

SCIENCE DIMENSION

1977/1



MARS | LUMIÈRE
EMERGES | SUR MARS

SCIENCE DIMENSION



National Research Council Canada
Conseil national de recherches Canada

Vol. 9 No. 1, 1977

ISSN 0036-830

CONTENTS

4 Martian Radiowaves

Water beneath the red planet's sands.

8 New Hawaiian Eye

An update on the Canada-France-Hawaii Telescope.

12 Molecular Medicine

Drug effects on living cells.

16 Silver, Gold, and Platinum

Neutrons tell where they are.

20 Genetic Engineering

The target: safety.

24 Positron Annihilation

Writing the recipe for an alloy.

28 The Monocone

A platform for Arctic drilling?

Cover: The "half-moon" face of Mars. Photographed in color by the Viking spacecraft in June 1976, the planet is revealed as a brown, crater-strewn expanse of sand and rock. Arid as it appears, there may be water locked beneath the surface. (Story page 4). Photograph courtesy of NASA.

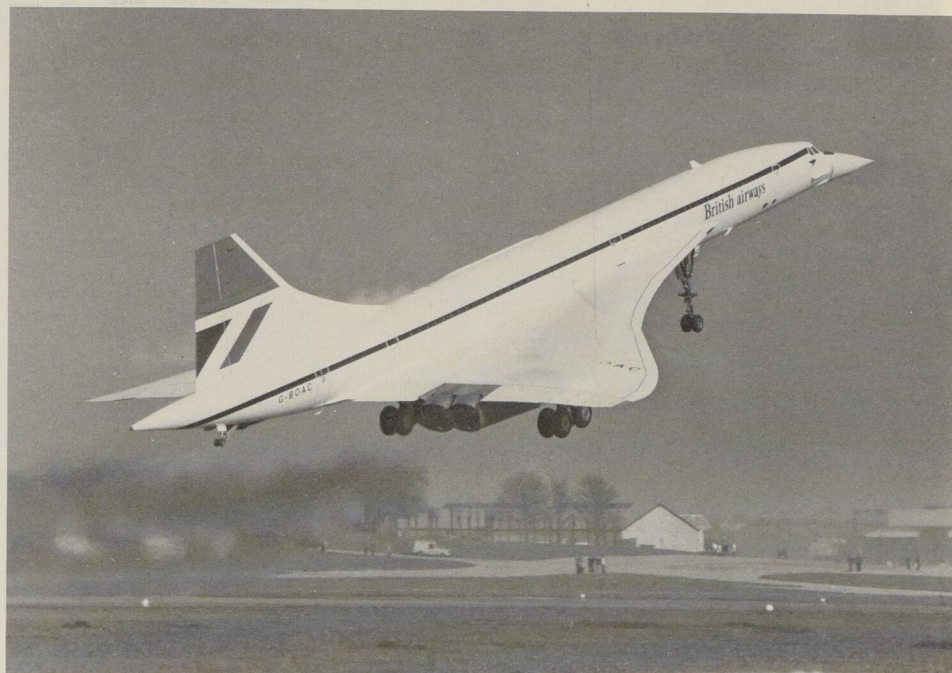
Science Dimension is published six times a year by the Public Information Branch of the National Research Council of Canada. Material herein is the property of the copyright holders. Where this is the National Research Council of Canada, permission is hereby given to reproduce such material providing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

Editor Loris Racine

Managing Editor Wayne Campbell

Executive Editor Joan Powers Rickerd

Sir Frank Whittle— Jet engine pioneer



British Aircraft Corporation

The modern air traveller, speeding towards his destination in a comfortable jet airplane, is often unaware of the remarkable progress in air transportation over the past few decades, particularly the work of such pioneers as Sir Frank Whittle, the British inventor of the turbojet engine.

Speaking before a capacity crowd of NRC scientists at the auditorium of the Division of Electrical Engineering, Sir Frank evoked the by-gone days of the late thirties when he, along with a handful of enthusiasts, helped develop the first practical jet engine, a forerunner of the modern jet engines in use today.

Born in 1907, at Coventry, Warwickshire, Frank Whittle was first a test pilot and later an engineer with the R.A.F. Along with the simple turbojet, he also developed the turbo fan and the so-called aft-fan jet engine. His pioneer work on jet propulsion earned him a large number of awards and distinctions.

After retiring from the R.A.F. in 1948, Sir Frank pursued an active career as a consulting engineer, author and lecturer, inventing in recent years the turbine drill, while maintaining an active interest in the latest developments of aviation.

Concerning the rapid advances in aviation technology, Sir Frank commented: "I have just come to America by Concorde. When I was working on the design of the first jet engine, in my

wildest dreams I never saw myself as a passenger crossing from London to Washington in 3½ hours."

He then discussed the Concorde itself, addressing his remarks to some of the concerns of environmentalist groups, from take-off noise and smoke emission to sonic boom and the effect of exhaust gases on the Earth's ozone layer. According to Sir Frank, the available scientific evidence shows that none of these effects represent serious problems. "I really think that there is no case whatever for opposing overland supersonic flights by Concorde or any other supersonic aircraft," he stated.

As to the future of the Concorde, Sir Frank thinks that substantial improvements in fuel economy and reduction of take-off noise are possible by using more powerful engines and possibly by modifying the shape of the wings, in flight, for added lift at take-off.

He concluded by saying that "designing the next generation of supersonic transports is going to be too big a job for either France and Britain or for America alone. The best brains of the U.S., France and Britain should work together in an international consortium to create the next generation SST, which will be able to take 300 passengers from San Francisco to Tokyo, non-stop, at a velocity of Mach 2.2 — over twice the speed of sound." □

Sir Frank Whittle – père du turboréacteur



Dick Phinney, NRC/CNRC

Le voyageur moderne qui file vers sa destination dans un avion à réaction très confortable, ne se rend généralement pas compte des progrès remarquables réalisés dans le transport aérien ces dernières décennies, grâce à des pionniers comme Sir Frank Whittle, l'inventeur anglais du moteur à turbo-réaction.

S'adressant à des chercheurs du CNRC réunis en grand nombre à l'auditorium de la Division de génie électrique, Sir Frank a évoqué la fin des années trente, lorsque, avec quelques autres enthousiastes, il a participé au développement du premier moteur à réaction fonctionnel, l'ancêtre des moteurs à réaction modernes d'aujourd'hui.

Né en 1907, à Coventry, dans le Warwickshire, Frank Whittle a d'abord été pilote d'essai avant de devenir ingénieur dans la R.A.F. En plus du turboréacteur, il a également développé le turbopropulseur et un autre type de réacteur dit «à soufflante en aval». Son travail de pionnier sur la propulsion à réaction lui a valu un grand nombre d'honneurs et de distinctions.

Après sa retraite de la R.A.F. en 1948, Sir Frank a poursuivi une carrière très active comme ingénