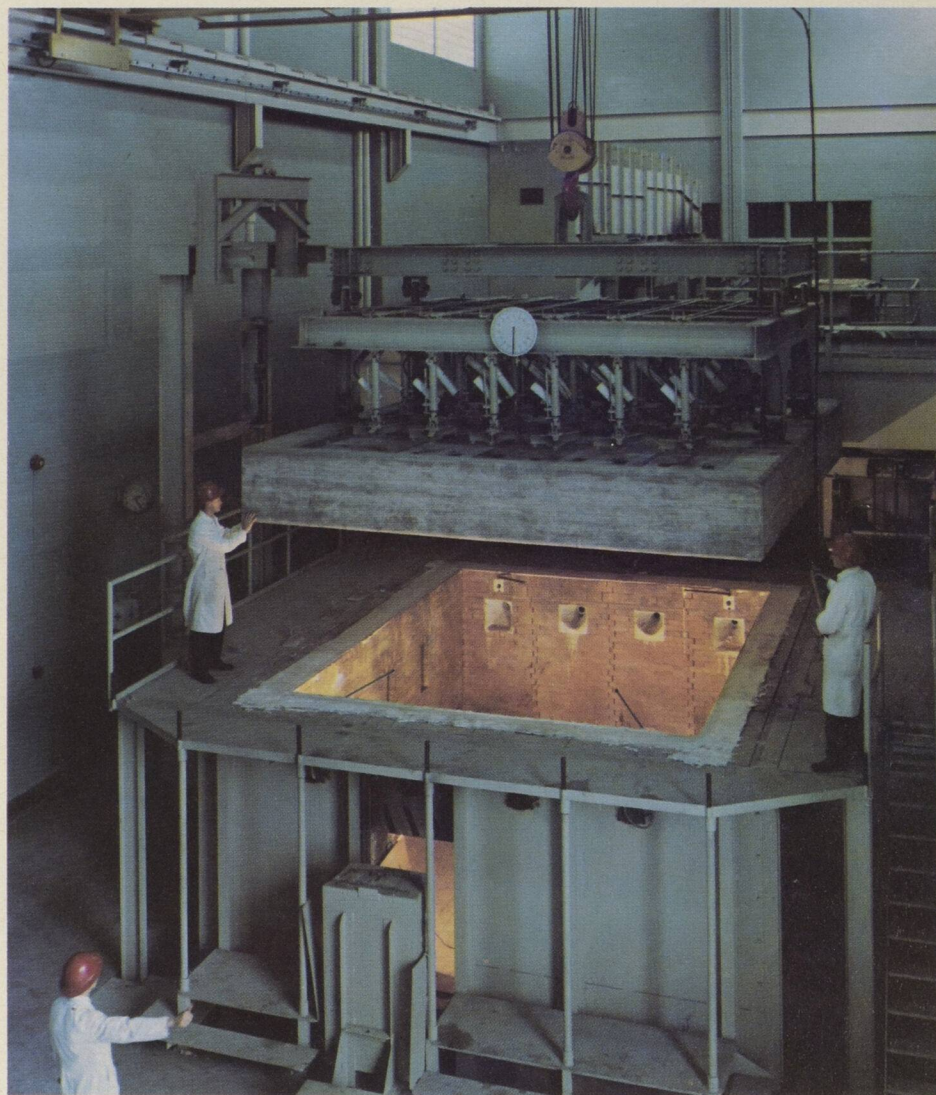
Comment peut-on limiter la propagation de la fumée dans un bâtiment en feu? Ses murs et son toit demeurent-ils intacts jusqu'à ce que l'évacuation des occupants soit terminée? Quelle est la vitesse de propagation du feu à la surface des matériaux, tels que tapis, rideaux, ou recouvrements synthétiques des meubles? Comment le feu se propage-t-il dans les bâtiments très élevés?

Depuis plus de trente ans, les travaux de la section de recherche sur la prévention des incendies de la Division des recherches en bâtiment du CNRC visent à répondre à ce genre de questions. Cette section est chargée d'effectuer des recherches ayant pour objectif de réduire les pertes matérielles et en vies humaines dues aux incendies au Canada, et conduisant notamment à l'amélioration de certains chapitres du Code national du bâtiment. Le groupe travaille actuellement dans les installations du chemin de Montréal du CNRC mais l'urbanisation rapide de ce quartier d'Ottawa limite ses efforts de recherche.

« Par exemple », dit le Dr Alan Phillips, « par respect pour nos voisins, nous ne pouvons utiliser que de petites quantités de carburant dans les incendies expérimentaux déclenchés dans nos installations actuelles. Cependant, les expériences dans ce domaine tendent en général vers un réalisme accru, et impliquent donc l'utilisation de quantités importantes de carburant dans des arrangements grandeur réelle sous des conditions d'incendie réalistes. »

De plus, parmi les pays développés, le Canada a l'un des plus mauvais dossiers en ce qui a trait aux pertes matérielles et en vies humaines, de même qu'aux blessures, occasionnées par les incendies. En raison de cette situation on a décidé de donner de l'expansion aux installations existantes dans le but d'améliorer nos capacités limitées pour étudier les incendies sur une grande échelle.

Une nouvelle station de recherche sur la prévention des incendies, construite sur un site relativement isolé, situé entre Almonte et Carleton Place, dans l'Ontario, à quelque 65 km d'Ottawa, sera inaugurée en novembre cette année. Cette station sera unique au Canada car elle a été conçue et équipée pour qu'on puisse y déclencher des incendies expérimentaux comportant de



In preparation for a fire endurance test, a ceiling encased in a concrete frame is lowered onto a furnace. Structural studies such as this one will be extended with the new facilities. (Photo: Division of Building Research)

grandes quantités de carburant qui seront brûlées dans des conditions réalistes, bien que de façon contrôlée. Elle pourra profiter de l'ensemble des compétences et de l'instrumentation déjà disponibles à l'intérieur de la division en général, et de la section de recherche sur la prévention des incendies en particulier.

Cette nouvelle installation nationale sera mise à la disposition de l'industrie, du gouvernement et des autres intéressés en fonction de leurs besoins. Elle comprendra une tour de dix étages, une salle d'essai au feu, et un petit bâtiment auxiliaire pour les services de soutien. L'édifice de dix étages est une tour expérimentale à laquelle est attachée une tour d'accès et d'observation pour la sécurité du personnel de recherche. La section expérimentale comportera des

Un plafond placé dans un cadre de béton est abaissé dans un four d'essai pour déterminer sa résistance au feu. Les nouvelles installations permettront d'effectuer d'autres études structurales de ce genre. (Photo: Division des recherches en bâtiment)

cages d'escaliers et d'ascenseurs et tous les autres dispositifs structuraux nécessaires à la simulation du mouvement de l'air et de la fumée dans les bâtiments très élevés lors d'un incendie. La surface de chaque plancher ne sera que d'environ 36 m carrés, ce qui suffira aux essais. Ce travail a pour but de fournir des données qui permettront de déterminer les mesures de régulation de la propagation de la fumée devant figurer dans le Code national du bâtiment. De plus, on pourra enlever le revêtement extérieur de la section expérimentale soumise au feu, ce qui donnera la possibilité d'installer diverses façades de bâtiment et permettra aux chercheurs d'étudier comment le feu se propage à l'extérieur des bâtiments.

La salle d'essai au feu servira à de multiples usages et à certaines expériences qui

A new fire research station to be located on a relatively isolated site between Almonte and Carleton Place, Ontario, some 65 km from Ottawa, will be completed in November. The station will be unique in Canada, designed and equipped for fire experiments in which large amounts of fuel can be burned in a controlled manner in realistic settings. It will be supported by the full range of expertise and instrumentation already available within the Division in general and the Fire Research Section in particular.

This national facility will be available in suitable cases to industry, government and others. It will comprise a 10-storey tower, a burn hall and a small building to house support services. The 10-storey building will consist of an experimental tower and an attached observation and access tower (for the safety of research personnel). The experimental section will contain all the shafts and other structural features necessary to simulate normal air and smoke movement patterns in fire in highrise buildings, but the floor area will be only about 36 m² per floor, sufficient for the necessary test fires. The purpose of this work will be to produce design data for smoke movement control measures referenced by the National Building Code. In addition, it will be possible to remove the exterior cladding of the experimental fire area, permitting the installation of typical

This eight-foot corner wall test, to be housed at the field station, assesses the tendency of interior lining materials used in buildings to spread fire when exposed to an ignition source. (Photo: Ken Nadon, DBR)

Ce « mur en coin » expérimental de huit pieds, qui sera logé dans la nouvelle station de recherche, permet d'évaluer l'inflammabilité des revêtements intérieurs lorsqu'ils sont exposés à une source d'incendie. (Photo: Ken Nadon, DBR)



Dr. Alan Phillips, left, project manager and Mr. Jack Berndt, chief technical officer, check progress and inspect details of construction in the burn hall of the new station. The fire-resistant ceiling will protect the roof structure against possible damage from experimental fires. (Photo: Larry Smith, DBR)

building façades, which will enable researchers to study how fires spread on the outside of buildings.

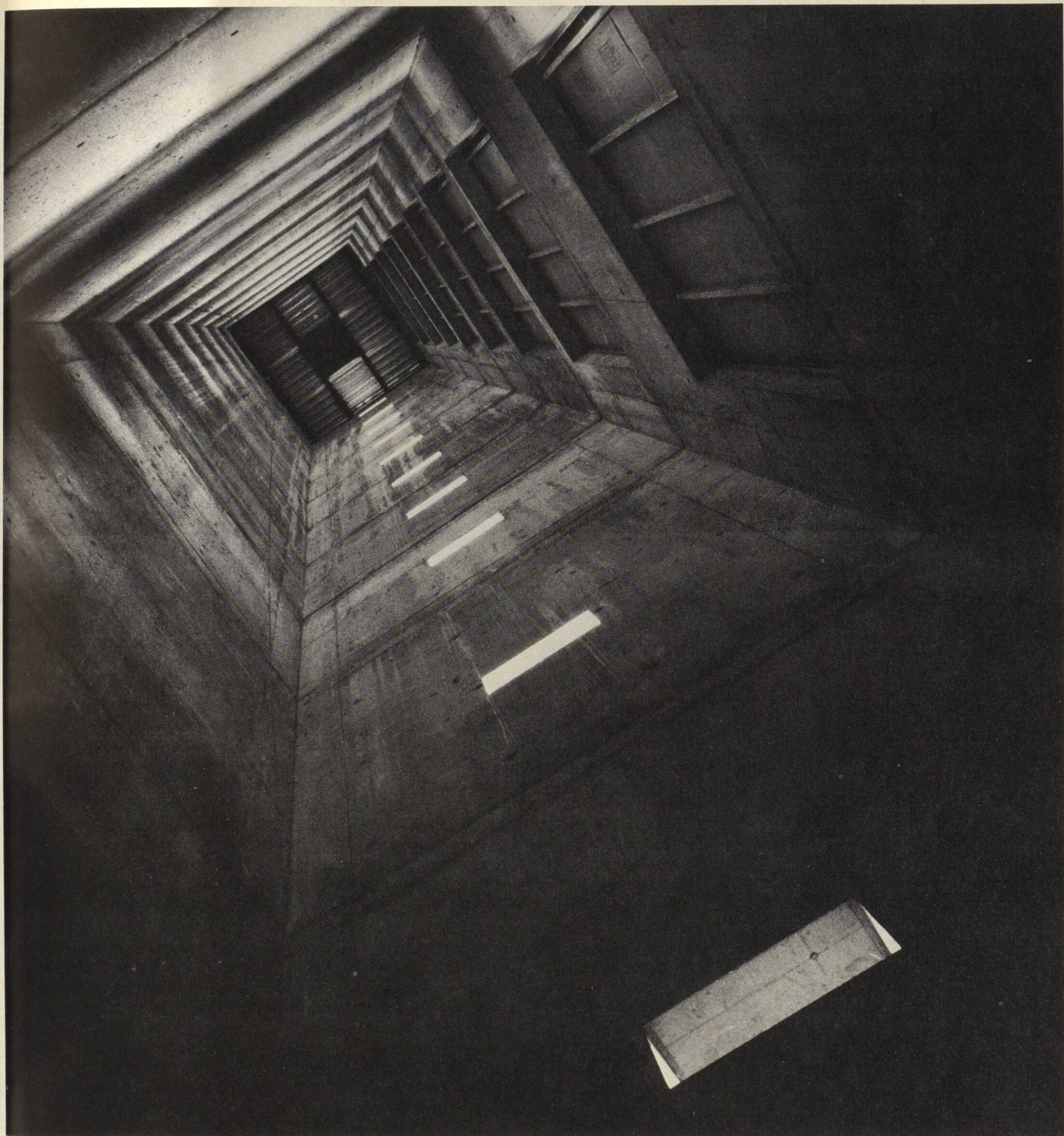
The burn hall will be a general purpose building to shelter fire experiments against unwanted effects of wind and weather. Studies of how fire and smoke spread in rooms and corridors will be conducted here, and a wide variety of research set-ups will be accommodated—apartment or hospital suites, shopping malls, or two-storey dwellings. The tower and burn hall also can be interconnected at ground level, permitting simulation of the complex assemblies of buildings found in today's cities.

"Our new facilities," concludes Alan Phillips, project manager for the field station, "will be of considerable interest to construction-related industries considering research and development work needing large-scale fire tests, as well as to government agencies responsible for fire safety regulations. Arrangements are already being considered with Consumer and Corporate Affairs to provide work space for their product safety research." □

Joan Powers Rickerd

À gauche, le Dr Alan Phillips, chef de projet, et M. Jack Berndt, agent technique en chef, vérifient l'avancement des travaux et les détails de construction de la salle d'essai au feu de la nouvelle station de recherche. Un plafond à l'épreuve du feu protégera la structure du toit des dommages que pourraient causer les incendies expérimentaux. (Photo: Larry Smith, DBR)





Ce modèle d'une cage d'ascenseur comporte toutes les caractéristiques nécessaires aux chercheurs pour étudier des méthodes permettant d'éviter que la fumée ne s'y propage pendant un incendie. (Photo: Larry Smith, DRB)

This simulated elevator shaft contains all the necessary features for researchers to study methods of keeping shafts free of smoke during fires. (Photo: Larry Smith, DRB)

doivent s'effectuer à l'abri des effets indésirables du vent et des conditions atmosphériques lors des incendies. On y effectuera

aussi des études sur la propagation du feu et de la fumée dans les pièces et les couloirs, et on pourra y simuler des appartements ou des chambres d'hôpital, des galeries commerciales, ou des habitations de deux étages. De plus, la tour et la salle d'essai au feu peuvent être reliées au niveau du sol, ce qui permet de simuler les ensembles complexes de bâtiments qu'on retrouve aujourd'hui dans les grandes villes.

« Nos nouvelles installations », conclut Alan Phillips, chef de projet pour la station de recherche, « seront d'un intérêt primor-

dial pour les industries liées au secteur de la construction et qui veulent effectuer des travaux de recherche et de développement nécessitant des essais au feu sur une grande échelle, et pour les agences gouvernementales responsables de la réglementation relative à la sécurité en cas d'incendie. Nous négocions déjà des ententes avec Consommation et Corporations Canada en vue de leur fournir de l'espace de travail pour effectuer leurs travaux de recherche portant sur la sécurité des produits. » □

Texte français: Denise de Broeck

Fingerprints of flux

MAGSAT

After more than 3000 trips around the earth, continued collisions with atmospheric molecules slowed the satellite's flight. Heat from the minute impacts began to warm the vehicle. Soon, the long instrument arm and the many solar panels twisted in their positions, tore away, and followed their own paths to the end. Magnetometers, data recorders and other instruments perished in the heat as the package plunged into the planetary atmosphere. After transmitting a wealth of data to ground receivers, the eight-month flight of the magnetic field satellite (MAGSAT) came to its fiery end last June. While most of the researchers associated with the flight looked at the magnetism of the earth's crust, an NRC team turned its attention to the earth's upper atmosphere.

More than 300 years ago, the earliest Europeans in the Arctic watched their compasses dance to a silent tune played by

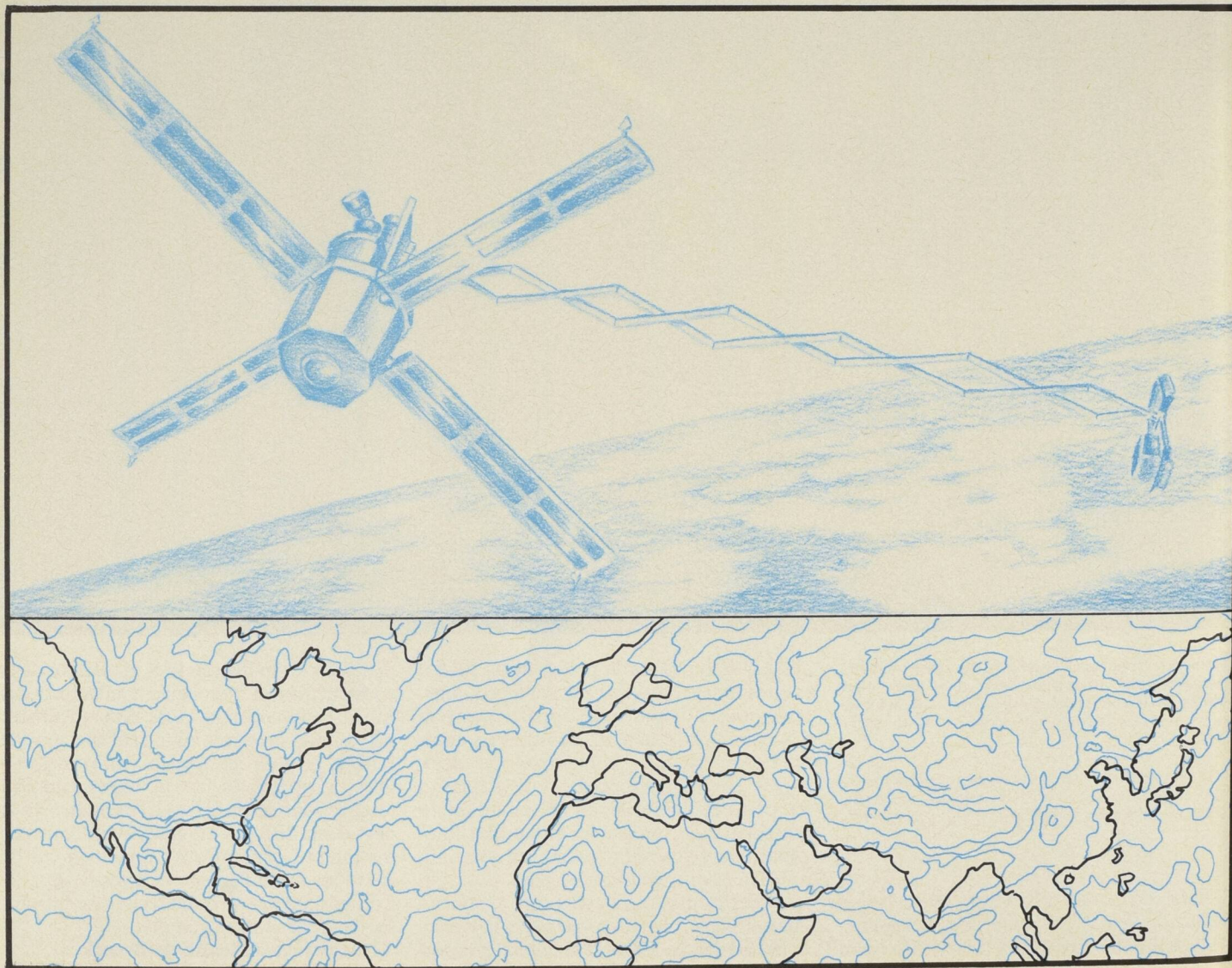
the Aurora Borealis. When brightly glowing Northern Lights shifted and spun, compass needles responded with erratic activity, disturbed by the little-understood magnetic field. Later, scientists discovered that whenever an electrical current flows, it creates a magnetic field around itself. From this it was deduced that currents, flowing high in the atmosphere where the aurora occurs, produce fields which impinge on the earth's field and disturb compasses. Since that time, many theories have been proposed to account for the auroral arcs, a recent one viewing the rippling lights as a form of "blown fuse". The overload derives

from excessive amounts of charged particles entering the upper atmosphere from the sun, creating strong electrical currents accompanied by intense magnetic disturbances. Balloons, high-flying aircraft and rockets have been sent aloft to investigate the phenomenon. Most recently, research satellites like MAGSAT have examined the geomagnetic field, with special attention paid to the effect of what are known as "Birkeland currents", which flow into and out of the ionosphere.

At NRC, Ron Burrows, of the Herzberg Institute of Astrophysics, has played a part in these investigations for many years.

MAGSAT above the earth's surface with the magnetic sensors at the tip of the extended instrument arm. The lower part of the diagram is a map of magnetic anomalies recorded by satellite. (Graphic: John Bianchi)

Le satellite MAGSAT survolant la Terre et équipé de senseurs magnétiques au bout de son mât. Au bas de cette illustration, on peut voir une carte des anomalies magnétiques relevées à l'aide du satellite. (Illustration: John Bianchi)



Les empreintes du champ magnétique

Le MAGSAT



Après avoir effectué plus de 3 000 fois le tour de la Terre, le satellite MAGSAT a été ralenti par des collisions minimales mais continues avec les molécules atmosphériques. La chaleur ainsi dégagée a été transmise au véhicule. Par la suite, le long bras porteur des instruments et les nombreux panneaux solaires se sont tordus, détachés, et ont terminé seuls leur périple. En plongeant dans l'atmosphère terrestre, les magnétomètres, les appareils enregistreurs de données et les autres instruments ont été détruits par la chaleur. Après avoir observé le champ magnétique terrestre et transmis pendant huit mois une profusion de données aux récepteurs terrestres, le satellite MAGSAT a terminé sa course en juin dernier. Bien que la plupart des chercheurs travaillant à ce projet aient étudié le magnétisme de la croûte terrestre, une équipe du CNRC a porté son attention sur la haute atmosphère de la Terre.

Il y a plus de 300 ans, les premiers explorateurs européens dans l'Arctique ont vu leurs compas danser au rythme de la musique silencieuse des aurores boréales. Lorsque les feux de l'aurore tournoyaient et changeaient de direction, les aiguilles des compas s'affolaient, perturbées par un phénomène très peu connu à cette époque, le champ magnétique terrestre. Plus tard, les scientifiques ont découvert que le flux d'un courant électrique produit toujours un champ magnétique. On en a déduit que les courants qui se produisent dans la haute atmosphère où ont lieu les aurores influen-

cent le champ magnétique terrestre et affolent les aiguilles des compas. Depuis ce temps, de nombreuses théories ont été proposées pour tenter d'expliquer les arcs auroraux, dont une théorie récente qui compare les feux dansants de l'aurore à un fusible qui aurait sauté. Cette surcharge est due à de trop grandes quantités de particules ionisées qui pénètrent dans la haute atmosphère en provenance du Soleil et créent de forts courants électriques accompagnés d'intenses perturbations magnétiques. On a lancé des ballons, des fusées et des avions volant à haute altitude pour étudier le phénomène. Récemment, des satellites de recherche comme le MAGSAT ont servi à l'étude du champ géomagnétique, les chercheurs portant une attention particulière à des courants qui traversent l'ionosphère et qui sont connus sous le nom de « courants de Birkeland ».

De gauche à droite: Don Wallis, Terry Hughes, Margaret Wilson et Ron Burrows étudient les implications globales des données fournies par le satellite MAGSAT. (Photo: Bruce Kane, CNRC)

Au CNRC, Ron Burrows, de l'Institut Herzberg d'astrophysique, participe à ces études depuis plusieurs années. « Une bonne part du travail important dans ce domaine a été effectuée à l'aide du satellite canadien ISIS-2 », dit-il, « mais l'ISIS, comme la plupart des vaisseaux spatiaux, était un véhicule à usages multiples. Ceci

occasionne des problèmes pour les études sur le magnétisme. À certains moments, les circuits électroniques de l'ISIS semblaient perdre la boussole: chaque fois que le photomètre était mis en marche ou que les cellules solaires commençaient à charger les piles, les instruments enregistraient le champ magnétique produit par les courants de ces appareils. C'était un travail très long et très laborieux que de démêler tous ces signaux parasites et les données recueillies étaient susceptibles de contenir des inexactitudes. »

On a conçu le MAGSAT de façon à éliminer plusieurs de ces problèmes. C'est le premier vaisseau spatial conçu spécialement pour prendre des mesures précises de l'intensité et de la direction du champ magnétique près de la Terre. Des magnétomètres ont été placés au bout d'un mât de 6 m de long pour les isoler des piles, des émetteurs radio et des autres dispositifs électroniques. On maintient l'orientation du véhicule à l'aide d'un système composé de trois senseurs optiques fixés sur trois étoiles appropriées, ce qui donne une précision sans précédent aux mesures effectuées par satellite. La NASA a pu déterminer la position du satellite à quelques centaines de mètres près, ce qui donne aux chercheurs, pour la première fois, l'occasion de chercher des nappes de courants électriques aussi fines que les arcs auroraux. Le magnétisme résultant de ces courants extérieurs est souvent négligeable comparativement au champ magnétique terrestre, mais le MAGSAT a permis de le détecter, parce qu'il pouvait mesurer des changements d'intensité de 0,003% et des changements directionnels de 0,01°.

« La plupart des gens connaissent l'existence du champ magnétique terrestre d'origine interne », dit Ron Burrows. « Lorsque nous étions très jeunes, à l'école, on nous le représentait comme une grosse barre aimantée traversant verticalement le centre du globe. Les illustrations nous faisaient voir des lignes de force régulières d'un pôle à l'autre, et l'ensemble semblait bien ordonné. Fondamentalement ce concept est bon mais, en réalité, il existe plusieurs régions où ces lignes de force sont irrégulières, où elles dévient et serpentent en raison d'une foule de facteurs. Ces distortions, quelle que soit leur origine, portent le nom 'd'anomalies magnétiques'. Une carte des lignes de force magnétique de la Terre ressemble à une fenêtrée fraîchement lavée sur laquelle de jeunes enfants auraient posé leurs doigts. »

Dans certains cas, ces anomalies permettent de découvrir des nouveaux gisements de minéraux et des nappes de pétrole, précédemment non décelés, dans la croûte terrestre. « De fait », précise Ron Burrows,

"Some of the important work in this field has been done with Canada's ISIS-2 satellite," Burrows says, "but ISIS, like most spacecraft, was a multi-purpose vehicle. For magnetic studies, this presents problems. There were times when ISIS seemed to be doing an electronic singing and dancing act. Whenever the photometer switched on or the solar cells began to charge the batteries, the magnetic instruments would record the field created by these local currents. Sorting out all these spurious signals is time-consuming, laborious and fraught with potential inaccuracies."

MAGSAT's design was aimed at solving many of these problems. It was the first spacecraft designed specifically to undertake accurate measurements of both the magnitude (strength) and direction of the magnetic field near the earth. Magnetometers were placed at the end of a 6 m-long boom to isolate them from batteries, radio transmitters and other electronic gear. Orientation of the vehicle was accomplished by a three-eyed optical sensor system locked onto appropriate stars, providing previously unheard-of accuracy in satellite-borne measurement. The package's location was pinpointed to within the distance of a city block by NASA, giving researchers the first opportunity to look for sheets of electric current as thin as the auroral arcs. Often the magnetic effect of these external currents is small compared to the main internal field of the earth; but MAGSAT detected them, measuring magnitude changes as little as .003 per cent and directional changes of only .01 degree.

"Most people are more familiar with the internal field," says Burrows. "As youngsters in school, it was pictured for us as a big bar magnet running through the center of the globe. Diagrams showed smooth lines of force arching from pole to pole and the whole picture indicated an orderly arrangement. The basic idea is good, but in reality there are many regions where the field lines do not run so smoothly. They tilt and twist due to a variety of causes. These distortions, whatever their origin, come under the name of 'magnetic anomalies'. A magnetic contour map of the world portraying them looks like a freshly washed window smudged by a child's dirty fingers."

In some cases these looping contours point to previously undetected concentrations of minerals and petroleum deposits in the earth's crust. "In fact," notes Burrows, "today's prospector relies more on computer printout sheets than on a pick and shovel."

Although MAGSAT's primary job was charting the geomagnetic field, the accurate positioning and measuring equipment also provided an opportunity to achieve a clearer understanding of electric currents in the magnetosphere. The internal field, which originates in the core

and crust, is relatively constant; it shows only small "secular changes" over decades. "In contrast," says Burrows, "the external currents change continually and it is these day-to-day variations which are used as a distinguishing signature by the NRC group."

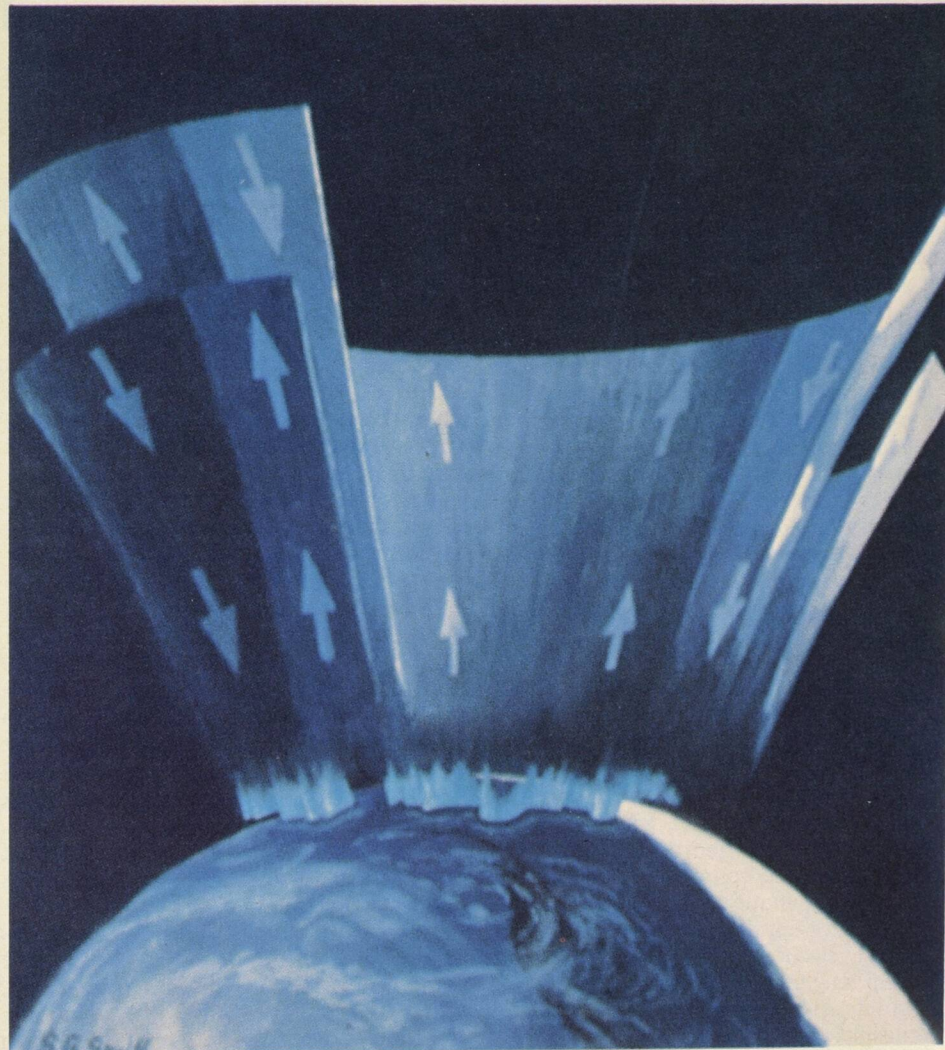
Through the years, scientists have investigated why these currents flow above the earth, and with satellites are now mapping the patterns of current distribution on a global scale. "We can think in terms of a gigantic electrical circuit," Burrows notes, "with a voltage source, a 'load' plugged into the source (like an electric stove) and wires which carry the current from the source to the load. The load is the ionosphere, an electrically conducting layer 100 to 150 km above the earth, heated by the current passing through it. The voltage source is far from the earth (about 30,000 to 60,000 km) at the 'magnetopause' where the

earth's magnetic field meets the interplanetary magnetic field originating from the sun. Magnetic field lines linking the magnetopause to the ionosphere are the 'wires' conducting the current (which consists of spiralling electrons) from the source to the load." It was Kristian Birkeland, a Norwegian physicist, who in 1908 first suggested that the field lines conducted currents into and out of the ionosphere. When these were finally observed from a satellite in 1968 they were named in his honor. MAGSAT examined these "Birkeland currents" as it flew through them at 350 to 550 km altitude.

Birkeland did not know how the voltage was generated or exactly where, but today the processes are better understood. The geomagnetic field or magnetosphere is confined within an elongated tear-drop shaped boundary called the magnetopause by the "solar wind" plasma — a stream of

Current sheets following the magnetic lines in the high latitudes. When the intensity of the current is high enough we see the aurora glowing in the night sky close to the earth's surface. (Graphic: Stephen G. Smith, Johns Hopkins University)

Des nappes de courant suivent les lignes de champ magnétique à des latitudes élevées. C'est lorsque l'intensité du courant est suffisamment élevée que nous voyons briller une aurore dans le ciel nocturne près de la surface de la Terre. (Illustration: Stephen G. Smith, Université Johns Hopkins)



« les prospecteurs modernes se servent beaucoup plus de données affichées par les ordinateurs que d'une pioche ou d'une pelle. »

Bien que la mission du MAGSAT ait surtout consisté à faire le relevé du champ géomagnétique, la précision de ses appareils de positionnement et de mesure a aussi permis d'arriver à une meilleure compréhension des courants électriques dans la magnétosphère. Le champ magnétique interne, qui émane du noyau et de la croûte terrestre, est relativement constant; il ne présente que de faibles « changements séculaires ». « Au contraire », ajoute Ron Burrows, « les courants externes changent continuellement et ce sont ces variations distinctives qui, jour après jour, sont étu-

diées par le groupe du CNRC. »

Au cours des ans, les scientifiques ont étudié la cause du mouvement de ces courants au-dessus de la Terre et, à l'aide des satellites, ils en dressent maintenant la carte à l'échelle de la Terre. « Nous pouvons nous les représenter comme un circuit électrique gigantesque », dit Ron Burrows, « comportant une source de tension à laquelle on a branché une charge (comme une cuisinière électrique) et des fils qui transportent le courant de la source à la charge. La charge est l'ionosphère, une couche conductrice d'électricité située à quelque 100 à 150 km au-dessus de la Terre, et réchauffée par le courant qui la traverse. La source de tension est située loin de la Terre (de 30 000 à 60 000 km) dans la 'magnétopause' où se

rencontrent les forces du champ géomagnétique et du champ magnétique interplanétaire émis par le Soleil. Les lignes de champ magnétique joignant la magnétopause à l'ionosphère sont les 'fils' conduisant un courant électrique (composé d'électrons voyageant en spirale) de la source à la charge. » C'est Kristian Birkeland, un physicien norvégien, qui suggéra pour la première fois, en 1908, que les lignes de champ permettaient au courant d'entrer dans l'ionosphère ou d'en sortir. Lorsqu'on a finalement réussi à les observer à l'aide d'un satellite en 1968, on leur donna le nom de Birkeland, en son honneur. Le MAGSAT a observé ces « courants de Birkeland » en les traversant à une altitude variant entre 350 et 550 km.

Birkeland ne connaissait pas la cause et l'origine de cette source de tension, mais ce processus est maintenant mieux compris. Le plasma conducteur du « vent solaire », un flux de particules ionisées continuellement émises par le Soleil, confine le champ géomagnétique ou magnétosphère dans un espace en forme de larme appelé la magnétopause. Quelques-uns de ces protons et de ces électrons traversent la magnétopause pour entrer dans la magnétosphère et sont déviés dans des directions opposées par le champ géomagnétique lorsqu'ils approchent de la Terre. Il se crée alors une tension entre les couches parallèles de charges positives et négatives. D'autres tensions sont produites par une séparation de la charge de plasmas se déplaçant en direction inverse plus loin dans la magnétosphère.

« Des courants pénètrent dans l'ionosphère uniquement aux endroits où ces sources de tension sont jointes à l'ionosphère par des lignes de champ », dit Ron Burrows. « Ceci se produit à des altitudes élevées dans les deux hémisphères. Il en résulte que l'énergie tirée du plasma du vent solaire réchauffe l'ionosphère dans les régions qui entourent les pôles magnétiques, à des latitudes variant entre 60° et 80°. » Ces latitudes correspondent approximativement aux régions où se produisent les aurores polaires. La dissipation énergétique totale causée par les aurores boréales et australes peut correspondre à celle d'un milliard d'ampoules de 100 W.

« Les courants présentent des caractéristiques globales liées à la nature de l'écoulement du plasma et des tensions qui en résultent. Par exemple, dans l'après-midi et en soirée, il y a habituellement une couche de courants descendants, du côté de l'ovale auroral qui est le plus près de l'équateur; cette couche se joint dans l'ionosphère à une couche de courants ascendants du côté de la région polaire. Dans la matinée, le mouvement est inversé. Il y a aussi d'autres mouvements subtils, actuellement à l'étude, qui sont influencés par la direction du champ magnétique interplanétaire et la vitesse et la structure du vent solaire. »



charged particles continually flowing out from the sun. Some of these charged protons and electrons penetrate the magnetopause into the magnetosphere and are deflected in opposite directions by the field as they flow past the earth. A voltage is thereby created between the parallel layers of positive and negative charges. Other voltages are generated by charge separation in counter-flowing plasmas located deeper inside the magnetosphere.

"Currents flow in the ionosphere only where these voltages are joined to the ionosphere by field lines," says Burrows. "This occurs at high latitudes in both hemispheres. The net result is that energy is extracted from the flowing solar wind plasma and deposited as heat in the ionosphere in regions which encircle the magnetic poles at latitudes between 60° and 80°." These latitudes correspond roughly to the regions where auroral displays occur. The total rate of energy dissipation in the northern and southern auroras can equal that of a billion 100-watt bulbs.

A simplified section of the magnetosphere in the northern hemisphere. Created by the stream of particles from the sun electric currents flow from the equator to a zone (the auroral oval) surrounding the magnetic pole (A). In the ionosphere (B) the currents cross the oval and return to the equator (C). Similar patterns exist in the southern hemisphere. (Graphic: John Bianchi)

"The nature of the plasma flow and resulting voltages cause some large-scale features to be always present in the current patterns. For example, during the afternoon and evening, there is typically a sheet of downward flowing current along the edge of the auroral oval nearest the equator which is joined through the ionosphere to a sheet of upward flowing current along the poleward edge. In the morning, the flows are reversed. Other patterns under study are more subtle and are influenced by the direction of the interplanetary magnetic field and the velocity and structure of the solar wind."

Differences between the summer and winter hemispheres are also being investigated. Continual sunlight illuminates the summer polar ionosphere creating ions and electrons which can conduct current in the polar region surrounded by the auroral oval. By contrast, little current can flow in the dark winter polar region.

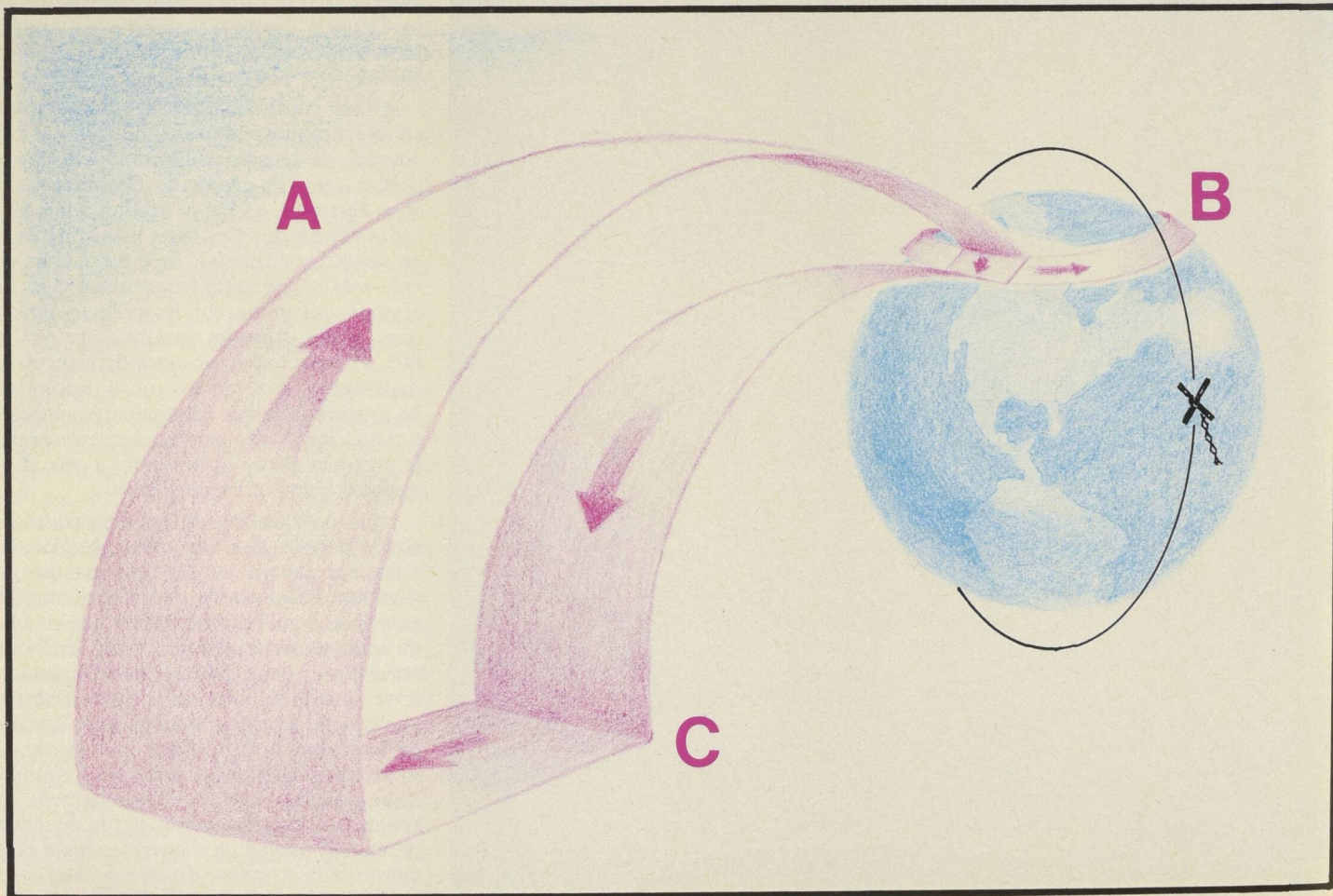
The current distribution is also influenced by variations in conductivity of the ionosphere, but on a smaller scale. The

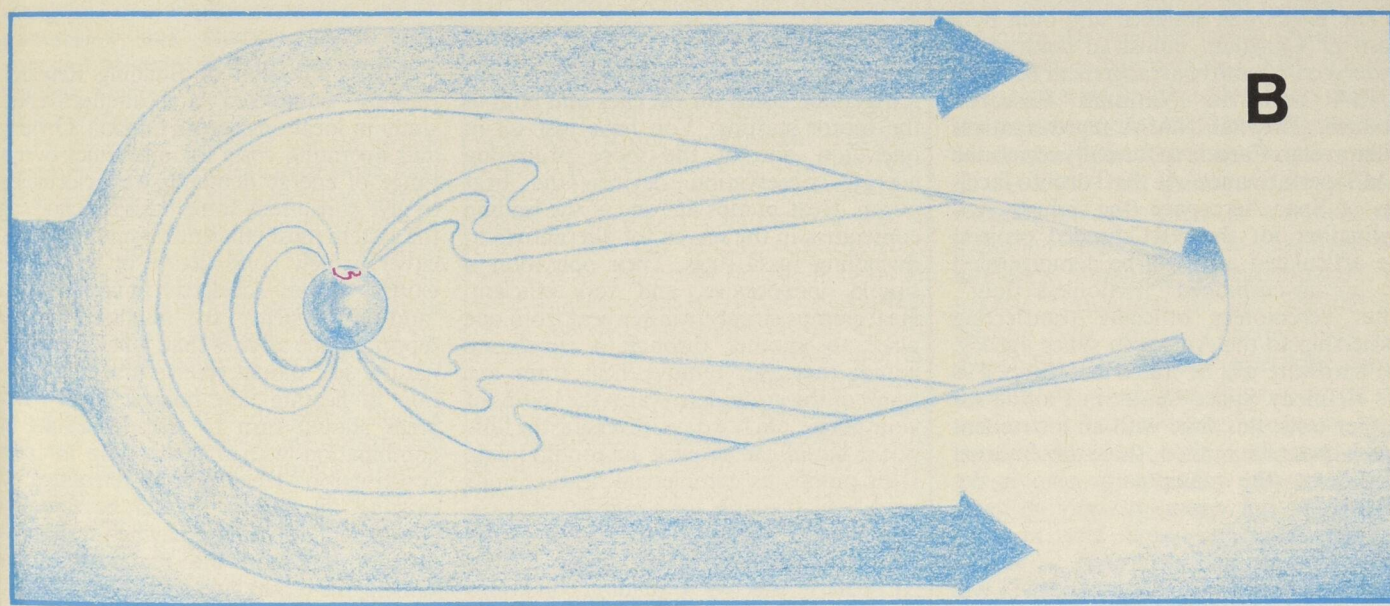
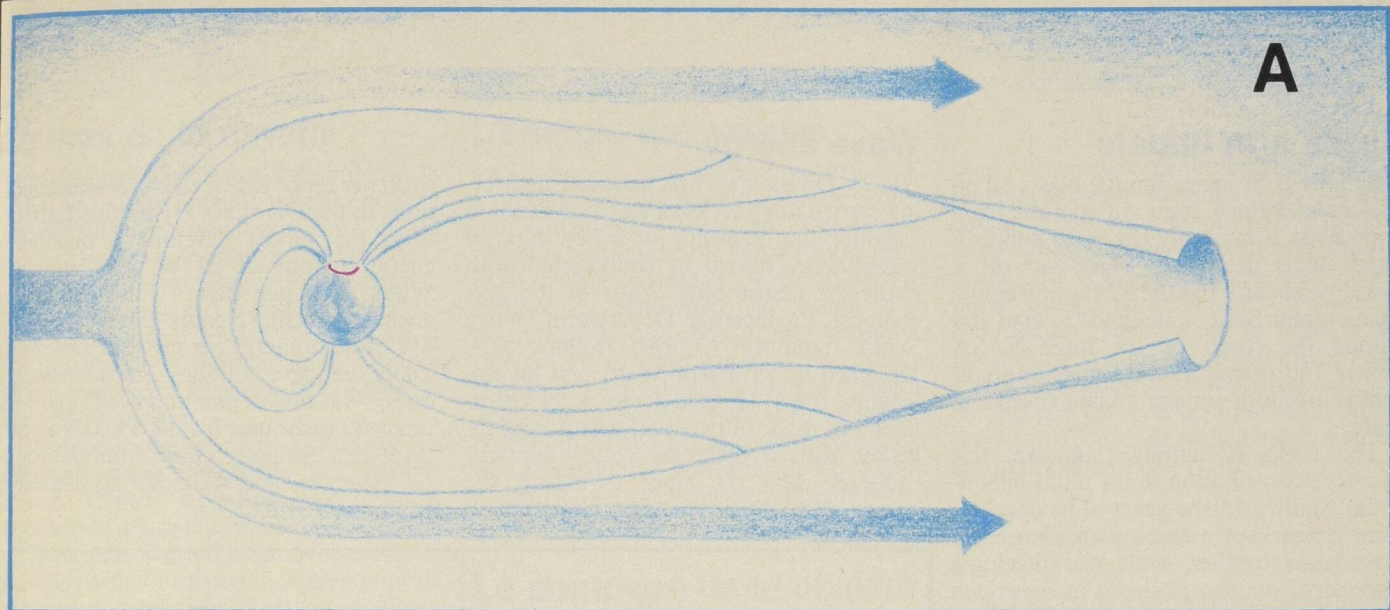
streams of electrons in auroral arcs bombard the atmosphere producing more ions and electrons in elongated channels where increased current can flow. Birkeland currents may then concentrate in the magnetic field "wires", resulting in further acceleration of the bombarding electrons and a brightening of the arcs like a blown fuse.

Concludes Burrows: "We are also investigating the complex web of ionospheric current paths and connecting Birkeland currents created during 'magnetic substorms' when auroral displays are most active and voltage distributions and ionospheric conductivities change most quickly. Intense surging currents in the ionosphere induce currents to flow in pipelines, power lines and telephone wires which are strung out on the ground below. Pipeline corrosion, power interruptions, and even telephone system failures are the result. Like the early explorers who depended on their compasses for guidance, modern man is not immune to the power of nature's electrical circuits in the aurora." From the days when Kristian Birkeland gazed at the sky until the present when MAGSAT has circled the globe, the question "Why?" has been asked. Our search for an understanding of the power of the heavens continues at NRC and other laboratories around the world. □

Stephen A. Haines

Une section simplifiée de la magnétosphère dans l'hémisphère nord. Produits par le flux de particules émises par le Soleil, les courants électriques vont de l'équateur vers une zone (l'ovale auroral) entourant le pôle magnétique (A). Dans l'ionosphère (B), les courants traversent l'ovale et retournent vers l'équateur (C). Des mouvements similaires se produisent dans l'hémisphère sud. (Illustration: John Bianchi)





Les particules du plasma émis par le Soleil, ou « vent solaire », donnent au champ magnétique terrestre une configuration allongée, en forme de « larme » (en haut). Lorsque ce « vent » est plus intense, les perturbations du champ magnétique produisent des « orages » magnétiques et des aurores éclatantes (en bas). (Illustration: John Bianchi)

Plasma particles from the sun, the "solar wind", shape the earth's magnetic field into an elongated "teardrop" form (upper). When the "wind" grows more intense, distortions in the field produce magnetic "storms" and vivid auroral displays (lower). (Graphic: John Bianchi)

On étudie aussi les variations saisonnières. L'été, l'ionosphère polaire nord est constamment illuminée par le Soleil, ce qui crée des ions et des électrons qui peuvent conduire le courant dans les régions polaires entourées par l'ovale auroral. Au contraire, au même moment, il y a peu de courants dans la région polaire sud qui n'est pas éclairée par le Soleil.

La distribution du courant dépend aussi des variations de conductivité dans l'ionosphère, mais à un moindre degré. Les flux d'électrons dans les arcs auroraux bombardent l'atmosphère, produisant ainsi plus d'ions et d'électrons se propageant dans une forme allongée, ce qui permet un flux de courant plus intense. Les courants de Birkeland se concentrent alors dans les « fils » du champ magnétique, provoquant une accélération accrue des électrons et une intensification des feux des arcs auroraux comme un fusible qui aurait sauté.

Ron Burrows conclut: « Nous étudions aussi le réseau complexe des mouvements de courants ionosphériques et des courants de Birkeland se produisant durant les 'orages' magnétiques, lorsque les aurores se manifestent le plus activement et que les distributions de tension et les conductivités ionosphériques changent le plus rapidement. Les surtensions de courant produites

dans l'ionosphère provoquent l'induction de courants dans les pipe-lines, les lignes à haute tension et les lignes téléphoniques installés sur Terre. Ce phénomène occasionne la corrosion des pipe-lines, des interruptions de courant et même des pannes dans le système téléphonique. Comme les premiers explorateurs qui se fiaient à leurs compas pour se guider, l'homme d'aujourd'hui n'est pas à l'abri de la puissance libérée par les circuits électriques de la nature dans les aurores. » Depuis l'époque où Kristian Birkeland contemplait le ciel jusqu'à aujourd'hui, alors que le MAGSAT a fait le tour du globe, la question « Pourquoi? » demeure. Au CNRC, et dans d'autres laboratoires dans le monde entier, on cherche toujours à mieux comprendre la puissance des cieux. □

Texte français: Denise de Broeck

Briefly . . .

Space arm update

When the U.S. Space Shuttle blasts off on its second launch some 18 months from now, what is arguably the most sophisticated single device on Earth—or off it—will be aboard. It is the RMS, or Remote Manipulator System, designed to load and unload the cargo of the huge NASA orbiter and permit its astronauts unprecedented freedom to manipulate objects in space.

The RMS is entirely Canadian, this country's contribution to the multi-billion-dollar Shuttle. In the years of its development it has kept a crack Canadian aerospace team together, while guaranteeing a place for Canadian payloads in American spaceships over the next decade.

The RMS was designed and built by a team of Canadian industrial contractors under a co-operative arrangement between NASA and the National Research Council. This fall, NASA representatives will travel to Canada to formally review the RMS' performance. At the Toronto facilities of Spar Aerospace (the industry coordinators for the NRC-funded project) the articulated arm will be demonstrated on an air-cushioned "frictionless floor". After ceremonies officially transferring ownership to the American space agency, the hardware will be crated and shipped to the Kennedy Space Center in Florida for further tests, this time with an instrument which permits limited three-dimensional movement (the manipulator arm is designed for full operation only in zero-gravity). After full-system tests of computer software and electronics as well as mechanical hardware, the entire RMS will then be stored to await the return of the Shuttle orbiter from its first test flight, sometime next spring. Following a turnaround refit, the Remote Manipulator System will then go into space and start to work.

Wave energy

NRC's Division of Mechanical Engineering carried out a series of wave tank tests to measure the efficiency of a new type of wave-energy device in cooperation with Professor Christopher Watts of the Mechanical Engineering Department, Nova Scotia Technical College, Halifax, N.S. Designed by Professor Watts and his colleagues, the 1/12 scale device is an articulated raft made of two platforms hinged together with a hydraulic rotary actuator mounted near the hinge to extract the energy. (The efficiency of extraction is up

to 50 per cent). Under the wave tank conditions in the Division's Hydraulics Laboratory, the model develops a maximum energy output of 80 W, and professor Watts estimates that a full-scale device anchored offshore could extract up to 12 kW of wave energy per metre of wave front under suitable conditions. The wave-energy device was built a year-and-a-half ago with financial assistance from a \$50,000 a year, three-year Strategic Grant from the Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC).

Pumping heat

When you are seeking a snack in your refrigerator, listen for the click and hum of the motor starting. You have just set in operation one of the more promising energy conservation devices—the heat pump. Heat pumps are one of the leading contenders in the search for alternatives to dwindling fossil fuels. Their operation is simple, inexpensive, and very efficient. Heat pumps simply transfer heat from one place to another through a circulating liquid; they can remove heat from air, water or the ground, to warm the rooms of your house. On hot days, reversing the flow of the liquid can provide air conditioning. Heat pumps as commercial heating units have been available for a number of years, especially in the southern United States where the two-way operation has proven particularly effective. Canadian conditions have limited their application, but rising fuel costs are now making them more attractive.

NRC's Division of Building Research recently completed a cost-effectiveness study in locations across Canada. Owning and operating costs for nine cities over a range of energy demands were calculated to give consumers some basis for choosing the system most efficient for home heating, either in new construction or retrofitting existing homes. All electric or combination "add-on" systems are discussed in the report, which advises that, when available, natural gas should receive first consideration in heating new houses. Most other areas should turn to electric heating in combination with a heat pump for new construction. Heat pumps retrofitted to existing oil heaters should be seriously considered for units having at least a decade of useful life remaining. Consumers, the report stresses, should carefully investigate local costs for installation before making a decision.

Gonorrhea test kit

The treatment of gonorrhea, a social disease that has reached epidemic proportions throughout the world, has always been hampered by the difficulty in diagnosing it. Not only are there countless strains of the disease bacterium, *Neisseria gonorrhoeae*, but many people, particularly women, can carry the disease without demonstrating overt symptoms. During the last year, a Toronto firm, MDS Health Group Ltd, has marketed a highly sensitive, reliable diagnostic technique based on a method developed at NRC's Division of Biological

Sciences. Not only does the new technique fit in well with the standard operational procedures in VD clinics, but the fact that it provides on-the-spot results solves the problem of a more rapid method of detecting the disease.

The method derives from an NRC research project involving a study of the structures of complex molecules on the outer walls of bacteria called antigens. A so-called lipopolysaccharide or LPS structure was found to be common among all tested strains of *N. gonorrhoeae* and, when injected into laboratory hens, it produced a

powerful antigenic response; in other words, large numbers of very specific antibodies to LPS were generated in the blood of the test animals. This hen antiserum, when mixed with vanishingly small numbers of gonorrhea bacteria—the count found in many "invisible" carriers—causes a clumping or agglutination to occur, which is readily detectable. MDS is currently negotiating with one of the largest British pharmaceutical firms to begin sales of their test kit internationally.

En bref

Le bras de la navette

Lors de son deuxième vol, dans environ 18 mois, la navette spatiale américaine sera équipée du mécanisme le plus perfectionné existant sur Terre ou, pense-t-on, hors de la Terre. Il s'agit du télémanipulateur conçu pour le chargement et le déchargement des soutes de l'énorme orbiteur de la NASA et qui permettra aux astronautes de manipuler des objets dans l'espace avec une aisance jusqu'alors inégalée.

Réalisation entièrement canadienne, ce télémanipulateur représente la contribution du Canada au programme (dont le coût atteint plusieurs milliards de dollars) de la navette. Durant toutes ses années de mise au point il aura permis à une équipe de spécialistes canadiens dans le domaine aérospatial de travailler ensemble, tout en garantissant aux charges utiles canadiennes une place à bord des véhicules spatiaux américains au cours de la prochaine décennie.

Il a été conçu et réalisé par un groupe d'entreprises industrielles canadiennes dans le cadre d'un accord de coopération entre la NASA et le Conseil national de recherches. Des représentants de la NASA viendront au Canada cet automne pour vérifier officiellement le bon fonctionnement de ce bras articulé qui s'appuie actuellement sur des patins pneumatiques pour éviter tout frottement avec le sol; Spar Aerospace (coordonnateur industriel du projet financé par le CNRC) en fera la démonstration dans ses installations de Toronto. Après la cérémonie de transfert de propriété à l'agence spatiale américaine, il sera emballé et expédié au Kennedy Space Centre, en Floride, pour subir de nouveaux essais qui, cette fois, feront intervenir un instrument permettant un mouvement tridimensionnel limité (de par sa conception, le télémanipulateur ne peut atteindre son plein potentiel qu'en impesanteur). Lorsque les essais de l'ensemble constitué du logiciel, de l'électronique et de la partie mécanique seront terminés, il n'aura plus qu'à attendre le retour de l'orbiteur de son premier voyage spatial au cours du printemps prochain et, la navette ayant été remise en état de vol, il sera envoyé dans l'espace pour y travailler.

La trousse de dépistage de la blennorragie

Les difficultés que présente le dépistage de la blennorragie, maladie vénérienne ayant atteint des proportions endémiques dans le monde entier, ont souvent limité le traitement de cette affection. Non seulement les souches de la bactérie pathogène *Neisseria*

L'énergie des vagues

La Division de génie mécanique du CNRC a procédé, en collaboration avec le professeur Christopher Watts, du Département de génie mécanique du Nova Scotia Technical College, à Halifax, N.-É., à une série d'essais de rendement en bassin d'un nouveau type de dispositif pour l'exploitation de l'énergie des vagues. Conçu par le professeur Watts et ses collègues, ce dispositif au 1/12 est en fait une sorte de radeau constitué de deux plates-formes réunies par une articulation à proximité de laquelle on a installé un mécanisme hydraulique rotatif

pour l'extraction de l'énergie et dont le rendement peut atteindre 50%. Dans le bassin d'essais du laboratoire d'hydraulique de la division, la maquette produit jusqu'à 80 W d'énergie lorsque les conditions requises sont réunies. Ce dispositif d'extraction d'énergie de la houle a été construit il y a un an et demi avec l'aide d'une subvention thématique de trois ans comportant un versement annuel de 50 000 dollars du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG).

Le pompage de la chaleur

Les pompes à chaleur, qui fonctionnent suivant le même principe que les réfrigérateurs, sont des dispositifs très prometteurs sur le plan de la conservation de l'énergie et pourraient remplacer les carburants fossiles qui s'amenuisent. Faciles à utiliser, peu coûteuses et efficaces, elles assurent tout simplement le transfert de la chaleur d'un milieu à un autre au moyen d'un liquide qui circule; elles peuvent absorber la chaleur de l'air, de l'eau ou du sol et l'injecter dans le système de chauffage de la maison. Par temps chaud, il suffit d'inverser la direction de l'écoulement du liquide pour obtenir un effet de climatisation. Les pompes à chaleur sont disponibles depuis quelques années, notamment dans le sud des États-Unis où, en raison de leur double fonction, elles se sont avérées particulièrement efficaces. Étant donné les conditions climatiques prévalant au Canada, leurs applications y sont limitées mais, à mesure que le prix du combustible augmente, leur emploi devient de plus en plus intéressant.

Une étude de leur rapport coûts-efficacité dans différentes régions du Canada a récemment été effectuée par la Division des recherches en bâtiment du CNRC. Le coût de l'achat et de l'exploitation de ces dispositifs dans neuf villes a été calculé pour faciliter le choix du consommateur. Le rapport de la DRB fait mention des systèmes entièrement électriques et des systèmes d'appoint mixtes. Pour le chauffage des nouvelles maisons, il recommande en priorité l'utilisation du gaz naturel ou, lorsque cette source d'énergie n'est pas disponible, d'un système électrique assisté d'une pompe à chaleur. Pour ce qui est des systèmes à mazout existants dont la durée de service prévue est au moins de dix ans, il recommande d'étudier sérieusement la possibilité d'y adapter une pompe à chaleur. Le rapport conseille fortement aux consommateurs de bien s'informer du coût de l'installation d'un pareil système dans leur région avant d'envisager son achat.

gonorrhoeae sont-elles innombrables, mais cette maladie peut être contractée par un grand nombre de personnes, notamment les femmes, sans qu'il y ait manifestation des symptômes qui lui sont associés. L'an dernier, la compagnie pharmaceutique MDS Health Group Ltd., de Toronto, a lancé sur le marché un test très sensible et fiable, s'appuyant sur une méthode de diagnostic mise au point à la Division des sciences biologiques du CNRC. Cette nouvelle technique est facilement utilisable par les cliniques de dépistage et elle permet de détecter la maladie plus rapidement.

La mise au point de cette méthode est l'aboutissement d'un projet de recherche du CNRC portant sur l'étude de la structure de molécules complexes ou antigènes se

trouvant sur la paroi extérieure des bactéries. Les chercheurs ont découvert la présence de lipopolysaccharides dans toutes les variétés de *N. gonorrhoeae* examinées et ont constaté que l'injection de cette substance à des poules de laboratoire déclenchait une production considérable d'anticorps spécifiques. L'addition d'un très petit nombre de bactéries *N. gonorrhoeae* au sérum de ces animaux contenant des anticorps produit un phénomène d'agglutination très apparent. La compagnie MDS négocie actuellement un contrat avec l'une des plus importantes entreprises pharmaceutiques britanniques, en vue de lancer cette trousse de dépistage sur les marchés internationaux.

Building a better solar trap

Solar storage race warms up

Research on solar energy storage systems is bringing the prospect of domestic and institutional space heating closer to reality.

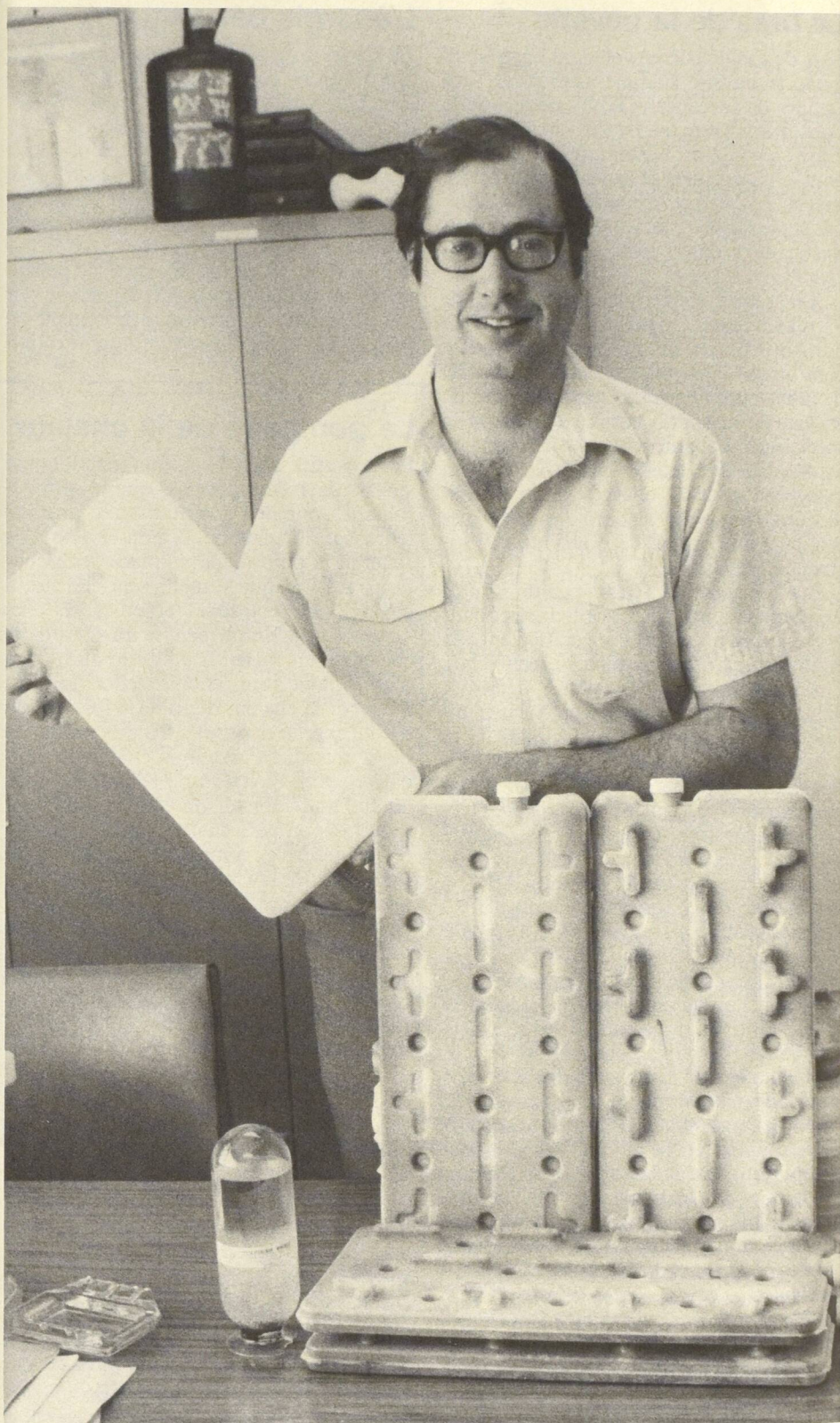
Since the oil crisis of 1973, many alternatives have been proposed to wean us from our dependence on petroleum. Energy from the sun is one that will play an increasingly important role in heating homes and institutions, and warming water for domestic and industrial use. By a variety of schemes, we are quickly learning to trap, hold and extract the warmth of the sun's rays.

The most cost-effective of these schemes to date is passive solar heating—the use of south facing windows to let the sun's heat in. But there is a limit to the amount of heat passive design can provide, and it can rarely be applied cost-effectively to existing homes. To overcome these hurdles requires the application of active solar heating systems—systems which collect the sun's heat and actively pump it into the house for distribution. One of its important advantages over passive design is the linking of heat collection to a storage system. With a storage system, 65 per cent of an average Canadian home's heat requirement could be obtained from the sun.

Solar heat storage in rock beds and water tanks is already a sound practice. However, the size of the rock bed or water tank required indicates why these methods are generally restricted to new home construction. One calculation suggests that, for a well insulated 108 m² (1,200 sq. ft.) house, about 663 million joules (600,000 BTU's) are needed for an average January day. To store this quantity of heat would require raising the temperature of 8 100 l (1,800 gallons) of water or 36 t of rock by 19°C.

For solar energy to make a significant contribution for heating Canadian homes, economical storage materials have to be developed for use in existing houses. The storage systems will have to be cheap, compact, safe, and reliable. Materials under investigation which come closest to matching this profile are compounds that undergo a phase change from a solid to liquid when heat is applied and revert to the solid form when heat is taken away.

Sounds a lot like water and ice, doesn't it? Exactly. This simple equilibrium process can be used to store heat when the sun is shining, for use when it's not. A pound of ice, on melting at 0°C, absorbs 151 920 joules (144 BTU) of heat without an increase in temperature, and, when it freezes, it releases the same amount. The quantity of heat it absorbs or releases at this temperature is far greater than at other temperatures, a property scientists refer to as the heat of fusion. Unfortunately, 0°C is

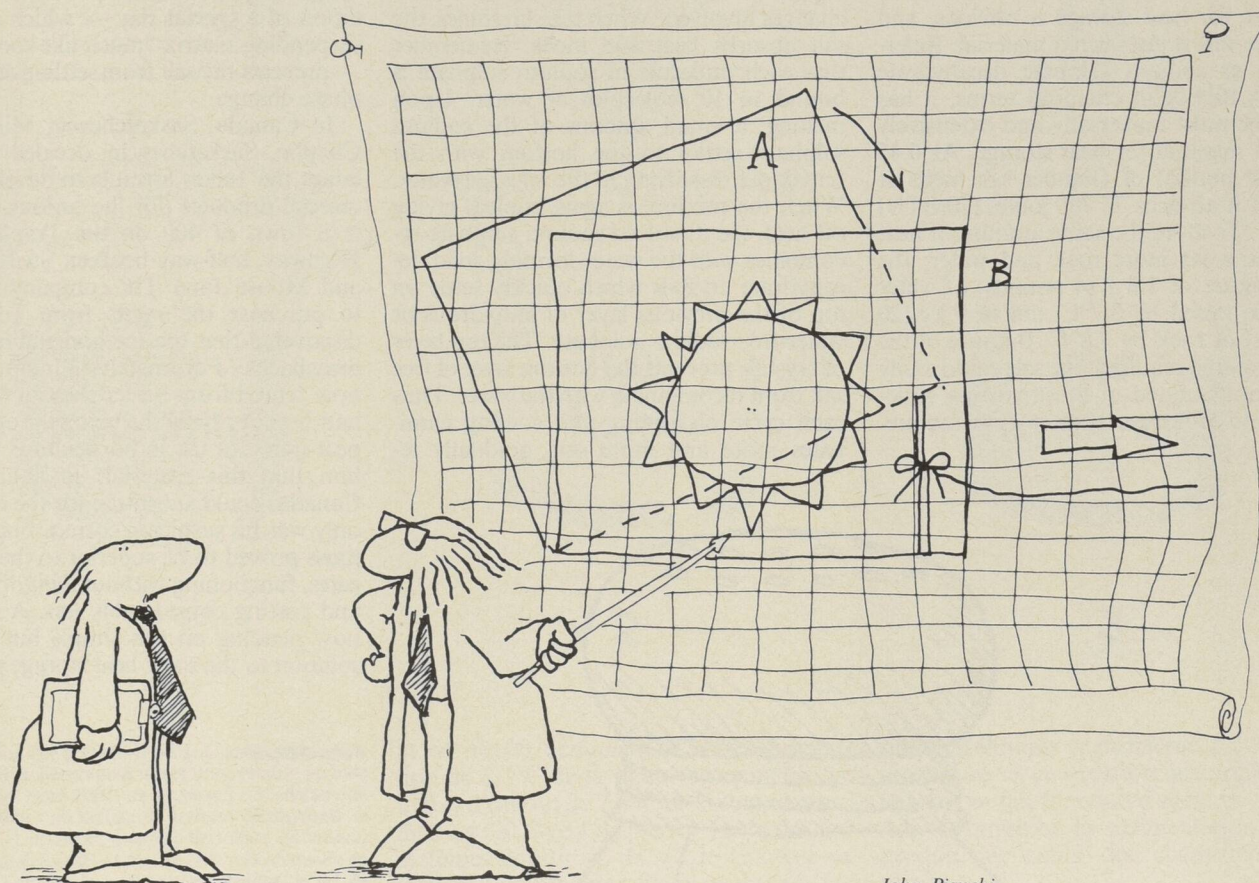


Dr. Dennis Storer of Saskatchewan Minerals displays the company's solar storage trays containing Glauber salt and peat moss mixture. Each tray, which Saskatchewan Minerals markets for \$4.30, is adequate for 0.09 m² of collector surface area. (Photo: John Meisner)

Le Dr Dennis Storer montre les plaques servant au stockage de l'énergie solaire mises au point par la compagnie Saskatchewan Minerals et contenant un mélange de sel de Glauber et de tourbe. Chaque plaque dont le prix est de 4,30 dollars peut stocker la chaleur d'une surface de captage de 0,09 m². (Photo: John Meisner)

Une vraie trappe thermique

Le stockage de l'énergie solaire



John Bianchi

Les progrès réalisés dans le domaine du stockage de l'énergie thermique permettent de plus en plus d'entrevoir l'utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage des maisons et des établissements industriels.

Depuis la crise énergétique de 1973, nombre de possibilités de nous libérer de nos besoins de pétrole ont été considérées. L'exploitation de l'énergie solaire est l'une de celles qui promettent de jouer un rôle de plus en plus important dans le chauffage des locaux et de l'eau courante, qu'il s'agisse de besoins domestiques ou industriels. Une variété de procédés nous permettent déjà de capter, de retenir et d'extraire la chaleur du rayonnement solaire.

Jusqu'à présent, il s'est avéré que les systèmes de chauffage passifs, constitués de fenêtres faisant face au sud, étaient le moyen le plus économique d'exploiter l'énergie solaire. Cependant, la quantité de chaleur qu'ils permettent de capter est limitée et leur exploitation dans des maisons déjà existantes est rarement possible. Pour surmonter ces difficultés, il est nécessaire d'utiliser des systèmes de chauffage solaire actifs qui peuvent capter la chaleur solaire et la distribuer au moyen de

pompes. L'un des avantages les plus importants de ces systèmes réside dans le fait qu'ils prévoient l'acheminement de la chaleur vers un dispositif de stockage. Équipée d'un pareil dispositif, une maison moyenne au Canada pourrait capter suffisamment d'énergie solaire pour répondre à 65% de ses besoins de chauffage.

On utilise déjà de façon courante des lits de pierres ou des réservoirs d'eau pour le stockage de la chaleur. Cependant, étant donné la grande taille de ces systèmes, ils sont généralement difficiles à installer dans des maisons déjà existantes. On a calculé que, dans le cas d'une maison bien isolée de 108 m² (1 200 pieds carrés), les besoins énergétiques quotidiens au mois de janvier se chiffrent à environ 633 millions de joules (600 000 BTU). Le stockage de cette énergie thermique demanderait une augmentation de 19°C de la température de 8 100 l (1800 gallons) d'eau ou de 36 t de pierres.

Pour que l'énergie solaire puisse jouer un rôle important dans le chauffage domestique au Canada, il est nécessaire que l'on mette au point des matériaux de stockage économiques et utilisables dans des maisons existantes. Les systèmes de stockage doivent être abordables, peu

encombrants, sûrs et fiables. De tous les matériaux étudiés, ceux qui semblent le mieux réunir les critères recherchés sont les composés susceptibles de changer de phase, c'est-à-dire de passer de l'état solide à l'état liquide sous l'effet de la chaleur et de l'état liquide à l'état solide lorsque la température baisse, tout comme la glace et l'eau.

Ce simple phénomène thermodynamique permet de stocker la chaleur captée pendant les périodes d'ensoleillement et de la libérer lorsqu'il fait froid. La fusion d'une livre de glace, qui se produit à une température de 0°C, absorbe une quantité d'énergie thermique de 151 920 J (144 BTU) sans qu'il y ait augmentation de la température; cette même quantité d'énergie est libérée au moment de la congélation. C'est à cette température que la quantité de chaleur absorbée ou libérée est la plus élevée; les scientifiques appellent cette dernière chaleur de fusion. Malheureusement, la chaleur de fusion de l'eau, étant libérée à une température trop basse (0°C), ne peut être exploitée pour le chauffage domestique.

Les avantages que présente l'utilisation d'une substance dont le point de fusion est plus rapproché de la température ambiante sont donc évidents. Le sel de Glauber

too low a temperature for the practical exploitation of water's heat of fusion in home heating.

The advantage of using a substance which has a freezing point near room temperature for heat storage is obvious, and Glauber salt is just such a material. Referred to as sodium sulphate decahydrate ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) in chemical terms, it has been the most universally and extensively studied material for heat storage. As 0.45 kg (one pound) of Glauber salt melts at 30.5°C , it absorbs 73 780 joules (70 BTU) of heat. To store the same amount of heat requires a lot more rock and water; the temperature of 1.8 l (4 pounds) of water must be raised by 8.7°C and of 9 kg (20 pounds) of rock by 7.8°C . Because of the small volume required, the salt could easily be accommodated in most existing structures and still meet heat storage requirements.

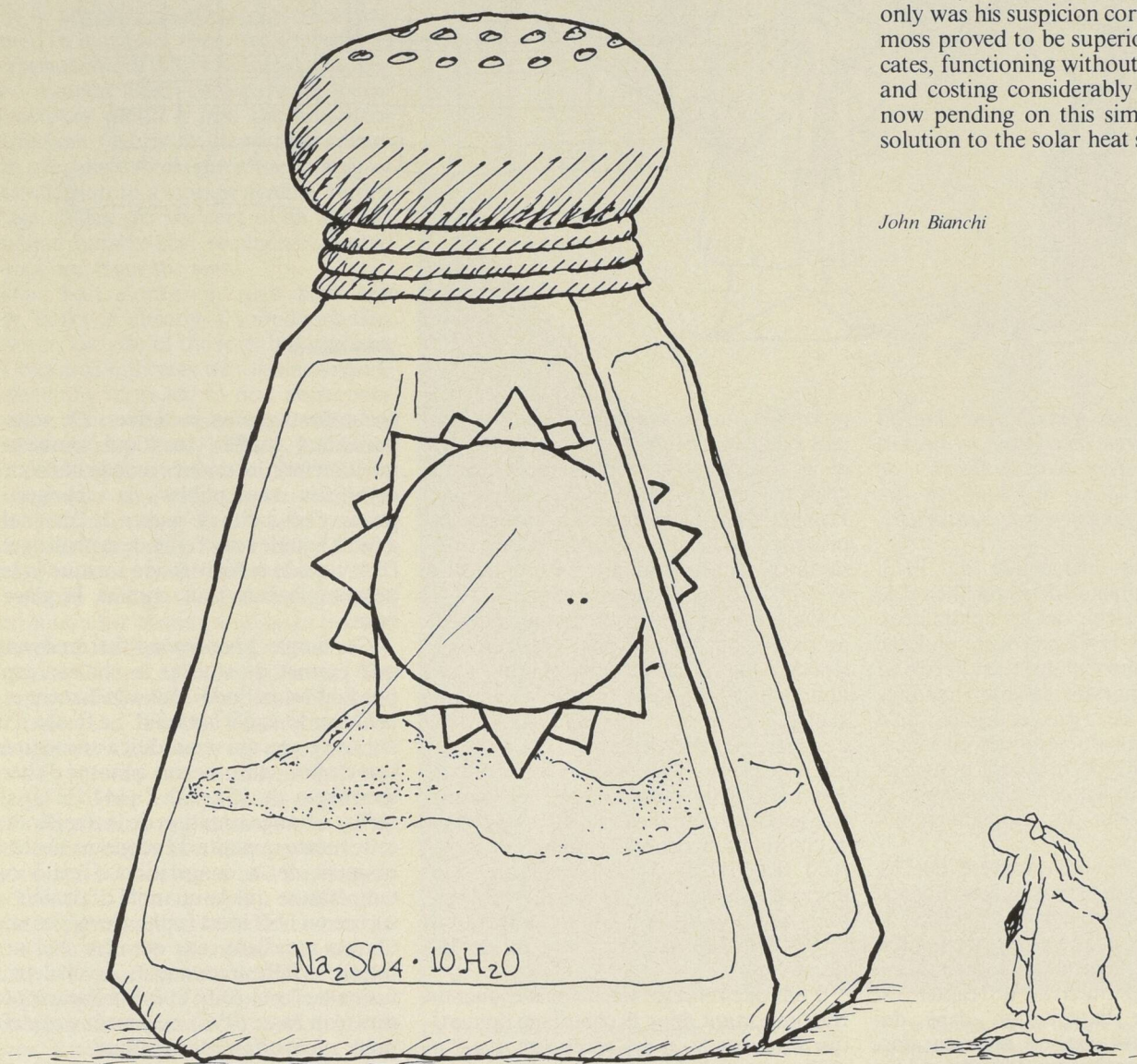
Unfortunately, the salt has proven extremely unreliable. In most demonstrations its structure has broken down after several cycles of freeze-thawing, a deterioration explained by examining the chemical changes involved. When the sun shines, the salt absorbs heat and melts. Remember that each molecule of sodium sulphate is bound to 10 molecules of water. Upon melting, a small amount of the sodium sulphate settles to the bottom with the remainder dissolving in the released water. When the mixture is again cooled, giving off heat, the dissolved sodium sulphate recombines with the water forming solid decahydrate crystals which quickly settle on top of the previous layer of anhydrous or water-free sodium sulphate. The top layer of crystals prevents the bottom layer of free salt from recombining with the water. Thus each cycle of heating and cooling eliminates more and more salt, gradually re-

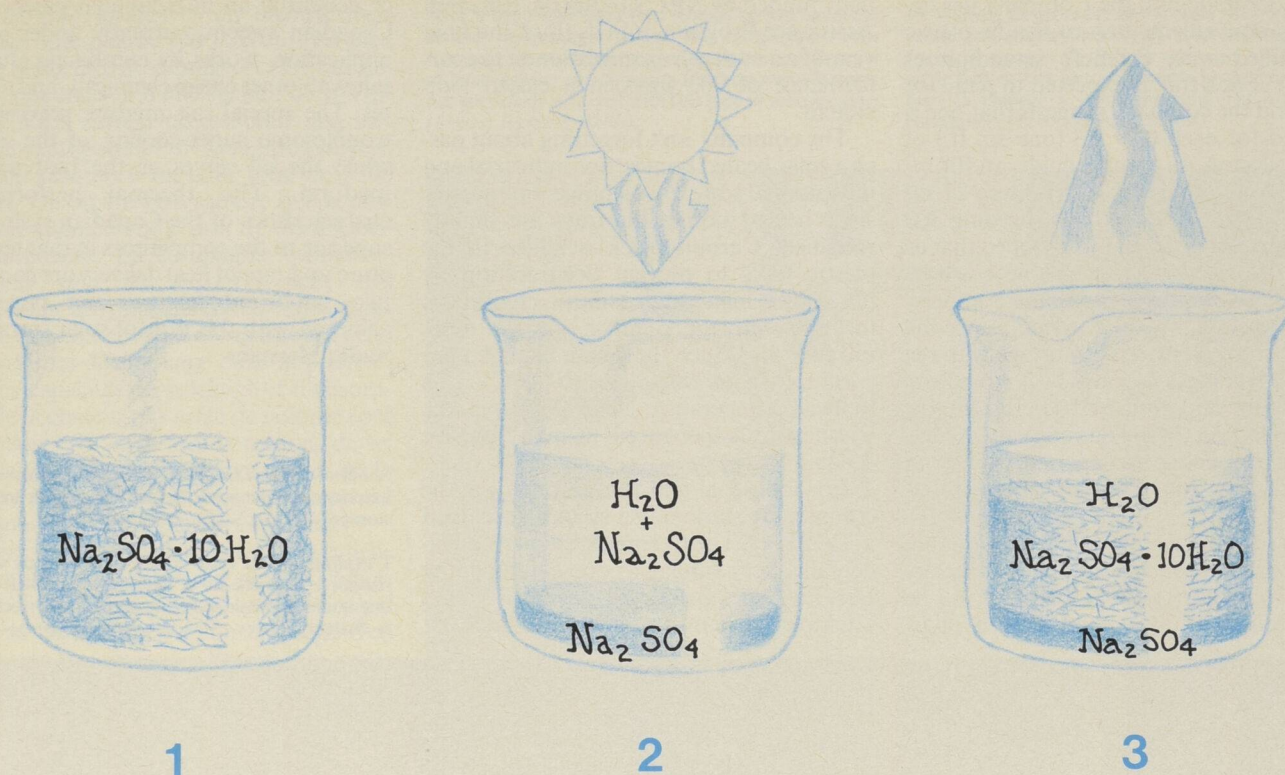
ducing the heat-storing capacity of the system.

However, Dr. Maria Telkes, from the University of Delaware, discovered a simple solution to this problem. The addition of a special clay — which acts as a suspending matrix “much like toothpaste” — prevents the salt from settling during the phase change.

In Canada, Saskatchewan Minerals of Chaplin, Saskatchewan, decided to try to adapt the Telkes formula to develop commercial products (for the curious, Chaplin is a town of 400 on the Trans-Canada Highway, half-way between Swift Current and Moose Jaw). The company intended to purchase the rights from Telkes but discovered that the method still had some drawbacks. Fortunately, Phillip Rueffel, now retired from Saskatchewan Minerals, had been studying the unique properties of peat moss for use in horticulture. It struck him that this material, so abundant in Canada, could substitute for the clay. Not only was his suspicion correct, but the peat moss proved to be superior to the clay silicates, functioning without their drawbacks and costing considerably less. A patent is now pending on this simple but effective solution to the solar heat storage problem.

John Bianchi





Le problème que présente le sel de Glauber réside dans le fait qu'il se décompose après une certaine période d'utilisation. Sous l'effet de la chaleur, les cristaux de sel de Glauber ou sulfate de sodium décahydraté se dissolvent. Une petite quantité de sulfate de sodium anhydre (déshydraté) se dépose et le reste demeure en solution. Lorsque le mélange se refroidit, le sel de Glauber se recristallise et les cristaux se déposent sur la couche de sulfate de sodium anhydre, empêchant cette dernière de se combiner à l'eau. Ainsi, à la suite de chaque cycle de chauffage et de refroidissement, le système se détériore davantage et sa capacité d'absorption de la chaleur diminue. La compagnie Saskatchewan Minerals a résolu ce problème en ajoutant de la tourbe au mélange. Cette substance fait fonction d'agent de suspension et empêche la sédimentation du sulfate de sodium. (Graphique: John Bianchi)

The traditional problem with Glauber salt, it breaks down over a period of use. When heat is applied to crystalline Glauber salt or sodium sulphate decahydrate, the crystals dissolve. A small amount of anhydrous (water-free) sodium sulphate settles to the bottom and the remainder stays in solution. When heat is taken away the mixture cools and the crystals of Glauber salt reform, settling on top of the anhydrous sodium sulphate, preventing it from recombining with water. Now less heat will be absorbed than the original and with each cycle of heating and cooling the system will deteriorate further. Saskatchewan Minerals overcomes this problem by adding peat moss to the mixture. The peat acts as a suspending agent, preventing the sodium sulphate from settling to the bottom. (Graphic: John Bianchi)

possède précisément cette propriété. Cette substance constituée de sulfate de sodium décahydraté ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) a soulevé l'intérêt universel et a fait l'objet d'un grand nombre d'études approfondies. La fusion de 0,45 kg (une livre) de sel de Glauber qui se produit à 30,5°C absorbe une quantité d'énergie thermique de 73 780 J (70 BTU). Or, le stockage de cette même quantité de chaleur dans un réservoir d'eau ou dans un

lit de pierres demanderait une augmentation de 8,7°C de la température de 1,8 l (4 livres) d'eau ou de 7,8°C de la température de 9 kg (20 livres) de pierres. De ce fait, les systèmes constitués de sel de Glauber ne sont pas volumineux; ils peuvent être facilement installés dans la plupart des constructions existantes et répondre en même temps aux besoins de stockage.

Malheureusement, il s'est avéré que ce sel était extrêmement instable. Dans la plupart des expériences, cette substance se décomposait à la suite de quelques cycles répétés de cristallisation et de fusion et cette détérioration était le résultat des variations chimiques intervenant dans le processus en jeu. Soumis au rayonnement solaire, le sel absorbe de la chaleur et fond. Quelques molécules de sulfate de sodium qui sont normalement chacune liées à dix molécules d'eau se déposent et le reste se dissout dans l'eau qui est dégagée. Lorsque le mélange est de nouveau refroidi, processus s'accompagnant d'un dégagement de chaleur, le sulfate de sodium dissous se combine à l'eau pour former des cristaux solides de sulfate de sodium décahydraté qui se déposent rapidement sur la couche inférieure de sulfate de sodium anhydre ou déshydraté. Les cristaux de la couche supérieure empêchent les cristaux sous-jacents de se combiner à l'eau. Ainsi, à la suite de chaque cycle de chauffage et de refroidissement, une plus grande quantité de sel est éliminée et ceci réduit graduellement la capacité de stockage du système.

Le Dr Maria Telkes, de l'Université du Delaware, a découvert un moyen très

simple d'éliminer ce problème. Il consiste à ajouter au sel en question une argile particulière qui fait fonction d'agent de suspension et empêche la sédimentation qui se produit au cours des changements de phases.

Les chercheurs de la compagnie Saskatchewan Minerals de Chaplin (village de 400 habitants situé sur l'autoroute transcanadienne, à mi-chemin entre Swift Current et Moose Jaw, dans la Saskatchewan), travaillant à la mise au point d'agents de suspension industriels, décidèrent d'adopter ce nouveau procédé. La compagnie en question était prête à payer des droits d'exploitation au Dr Telkes, mais on découvrit que la méthode demandait encore à être perfectionnée. C'est alors que M. Phillip Rueffel, ancien employé de cette compagnie, qui avait étudié les propriétés particulières de la tourbe et ses applications dans le domaine de l'horticulture, suggéra de remplacer l'argile par ce matériau très abondant au Canada. Non seulement cette substitution était-elle efficace, mais l'utilisation de la tourbe donna des résultats supérieurs à ceux obtenus avec les argiles siliceuses et s'avéra fiable et moins coûteuse. Ce procédé qui résout d'une façon simple et efficace le problème du stockage de la chaleur solaire fait actuellement l'objet d'une demande de brevet.

La compagnie a mis au point pour usage domestique des plaques pratiques et faciles à manipuler contenant le mélange opportunément découvert par Rueffel. On prévoit que le prix de vente de chaque plaque

For domestic use, the Company has developed convenient, easy-to-handle plastic trays filled with Rueffel's serendipitous mixture. Each tray is expected to retail for \$4.30 and the company suggests that one is required for each 0.09 m² (one sq. ft.) of solar collector. As a rough guide, an 108 m² (1,200 sq. ft.) house would require 27 m² (300 sq. ft.) of collector area, needing 300 trays at a cost of \$1,200. It is hoped that as production runs increase the price will be reduced. Even at this stage the company feels it has a competitive system, since the cost is comparable to rock storage with the added advantages of more heat stored per unit volume and an increased efficiency of heat collection (the Glauber salt system allows the collectors to operate at reduced temperatures thus increasing their efficiency).

Two residential scale demonstrations are now under way, and a third, under contract to the National Research Council, will be carried out in Ottawa. Another study, par-

tially funded by NRC's Industrial Research Assistance Program, is in its third and final year of an in-depth examination of the performance of 700 trays in a closed loop system.

The company isn't forgetting about passive solar heated homes, nor industrial and institutional scale solar storage. For passive solar heated homes the trays are slightly modified. Carbon black is added to the plastic trays to prevent deterioration by ultraviolet light, and sodium chloride is included with the Glauber salt-peat moss mixture to reduce the phase change temperature from 90°C to 65-70°C. This reduced temperature helps to avoid the overheating experienced in many passive designs.

For industrial and institutional use, the company is marketing a system developed in Germany. The German system is, coincidentally, very similar to one developed by Drs. Ed Capes and Bryan Taylor in NRC's Division of Chemistry, who were edged out

of acquiring an international patent. The Canadian system, currently under patent application, works by combining Glauber salt with other cheap chemicals, and a bit of oil. The special salt mixture prevents the troublesome super-cooling of the system while the oil serves as the heat transfer medium. The thermal performance characteristics of the Canadian system are superior to the competitors in that temperature and rate of heat delivery are constant, two important features not previously achieved with this type of solar storage. □

Sadiq Hasnain

A hill of sodium sulphate, a natural resource in Saskatchewan, ensures an adequate supply for solar heat storage. (Photo: Saskatchewan Minerals)

L'exploitation de cette colline de sulfate de sodium, ressource naturelle de la Saskatchewan, peut fournir une quantité considérable de matériau de stockage de la chaleur. (Photo: Saskatchewan Minerals)



sera de 4,30 dollars et on recommande d'utiliser une plaque par 0,09 m² (un pied carré) de surface de captage. À titre de référence, une maison d'une surface de 108 m² (1 200 pieds carrés) nécessiterait une surface de captage de 27 m² (300 pieds carrés), soit 300 plaques à un coût total de 1 200 dollars. On espère qu'à mesure que la production augmentera le prix de ces dispositifs diminuera. La compagnie estime cependant que ce système peut dès maintenant affronter la concurrence étant donné que son coût est comparable à celui des systèmes de stockage dans la pierre et que ses capacités de stockage et d'absorption de la chaleur par unité de volume sont supérieures (les systèmes constitués de sel de Glauber permettent l'absorption de la chaleur à des températures plus basses, ce qui ajoute à l'efficacité des capteurs).

Deux projets de démonstration à échelle résidentielle ont été mis sur pied et, dans le cadre d'un contrat financé par le Conseil national de recherches, on envisage d'en lancer un troisième à Ottawa. Un autre projet, en partie financé par le Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC et entrepris il y a trois ans en vue d'examiner de façon approfondie le comportement de 700 plaques dans un système à circuit fermé, sera achevé cette année.

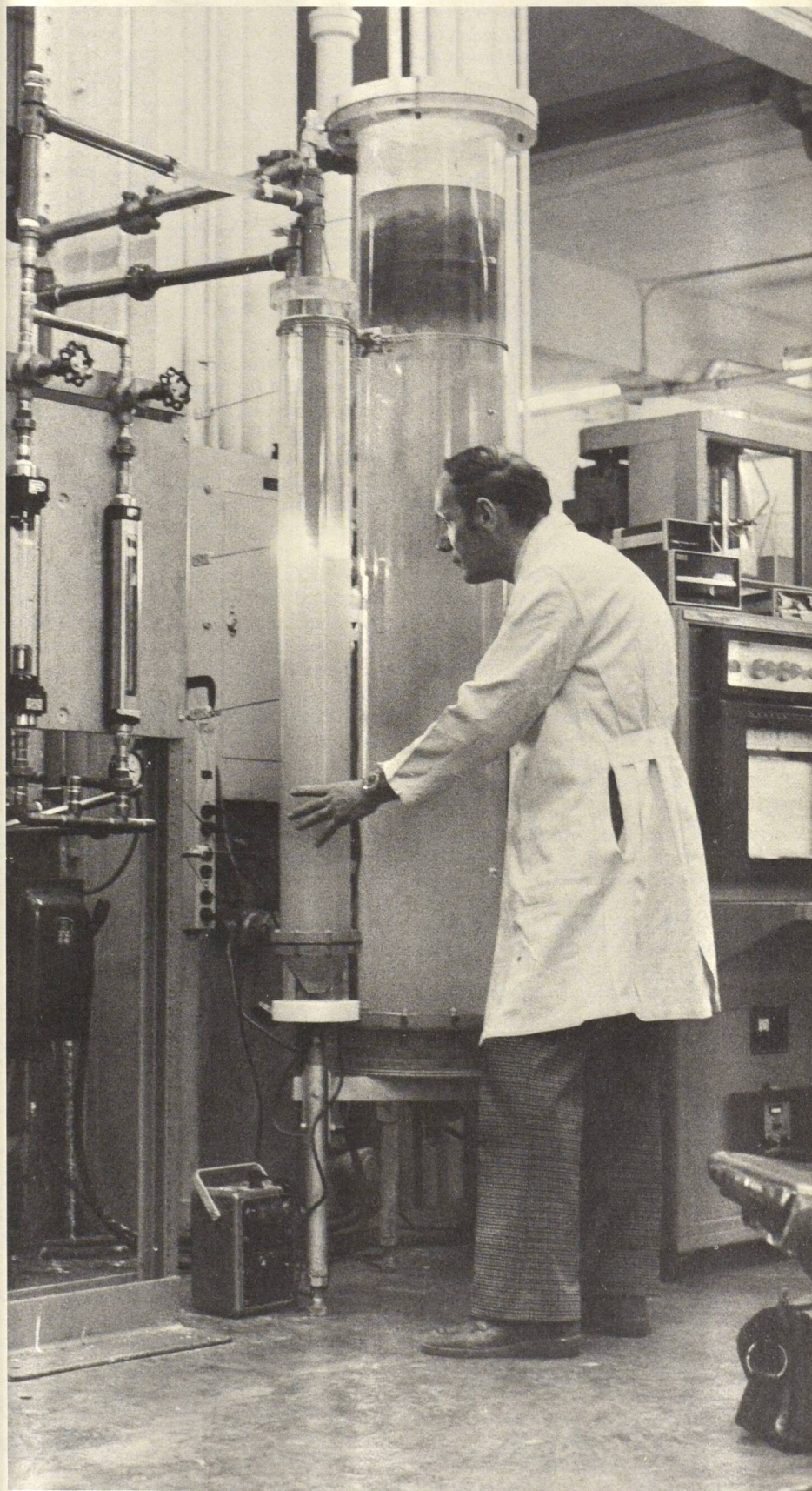
La compagnie n'oublie pas les maisons à chauffage solaire passif ni les systèmes de stockage à échelle industrielle. Des plaques légèrement modifiées ont été conçues pour les maisons à chauffage solaire passif. Le plastique utilisé est renforcé de noir de carbone, substance qui le protège contre la détérioration causée par les rayons ultraviolets. Le mélange de sel de Glauber et de tourbe est également additionné de chlorure de sodium, ce qui permet de réduire à une température de 65 à 70°C la température de fusion qui est normalement de 90°C. Cette réduction de la température empêche le surchauffage qui se produit souvent dans les bâtiments à chauffage passif.

La compagnie procède également à la commercialisation d'un système à application industrielle conçu en Allemagne. Il s'agit d'un système très semblable à celui qui a été mis au point par les Drs Ed Capes et Bryan Taylor de la Division de chimie du CNRC et qui a failli conduire à l'obtention d'un brevet international. Leur système, qui fait actuellement l'objet d'une demande de brevet au Canada, utilise un mélange de sel de Glauber et d'autres produits chimiques peu coûteux ainsi qu'une petite quantité d'huile. Ces additifs empêchent le phénomène indésirable de la surfusion du mélange et l'huile assure le transfert de la chaleur. Par ailleurs, ce système mis au point au Canada est le seul en son genre à avoir la propriété de distribuer la chaleur à une température et à un débit constants, caractéristique qui lui confère sa supériorité. □

Texte français: Annie Hlavats

NRC's large-scale solar heat storage system has some distinct advantages over its competitor from Germany: the temperature in the system and the rate of heat delivery are constant, two important features not previously achieved with this type of solar storage. (Photo: Richard Webb)

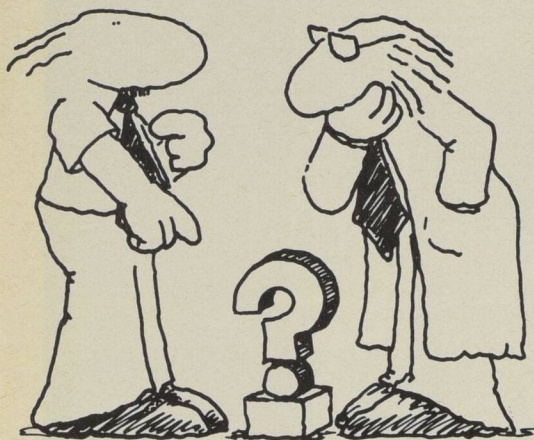
Le système de stockage de l'énergie solaire à grande échelle mis au point au CNRC a des avantages manifestes par rapport au système conçu en Allemagne. Il est le seul en son genre à avoir la propriété de distribuer la chaleur à une température et à un débit constants. (Photo: Richard Webb)



Transforming ideas into technology

Incubator Program

NRC's new program will assist a limited number of small Canadian firms with research and development which could lead to substantial benefits from marketing the commodity or service.



Despite the fact that Canada is by and large a branch plant economy, there are examples of Canadian technology that have surfaced and prospered against considerable odds — the nuclear power system (based on the Candu reactor) and the telecommunications and aerospace industries, are just three examples.

How did these Canadian technologies achieve success? Usually with great difficulty. Due to the nature of Canada's economy, its small home market and fierce competition from the U.S. and abroad, it required substantial investment by successive Canadian governments. This gave the aspiring firms and corporations the boost and security needed to take the risks inherent in high technology.

The National Research Council is one of the government agencies which help to initiate and strengthen technological capability in Canada. This support takes the form of direct financial support for industrial research and development, technology transfer from its laboratories to industry, and interchange between its own personnel and those from industry.

Now, NRC has established yet another form of industrial assistance — a program of long-term cooperation with small, high technology companies wishing to conduct major research and development projects. The aptly termed *Incubator Program* is designed to assist Canadian companies through that difficult period when the chances of failure are greatest — at the stage where ideas are transformed into some practical application.

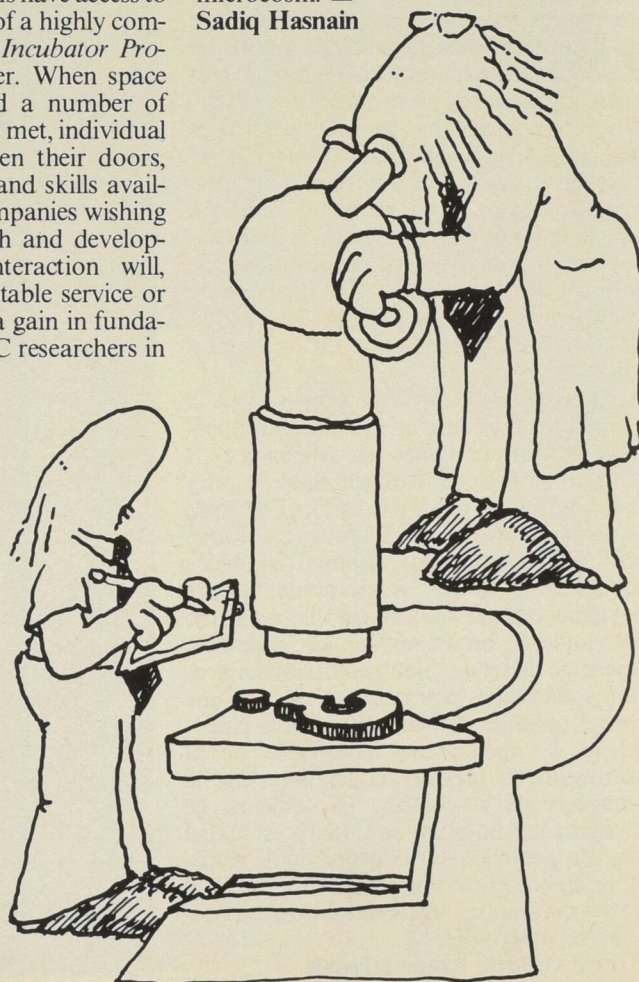
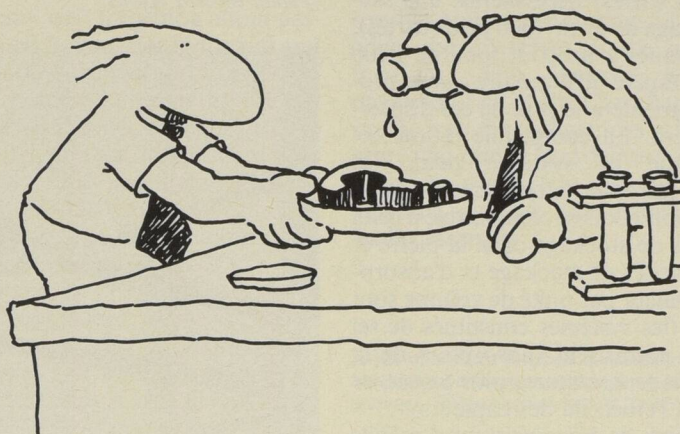
High technology is one area where Canada can compete successfully with the

rest of the world, simply because the field is so dependent on research and the development of new ideas. The advances in high technology are so rapid that only those countries with a dynamic research capability can compete. Canada has this capability because it has invested in research, particularly in government agencies such as NRC and in universities.

At NRC, several of the laboratories are designated National Facilities to ensure that small companies which cannot afford such elaborate research tools have access to them and to the expertise of a highly competent research staff. The *Incubator Program* goes one step further. When space and resources permit, and a number of other important criteria are met, individual NRC laboratories will open their doors, making their instruments and skills available to small Canadian companies wishing to undertake joint research and development programs. This interaction will, hopefully, lead to a marketable service or product for the firm, and a gain in fundamental knowledge for NRC researchers in the field of endeavor.

An excellent precedent already exists for this type of cooperative venture. The Electron Physics Group in NRC's Division of Electrical Engineering helped SEMCO Instruments Ltd. of Ottawa develop a scanning electron microscope capable of magnifying images 300,000 times. This powerful tool is invaluable in many areas of research, from the engineer trying to ferret new information from metal surfaces to the needs of the biologist attempting to understand the structures of the cellular microcosm. □

Sadiq Hasnain



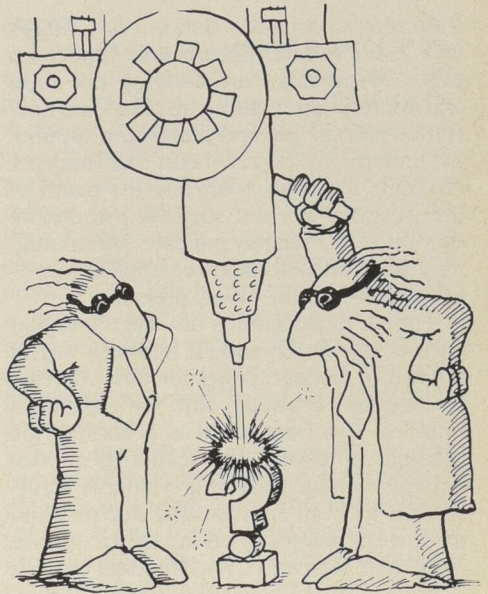
Des idées à la technologie

Le Programme d'incubation

Le nouveau programme mis en oeuvre par le CNRC et visant à apporter un appui en matière de recherche et de développement à un nombre limité de petites entreprises canadiennes pourrait avoir des retombées considérables pour la commercialisation de produits ou de services.

cherche et au développement industriels, de transfert technologique de ses laboratoires à l'industrie et d'échanges de personnel avec les entreprises intéressées.

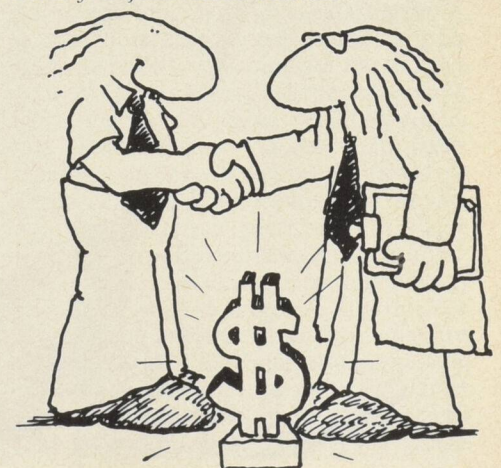
Dernièrement, le CNRC a créé une nouvelle forme d'aide industrielle; il s'agit d'un programme de collaboration à long terme avec des petites entreprises utilisant une technologie de pointe et désirant exécuter des projets de recherche et de développement majeurs. Le nouveau programme, appelé fort à propos *Programme d'incubation*, a été conçu pour aider des compagnies canadiennes pendant la période de concrétisation des idées en applications



étant réunis, des laboratoires individuels du CNRC mettront leurs installations et leur compétence à la disposition de petites compagnies canadiennes désirant entreprendre des programmes conjoints de recherche et de développement. Cette collaboration, espère-t-on, se traduira par la commercialisation par la compagnie intéressée de produits ou de services, et par l'acquisition par les chercheurs du CNRC de connaissances fondamentales dans le domaine considéré.

La collaboration entre la section de physique électronique de la Division de génie électrique du CNRC et la compagnie SEMCO Instruments Ltd., d'Ottawa, est un excellent exemple de ce type d'entreprise conjointe. Elle a abouti à la mise au point d'un microscope à balayage électronique pouvant agrandir des images 300 000 fois. Cet instrument puissant est d'une importance inestimable dans un grand nombre de domaines de recherche allant de l'analyse des surfaces métalliques à l'étude des structures du microcosme cellulaire. □

Texte français: Annie Hlavats



pratiques au cours de laquelle les risques d'échec sont les plus grands.

En matière de technologie de pointe, le Canada peut affronter la concurrence mondiale avec succès, et ceci tout simplement parce que ce domaine dépend dans une si large mesure de la recherche et du développement de nouvelles idées. L'avancement de la technologie de pointe est si rapide que seuls les pays possédant une compétence de recherche dynamique peuvent survivre à la concurrence et, si cette compétence existe au Canada, c'est grâce à l'appui apporté à la recherche, notamment au sein d'universités et d'organismes gouvernementaux comme le CNRC.

Plusieurs laboratoires du CNRC ont été désignés comme installations nationales pour donner la possibilité aux petites compagnies de disposer de l'équipement élaboré et nécessaire à la recherche qu'elles ne peuvent se permettre d'acquérir et aussi de bénéficier des connaissances d'un personnel de recherche hautement compétent. Dans le cadre du *Programme d'incubation*, cet appui a été développé davantage. Les circonstances le permettant, c'est-à-dire les locaux et les ressources nécessaires étant disponibles, et d'autres critères importants

Bien que le Canada ait, dans une large mesure, adopté une économie de dépendance, certaines réalisations technologiques nationales ont percé et prospéré dans un milieu qui leur était défavorable au départ. Les centrales nucléaires (conçues d'après le réacteur CANDU) et les réalisations dans les domaines aérospatial et des télécommunications en sont des exemples.

Ce succès technologique dont jouit le Canada a été obtenu au prix de grands efforts. Étant donné le contexte économique du pays, la faible taille du marché domestique et la concurrence acharnée que lui opposent les États-Unis et l'étranger, des sommes considérables ont dû être investies par les gouvernements qui se sont succédés pour favoriser cette réussite. Cet appui a fourni aux entreprises et aux corporations intéressées la force et la sécurité dont elles avaient besoin pour faire face aux risques inhérents à la technologie de pointe.

Le Conseil national de recherches est l'un des organismes gouvernementaux qui contribuent au développement et au renforcement de la compétence technologique au Canada. Son soutien se manifeste sous forme d'aide financière directe à la re-

A discipline for the Renaissance man

Biological effects of ultrasound

Yesterday's science fiction is today's fact... We've seen Saturn and Jupiter up close. Microwaves are cooking our food and bacteria are making insulin. Cars now run on sewage gas and plutonium supplies the energy to power heart pacemakers. Nothing, it seems, is beyond the realm of the possible. It's not surprising therefore that current research indicates ultrasound may have an unlooked-for application — in the lowering of blood pressure.

Today, ultrasound is not the unfamiliar term it was in the past. It has been widely applied in physiotherapy for over 25 years to soothe bruised, stiff or damaged muscles. In obstetrics, it is becoming the method of choice for scanning unborn babies, thereby providing valuable information to both mother and doctor. And now, work being carried out by scientists at NRC and Ottawa's Civic Hospital extends

the uses of ultrasound. According to Alan Mortimer, a medical physicist at NRC's Division of Electrical Engineering, it has been shown to lower the blood pressure in the isolated hearts of rats.

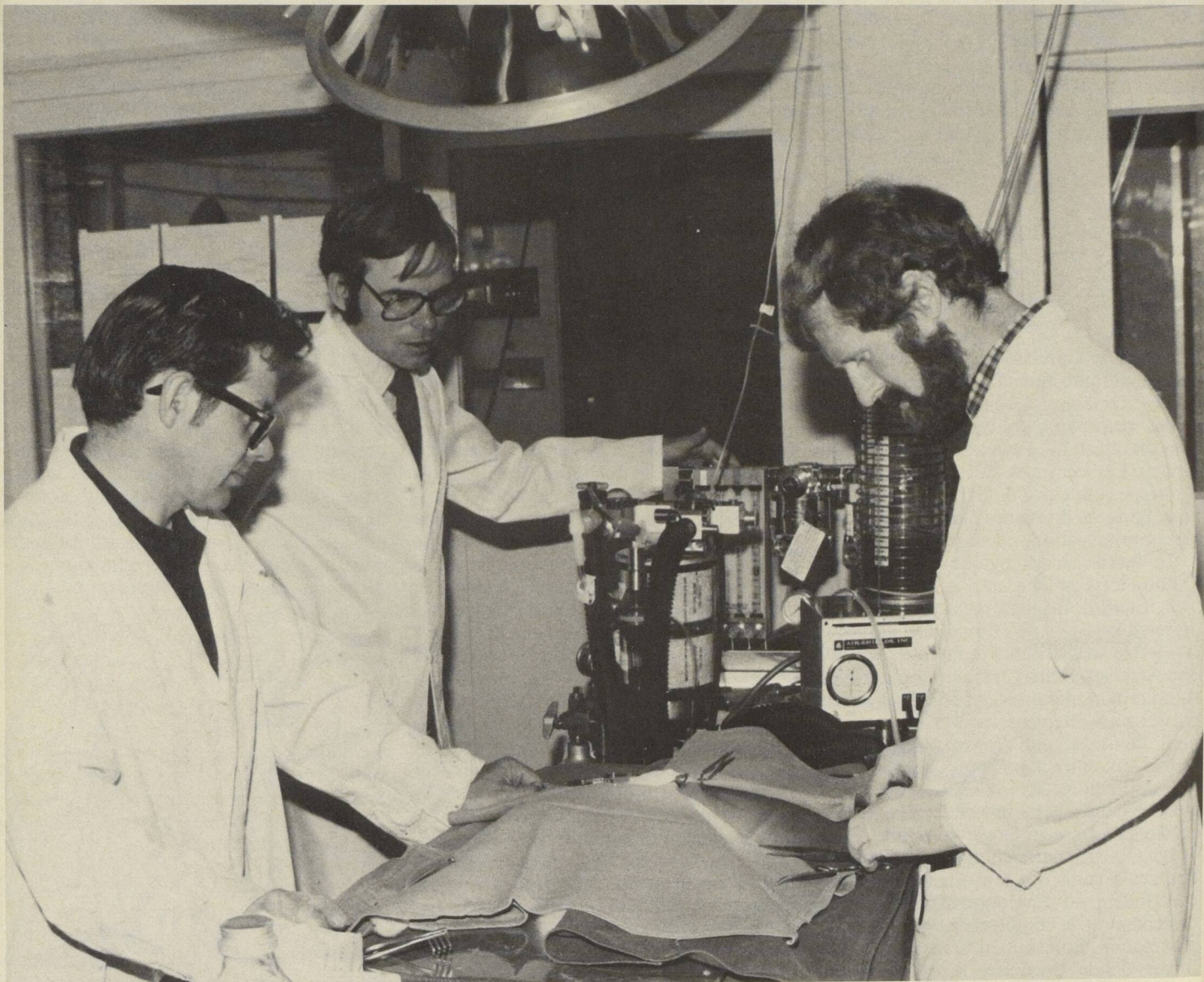
"Ultrasound is the name given to mechanical vibrations at frequencies above the human hearing limit (about 16 kHz)," explains Mortimer. In current medical practice, frequencies ranging between 900 and 10 000 kHz (10 MHz) are commonly used. However, the difference between therapeutic and diagnostic use of ultrasound is not in the frequency but in the intensity, that is, in the energy per unit area. (Intensities used in this study are in the

same range as those applied in physiotherapy).

The kind of research Mortimer and his colleagues are engaged in calls for input from a variety of people, technicians, surgeons, biologists and physicists, all of them prepared to try their hand at almost anything: medical, biological or technological. "Having worked together in the past on such things as pacemakers and heart defibrillation," comments Alan Mortimer, "we are all able to contribute to the understanding of how ultrasound can affect the heart muscle. Both careful physics and careful biology must be done. And they have to be done at the same time."

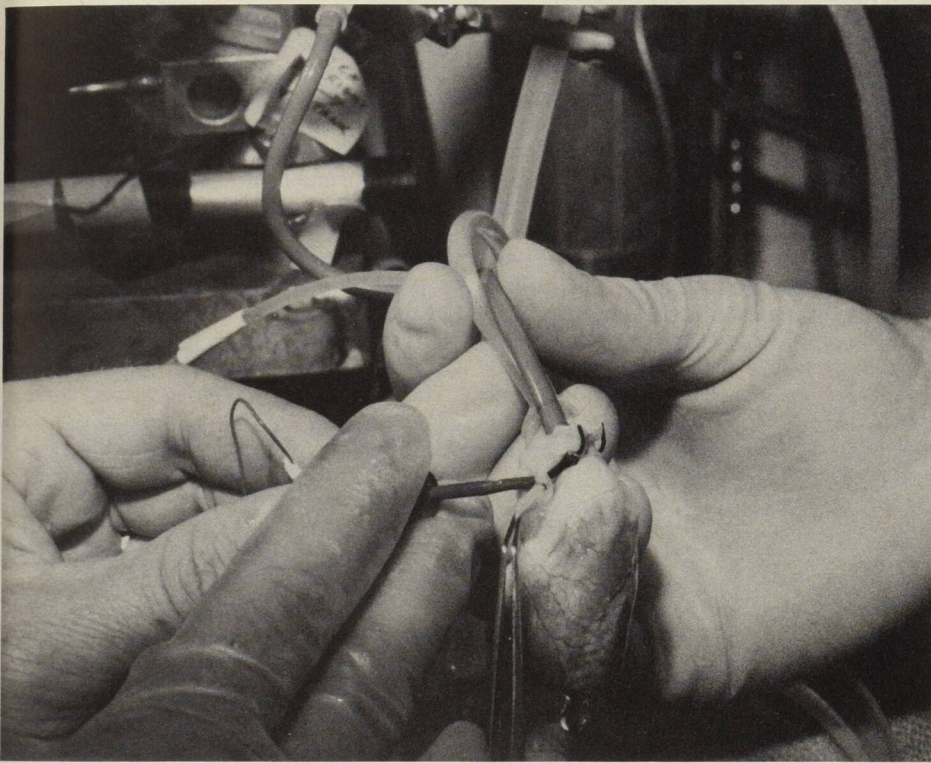
Brian Trollope, Alan Mortimer and Jack Scott prepare for an operation. (Photo: Bruce Kane, NRC)

Brian Trollope, Alan Mortimer et Jack Scott se préparent à entreprendre l'opération. (Photo: Bruce Kane, CNRC)



Une discipline pour l'homme de la Renaissance

Les effets biologiques des ultrasons



With the balloon catheter inserted and oxygen supplied to the heart via the darker tube in the forefront, the experiment can now begin. (Photo: Bruce Kane, NRC)

En vue d'une expérience on insère une sonde dans le coeur de l'animal qu'on alimente en oxygène par le tube sombre situé à l'avant de la photo. (Photo: Bruce Kane, CNRC)

Ce que l'on qualifiait jadis de science-fiction est maintenant devenu réalité. Nous avons observé de près les planètes Saturne et Jupiter. Les micro-ondes cuisent nos repas, et des bactéries produisent de l'insuline. Certaines voitures fonctionnent au gaz d'eaux résiduaires, et le plutonium sert de source d'énergie pour les stimulateurs cardiaques. Rien ne semble dépasser les limites du possible. Il n'est donc pas étonnant d'apprendre la découverte d'une nouvelle application possible des ultrasons — l'abaissement de la tension sanguine.

Aujourd'hui le terme d'ultrason est devenu beaucoup plus familier qu'auparavant. Depuis 25 ans, on se sert des ultrasons en physiothérapie pour traiter les muscles contusionnés ou ankylosés. En obstétrique, l'échographie devient la méthode préférée pour examiner les bébés avant leur naissance et obtenir ainsi des renseignements utiles pour la mère et le médecin. Et maintenant, des recherches effectuées par des scientifiques du CNRC et de l'Hôpital municipal d'Ottawa ont permis de découvrir de nouvelles applications des ultrasons. Selon M. Alan Mortimer, spécialiste de la physique médicale à la Division de génie électrique du CNRC, on a démontré que les ultrasons abaissent la tension sanguine dans des coeurs isolés de rats.

« On désigne sous le terme d'ultrasons les vibrations mécaniques dont la fréquence (supérieure à 16 kHz) est trop élevée pour que l'oreille humaine puisse les percevoir », nous explique M. Mortimer. Dans la pratique médicale courante, on utilise souvent des ultrasons de fréquence comprise entre 900 et 10 000 kHz (10 MHz). Cependant, la différence entre l'utilisation des ultrasons à des fins de thérapie et de diagnostic ne dépend pas de leur fréquence mais plutôt de leur intensité, c'est-à-dire de la quantité d'énergie par unité de surface. (Dans cette étude, on a choisi les mêmes intensités que celles utilisées en physiothérapie.)

Les recherches qu'ont entreprises M. Mortimer et ses collègues nécessitent la collaboration de diverses personnes; des techniciens, des chirurgiens, des biologistes et des physiciens, qui sont tous prêts à tenter presque n'importe quoi se rapportant à la médecine, la biologie ou la technologie. « Étant donné que nous avons déjà travaillé ensemble sur des projets comme les stimulateurs et les défibrillateurs cardiaques », nous dit M. Mortimer, « nous pouvons tous chercher à comprendre comment les ultrasons agissent sur le muscle cardiaque. Il faut soigneusement étudier non seulement les facteurs biologiques mais aussi les facteurs physiques et ce, simulta-

nément. »

C'est le coeur qui fournit la force nécessaire pour pomper le sang dans les poumons ainsi que dans le reste du corps. À chaque fois qu'il se contracte, il pompe le sang dans l'aorte, la première et la plus grande des artères. On appelle tension *systolique* la tension maximale atteinte dans l'aorte. Après chaque contraction le coeur se détend et, pendant qu'il se remplit de sang en vue de la prochaine contraction, la tension aortique tombe à son niveau minimum ou de repos, c'est ce qu'on l'appelle la tension *diastolique*. C'est cette dernière tension qui baisse sous l'influence des ultrasons.

Les premières expériences de M. Mortimer et de ses collègues consistaient à prélever de petites portions de muscle de coeurs de rats. Ce tissu était ensuite irradié avec des ultrasons de fréquence constante (1 MHz) mais d'intensité variable. « Lors des premiers essais », nous explique M. Mortimer, « nous nous sommes aperçus que la radiation ultrasonique réchauffait la région environnante du muscle, nous obligeant ainsi à faire une distinction entre les effets purement thermiques et ceux causés par les ultrasons. C'est pourquoi, pour fins de comparaison, nous avons préparé une expérience consistant à placer le muscle dans un bain à température réglable et avons élevé la température de ce dernier jusqu'au degré atteint pendant l'irradiation. Ensuite, nous avons pu comparer le facteur thermique équivalent avec le facteur non thermique qui, lui, n'affecte que la force diastolique en la diminuant. Voilà notre découverte majeure. » À la lumière de ces résultats encourageants, les chercheurs ont poursuivi des expériences sur des coeurs isolés de rats et de lapins et ils ont observé le même phénomène: une diminution de la tension diastolique pendant l'irradiation ultrasonique.

Cette découverte semble très intéressante du point de vue clinique. Même si la plupart des muscles squelettiques peuvent supporter une certaine « pénurie d'oxygène », le muscle cardiaque, par contre, ne peut guère le tolérer. (Pendant un exercice vigoureux, les muscles squelettiques épuisent leurs réserves d'oxygène. Voilà pourquoi une consommation accrue d'oxygène continue quelque temps après l'arrêt de l'exercice.) Le muscle cardiaque, cependant, ne fonctionne pas ainsi. Lorsque le flux d'oxygène qui parvient au coeur est insuffisant, la tension sanguine augmente et le coeur perd de sa souplesse. Une douleur thoracique (angine) ou un léger infarctus peut en résulter. En diminuant la pression diastolique, les ultrasons pourraient aider le muscle à se détendre, permettant ainsi un plus grand apport de sang et, par consé-

The heart provides the driving force which propels the blood to the lungs and rest of the body. Each time it contracts, blood is pumped in the aorta, the first and largest artery. The maximum pressure reached in the aorta is called *systolic* blood pressure. After each contraction the heart relaxes, and while it is taking in more blood for the next contraction, the pressure in the aortic artery drops to its lowest, or resting state, the so-called *diastolic* pressure. It is this pressure that decreases in response to ultrasound.

Work started off on small strips of muscle removed from rat hearts and irradiated with ultrasound kept at constant frequency (1 MHz) while varying the intensity. "During the first trials," explains Alan Mortimer, "it was apparent that ultrasonic radiation caused heating in the vicinity of the muscle, making it necessary for us to distinguish between purely thermal effects and those due to ultrasound. So a control experiment was set up where the temperature of the bath containing the muscle was increased after irradiation so that the muscle reached the same temperature which occurred during irradiation. Then, we were able to compare the equivalent thermal component with the non-thermal component which affects only the diastolic force, lowering it significantly. This was our important finding." With these encouraging results, work progressed to whole isolated hearts from rats and rabbits. Here again the same phenomenon was observed: a decrease in the diastolic tension during ultrasonic radiation.

The clinical significance of the finding appears very promising. While most skeletal muscle can sustain some degree of what is called "oxygen debt", cardiac muscle can tolerate very little. (During vigorous exercise the skeletal muscles "live beyond their means" — they incur a debt in oxygen. For this reason, increased oxygen consumption continues after the exercise is terminated). The heart muscle however, does not have an oxygen credit card. When there is insufficient supply of oxygen to the heart, pressure increases and the heart becomes stiffer. A chest pain (as in angina) or a mild heart attack, can result. Ultrasound, in decreasing the diastolic pressure, could help the muscle relax and allow more blood to flow in, thereby increasing the oxygen supply to a depleted heart. Such a change could have therapeutic value to people who experience heart problems.

The next step for the research team will be to try to obtain these same results in a living animal. However, at this stage the system becomes more complex as tighter controls operate in the body to compensate for any alterations, especially mechanical, which might be imposed by ultrasound.

Mr. Mortimer suggests an explanation of ultrasound's effects on normal and diseased hearts. "Our experimental work showed that, in a healthy heart, ultrasound

leads to a decrease in diastolic or resting pressure. Two explanations can account for this: first, an increased availability of oxygen to the heart, and second, a localized heating of the supporting structure of the muscle, made more pliant and thus exerting less pressure on the blood. At present, testing this heat hypothesis would require temperature monitoring of single cells, and to date, the smallest thermocouple is still 'large scale' when compared to the size of muscle cells.

"In the diseased heart, along with a decrease in resting pressure there is also an increase in systolic or contraction pressure. This could be due to heating by the ultrasound treatment causing a speed-up in the 120 or so different stages or reactions that make up muscle contraction. This could result in a stronger contraction, an effect not observed in a healthy heart because presumably, it is already operating at maximum efficiency.

"In turn this heating effect provides an explanation of the decrease in pressure during the resting phase of the heart. Stronger contractions could provide an increased oxygen supply during the resting stage, with a consequent decrease in muscle 'stiffness'. This, in conjunction with the increased pliancy of the support tissue that would result from heat, could explain the lowering of diastolic pressure."

Another explanation according to Mortimer, involves the effects of ultrasound on

the availability of calcium to the muscle; without this ion, muscle contraction does not take place. In conditions like kidney failure or a heart blockage where the hydrogen ions (or acidity) increase in the muscle medium, these ions compete with calcium, making it less available for muscle contraction. "At certain ultrasound intensities," continues Mortimer, "the contractile state of the muscle increases, a phenomenon not seen when the level of hydrogen ions is normal or when sufficient extra calcium is provided. This seems to indicate that ultrasound may somehow alter the competition between calcium and hydrogen ions, increasing calcium's availability to the cell."

It is not yet possible to determine which of these two mechanisms is in operation when ultrasound acts on cardiac muscle. Though they are the most likely explanations to date, the door is left open for others as the experimental work progresses. "Nonetheless," concludes Alan Mortimer, "we do see this decrease in resting tension of the muscle which doesn't seem to affect the way the muscle contracts, and this is new. It doesn't comply with current belief that the heart's resting tension is due to the fact that the muscle hasn't completely relaxed. So in addition to possible clinical applications, these studies may introduce a new way of looking at, or defining, diastolic tension." □

Patricia Montreuil



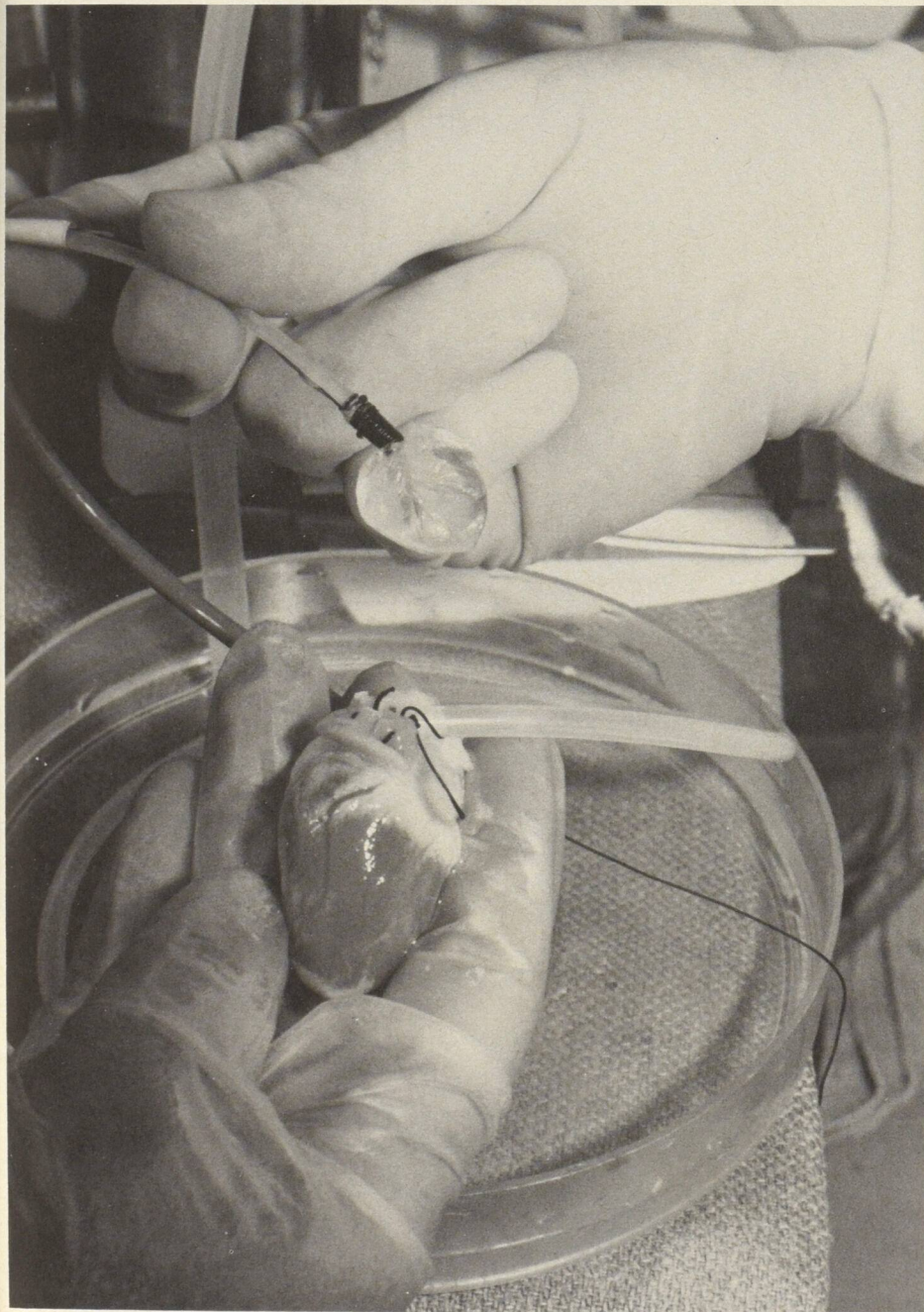
John Bianchi

quent, d'oxygène au coeur épuisé. Un tel changement aurait une valeur thérapeutique pour les personnes souffrant de troubles cardiaques.

La prochaine étape des recherches consistera à tenter d'obtenir les mêmes résultats chez l'animal vivant, chose plus difficile car, dans le corps, il existe plusieurs mécanismes de régulation capables de neutraliser les changements, surtout ceux d'origine mécanique, que pourraient provoquer les ultrasons.

Ce petit ballon introduit puis gonflé dans le ventricule gauche d'un coeur de lapin permet le monitoring des variations de pression. (Photo: Bruce Kane, CNRC)

This small balloon is inserted into the left ventricle of a rabbit heart, and then inflated to monitor pressure changes. (Photo: Bruce Kane, NRC)



Selon M. Mortimer il existe certaines hypothèses susceptibles d'expliquer l'effet des ultrasons sur des coeurs sains et malades. « Nos expériences ont démontré que dans un coeur en bonne santé les ultrasons font diminuer la tension de repos ou diastolique. Ce phénomène pourrait s'expliquer par deux causes: d'abord, un accroissement de la quantité d'oxygène dont dispose le coeur et, ensuite, un échauffement localisé des tissus de soutien du muscle, qui deviennent ainsi plus souples et exercent par conséquent moins de pression sur le sang. La vérification de cette deuxième hypothèse nécessiterait l'observation de la température de cellules individuelles mais, à l'heure actuelle, le plus petit thermocouple disponible est encore beaucoup trop grand lorsqu'on le compare aux dimensions des cellules musculaires.

« Dans un coeur malade, en plus d'une diminution de la tension diastolique, il y a aussi une augmentation de la tension systolique ou de contraction. C'est peut-être la chaleur dégagée lors du traitement par ultrasons qui accélère les quelque 120 différentes étapes ou réactions qui entrent en jeu au moment d'une contraction. Il pourrait en résulter une contraction plus forte, mais cet effet n'est pas observé dans un coeur normal probablement parce que ce dernier fonctionne déjà avec le maximum d'efficacité.

« Toutefois, cet effet thermique explique la diminution de pression observée pendant la phase de repos du coeur. Des contractions plus fortes pourraient apporter plus d'oxygène au coeur pendant la phase de repos, entraînant ainsi une augmentation de la souplesse de son tissu musculaire. Cette réaction, de même que l'augmentation de la souplesse des tissus de soutien causée par la chaleur, pourrait expliquer la diminution de pression diastolique observée. »

Selon M. Mortimer, il y a une autre explication possible au sujet de l'effet des ultrasons sur la quantité de calcium dont dispose le muscle; sans cet ion, il n'y a pas de contraction musculaire. Dans les cas d'insuffisance rénale ou de diminution de l'alimentation sanguine du muscle cardiaque la quantité d'ions d'hydrogène (ou acidité) augmente dans ce muscle et ces ions entrent en concurrence avec ceux de calcium en diminuant la quantité de calcium disponible pour la contraction musculaire. « Pour certaines intensités du champ ultrasonore », poursuit M. Mortimer, « la contractilité du muscle augmente, phénomène qui ne se produit pas lorsque la quantité d'ions d'hydrogène est normale ou lorsque le calcium est présent en quantité suffisante. Ces observations semblent indiquer que les ultrasons pourraient, en quelque sorte, modifier l'antagonisme entre les ions de calcium et d'hydrogène, de façon à augmenter la disponibilité du calcium. »

Il n'est pas encore possible de déterminer lequel de ces deux mécanismes opère lorsque les ultrasons agissent sur le muscle cardiaque. Bien qu'ils constituent, jusqu'à maintenant, les explications les plus plausibles, on ne saurait en écarter d'autres au fur et à mesure que les recherches avancent. « Toutefois », conclut M. Mortimer, « nous observons bel et bien une diminution de la tension de repos du muscle, ce qui ne semble pas affecter la force de contraction de ce dernier, et c'est un élément nouveau. Cette observation n'obéit pas à l'opinion générale actuelle selon laquelle la tension de repos du coeur est attribuable au fait que ce muscle ne se détend pas complètement. Donc, en plus des applications cliniques possibles, ces recherches pourraient conduire à une nouvelle façon de concevoir, ou de définir, la tension diastolique. » □

Texte français: Denyse Ross

Gas on the rocks

Cold facts about methane hydrate

The gas-bearing potential of frozen methane hydrate deposits beneath the Arctic permafrost may take the chill out of future Canadian winters.

It's one of those classic good news/bad news situations. According to many experts, a vast supply of natural gas, up to twice our known current reserves, may lie frozen solid beneath the crust of Canada's permafrost. The energy equivalent of this untapped storehouse could be over four billion tons of coal.

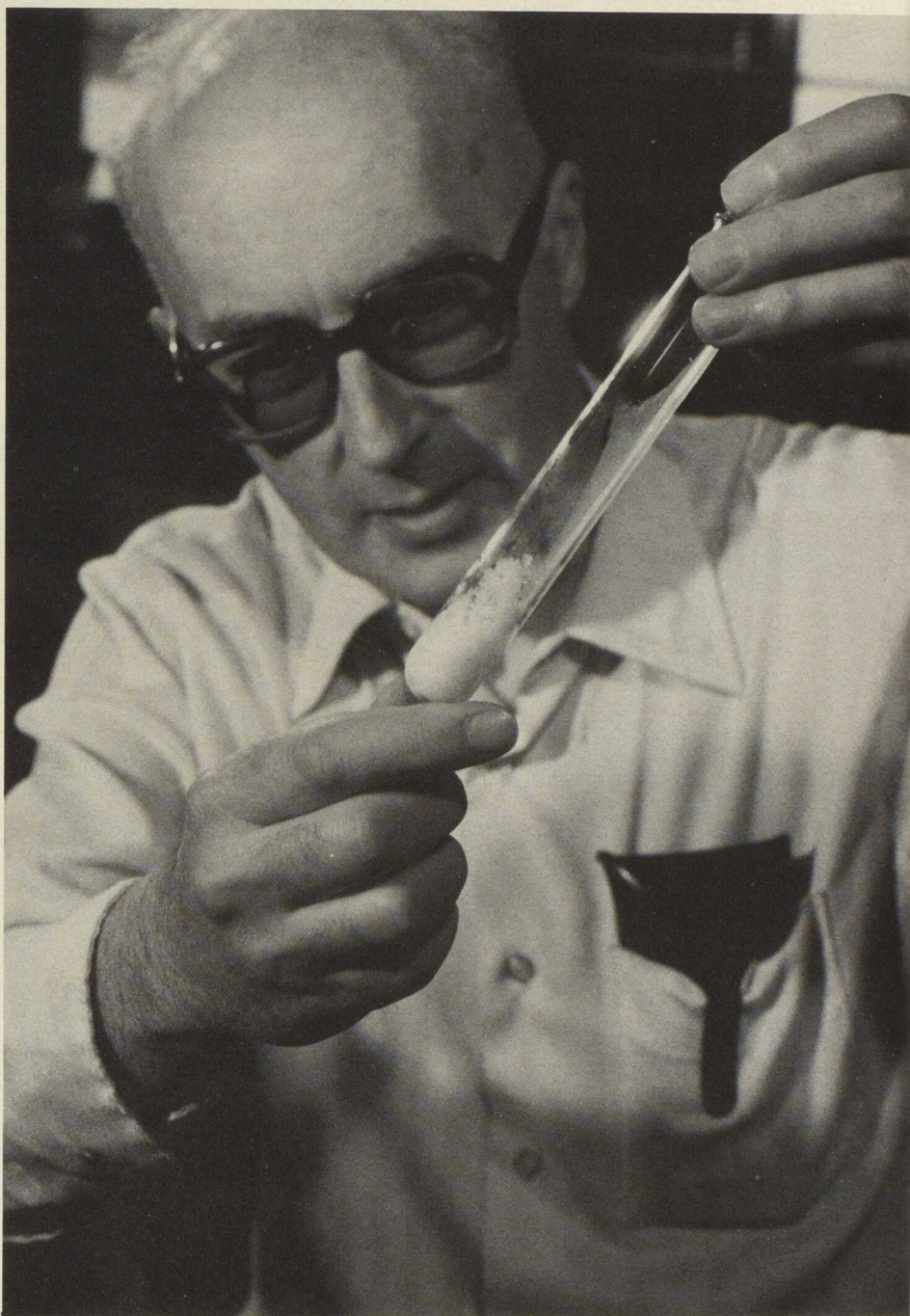
But that's cold comfort. Predictably, there's a "bad news" angle to the story too. "No one's found an easy way to get the gas out," explains NRC chemist Don Davidson.

The problem is that the gas is locked up in a little-understood solid form, a frosty mixture of ice, methane (natural gas) and small amounts of other light gases. That's where Davidson and his colleagues come in. They're learning more about how frozen gas hydrates behave in the laboratory — electrically, magnetically and in response to heat — and hoping to make these substances less of a mystery.

"Imagine a large frozen sponge," explains Davidson, "with single molecules of gas plugged into all the empty spaces. That's the kind of thing we're talking about. Of course, the structure is actually more regular and orderly than that, but either way the molecules are trapped in their own icy cells." By all estimates, 1 m³ of this material could release over 160 m³ of methane.

Deposits of frozen hydrate, most likely formed during intensely cold periods of the earth's evolution, are normally found in layers below the permafrost (or even beneath the cold ocean floor). They're accessible, but not easy to work with. At first glance, prying the gas loose would seem to be a taxing but not insoluble engineering problem...like extracting oil from Alberta's tar sands. But there's a catch. Frozen gas is chemically unstable and explosive, making it somewhat unpredictable under pressure or heat. Imagine trying to handle something that can expand rapidly to over a hundred times its original volume.

This same explosive tendency also poses an unseen hazard to exploration crews probing the Arctic landscape for natural gas. Dangers arise as drillers punch through the unstable hydrate layer to a gas pocket below. To minimize such risks, geologists must learn how to predict where the frozen gas occurs and then to recognize the subtle differences between the hydrate and normal ice. Unfortunately, instruments sensitive enough to do this haven't been built yet.



A sample of non-explosive frozen hydrate releases bubbles of gas as the substance warms up. (Photo: Bruce Kane, NRC)

Cet échantillon non explosif d'hydrate gelé dégage des bulles de gaz à mesure que sa température augmente. (Photo: Bruce Kane, CNRC)

"We're looking at minute differences between the properties of plain ice and frozen gas," says Davidson. "I guess it's a case of walking before you can run. Once we know enough about these substances at a molecular level, maybe instruments can be de-

signed to distinguish between them in the field."

The NRC chemists have studied hydrate complexes of methane as well as safer and more stable relatives containing propane and butane gas. These carbon-containing molecules caged in their icy structures are examined with a comparatively new technique using nuclear magnetic resonance spectroscopy. Solid samples (previously only liquids or solutions could be used) are cooled and whirled in a strong magnetic field while a radio frequency signal extracts vital data. Other experiments include in-

Les hydrates de méthane

Une richesse encore inaccessible



L'exploitation des gisements d'hydrates de méthane gelés et enfouis sous le pergélisol arctique pourrait contribuer à adoucir les futurs hivers canadiens.

D'après un grand nombre de spécialistes, une énorme quantité de gaz naturel atteignant une importance deux fois plus grande que celle des réserves actuelles connues se trouve enfouie à l'état solide sous le pergélisol canadien. Du point de vue énergétique, ces ressources inutilisées seraient équivalentes à plus de quatre milliards de tonnes de charbon.

Cependant, on ne peut encore se réjouir de l'existence de cette richesse car, comme nous l'explique Don Davidson, chimiste du CNRC, « il n'existe encore aucun moyen facile de l'exploiter. »

Le problème réside dans le fait que cette ressource se présente sous une forme solide peu comprise, constituée d'un mélange de glace, de méthane (gaz naturel) et de petites quantités d'autres gaz légers. C'est à l'étude de cette substance que s'intéressent Davidson et ses collègues. Ils étudient en laboratoire les propriétés électriques, magnétiques et thermiques des hydrates de gaz gelés et espèrent pouvoir élucider leur nature mystérieuse.

« Cette substance », poursuit Davidson, « rappelle une grosse éponge contenant une molécule de gaz dans chacune de ses alvéoles. Évidemment, la structure des hydrates en question est en réalité plus régulière et ordonnée que celle d'une éponge, mais chaque molécule est effectivement emprisonnée dans une cellule de glace. » D'après les estimations effectuées à ce sujet, 1 m³ de cette substance pourrait produire 160 m³ de méthane.

Ces dépôts d'hydrates gelés, très probablement formés au cours des périodes extrêmement froides de l'évolution de la Terre, se trouvent habituellement accumulés en couches sous le pergélisol (ou même sous le fond de l'océan Arctique). Ces gisements sont accessibles, mais difficiles à exploiter. À première vue, l'extraction du gaz semble poser un problème technique difficile mais non pas insoluble... tout comme l'extraction du pétrole des sables bitumineux de l'Alberta. Mais ceci est en réalité plus complexe. Le gaz gelé est chimiquement instable et explosif et, de ce fait, son comportement est imprévisible lorsqu'il est soumis à des changements de pression ou de température. Imaginez les difficultés que présente la manipulation d'un corps pouvant rapidement augmenter 100 fois de volume!

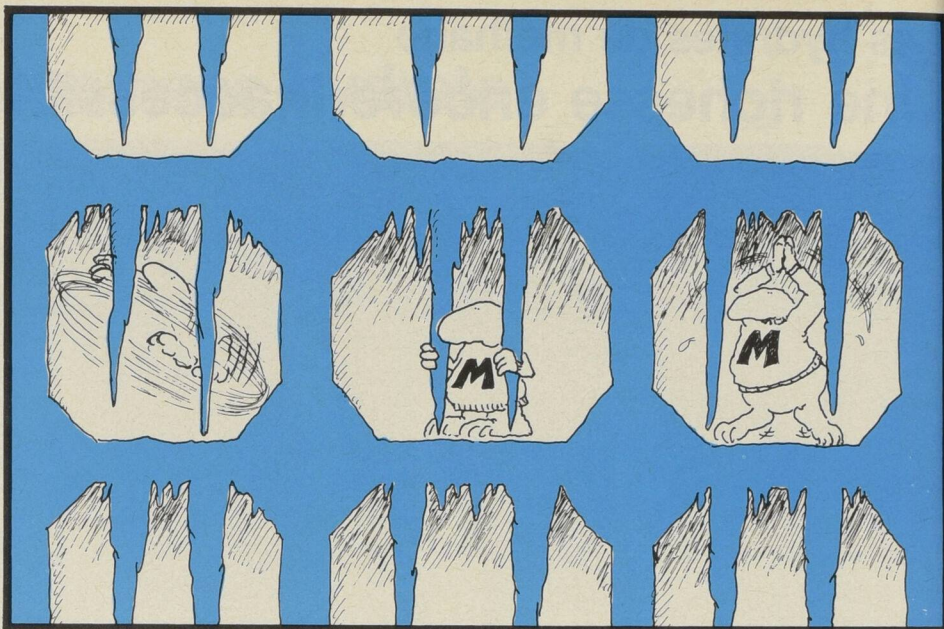
vestigation of the hydrate material's stability under different temperature and pressure conditions.

Davidson hopes the laboratory's insights on the behavior of frozen methane hydrate will one day help geologists tap Canada's solidified reservoir of natural gas. "I suspect the only way to release the gas," he says, "is by applying heat to the buried substance under very carefully-controlled conditions. In fact, scientists in the Soviet Union are already seriously exploring such methods based on changes of temperature, pressure and use of chemical anti-freezes."

He adds that even if the technology were here today, the costs of exploiting our frozen reserves would be high. The economic balance could tip, however, as the costs of producing conventional natural gas increase.

Although making practical use of this resource may be years off yet, some side-effects of the frozen gas phenomenon are already with us. Engineers have discovered that deposits of the frozen hydrate often form inside drill holes or in Arctic pipelines used to transport natural gas. The substance crystallizes and grows in the cold wet environment as gas combines with moisture. Eventually, the opening may constrict or even plug entirely, shutting off the flow of gas and adding to the risk of explosion.

"That's one problem many people are concerned about these days," notes David-



John Bianchi

son. "It's been there all along although it'll become more acute as more of the northern gas reservoirs are tapped. It's certainly one area where the work we do in our lab can be helpful right now. And what

we discover in tackling it may contribute down the road toward extracting gas economically and safely from these frozen hydrates beneath the permafrost."□

Wally Cherwinski

With this specialized nuclear magnetic resonance equipment, one of the few examples in Canada, chemists are able to examine the molecular structure of solid samples. (Photo: Bruce Kane, NRC)

Cet instrument de résonance magnétique nucléaire spécialisé, qui est l'un des rares appareils de ce genre existant au Canada, permet aux chimistes d'examiner la structure moléculaire d'échantillons solides. (Photo: Bruce Kane, CNRC)



Étant donné ce phénomène, la recherche de gaz naturel dans la région arctique présente des risques imprévisibles. Le danger devient imminent lorsque, au cours du forage, on transperce la couche d'hydrates instables qui recouvre une nappe de gaz. Pour qu'il soit possible de minimiser les risques encourus, les géologues doivent découvrir un moyen de déterminer l'emplacement du gaz gelé et être capables de distinguer les hydrates de gaz de la glace normale. Mais malheureusement, la sensibilité des instruments existants ne permet pas encore de pareilles applications.

« On essaie de mettre en évidence les très petites différences qui existent entre les propriétés de la glace ordinaire et du gaz gelé », indique Davidson. « Il s'agit, je pense, d'une question qui demande à être étudiée à sa source. Lorsque nous aurons acquis suffisamment de connaissances sur la nature moléculaire de ces substances, il sera peut-être possible de mettre au point des instruments capables de les distinguer sur le terrain. »

Les chimistes du CNRC ont étudié des composés hydratés du méthane ainsi que d'autres corps de la même famille, moins dangereux et plus stables, contenant du propane et du butane. Ils examinent à l'aide d'une méthode relativement nouvelle s'appuyant sur la spectroscopie de résonance magnétique nucléaire ces molécules organiques emprisonnées dans une structure gelée. Alors qu'autrefois seuls des échantillons liquides ou sous forme de solution pouvaient être utilisés, ils se servent d'échantillons solides qui sont refroidis et soumis à un champ magnétique intense pendant qu'un signal de fréquence radio en extrait des données d'une importance vitale. Dans le cadre d'autres expériences, ils étudient également la stabilité des hydrates dans différentes conditions de température et de pression.

Davidson espère que les renseignements obtenus au laboratoire sur le comportement des hydrates de méthane gelés permettront un jour aux géologues d'exploiter le réservoir de gaz naturel solidifié du Canada. « Je pense que la seule façon d'extraire ce gaz », explique-t-il, « consiste à chauffer la substance enfouie dans des conditions très soigneusement contrôlées. En fait, des scientifiques de l'Union soviétique étudient déjà sérieusement de pareilles méthodes s'appuyant sur des changements de température et de pression et utilisant des antigels chimiques. »

Il ajoute que même si l'on disposait à l'heure actuelle de la technologie nécessaire à l'exploitation de nos réserves gelées, le coût en serait trop élevé. Cependant, étant donné l'augmentation continue du coût de la production classique de gaz naturel, la balance économique pourrait pencher.

Bien que l'utilisation pratique de cette ressource soit encore éloignée, l'étude des phénomènes inhérents au gaz gelé a déjà porté des fruits. Les ingénieurs ont découvert qu'il arrive souvent que des dépôts d'hydrates gelés s'accumulent à l'intérieur des puits forés ou des gazoducs arctiques. En milieux froids et humides, lorsque le gaz se combine à la vapeur d'eau, cette substance se cristallise et grossit. Son accumulation peut éventuellement bloquer partiellement ou entièrement un gazoduc et, de ce fait, augmenter les risques d'explosion.

« C'est un problème auquel on porte un grand intérêt depuis quelque temps », ajoute Davidson. « Bien qu'il ait toujours existé, son importance s'accroît à mesure que le nombre de gisements de gaz exploités dans le Nord augmente. La chimie des hydrates de gaz est bien un domaine dont l'étude peut s'avérer utile dès maintenant. À la longue, les découvertes que nous réaliserons pourront conduire à l'extraction économique et sûre du gaz de cette substance gelée enfouie sous le pergélisol. »

Texte français: Annie Hlavats

FASTEN HERE - SCOLLER ICI



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

CUT - DÉCOUPEZ

1980/5

ADDRESS CHANGE		CHANGEMENT D'ADRESSE	
☐	Name/address printed wrongly - corrected below	☐	Nom/adresse comportant une erreur - correction ci-dessous
☐	Mailing label is a duplicate - please delete from list	☐	L'adresse est un duplicata - Rayez-la de la liste
☐	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
☐	Name below should replace that shown on label	☐	Remplacez le nom figurant dans l'adresse par celui indiqué ci-dessous
Discontinue sending: ☐ all publications ☐ this publication		Ne plus envoyer vos publications ☐ cette publication	

NAME - NOM

TITLE - TITRE

ORGANIZATION - ORGANISME

STREET - RUE

CITY - VILLE

PROVINCE

POSTAL CODE

POSTAL

COUNTRY - PAYS

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.

CUT - DÉCOUPEZ

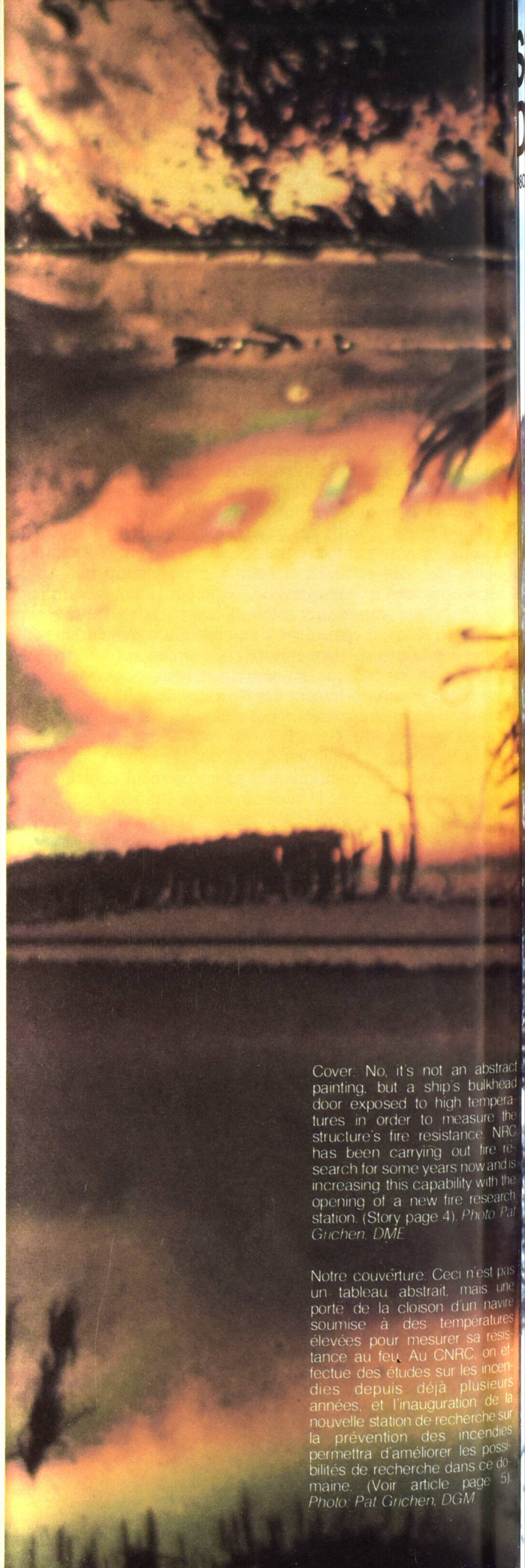


National Research Council
Canada
Ottawa, Canada
K1A 0R6

Conseil national de recherches
Canada
Ottawa, Canada
K1A 0R6

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

S K MACKENZIE
CISTI/ICIST
RM 180
M-55
E 01 PIB-020344



Cover. No, it's not an abstract painting, but a ship's bulkhead door exposed to high temperatures in order to measure the structure's fire resistance. NRC has been carrying out fire research for some years now and is increasing this capability with the opening of a new fire research station. (Story page 4). Photo Pat Gichen, DME

Notre couverture. Ceci n'est pas un tableau abstrait, mais une porte de la cloison d'un navire soumise à des températures élevées pour mesurer sa résistance au feu. Au CNRC, on effectue des études sur les incendies depuis déjà plusieurs années, et l'inauguration de la nouvelle station de recherche sur la prévention des incendies permettra d'améliorer les possibilités de recherche dans ce domaine. (Voir article page 5). Photo Pat Gichen, DGM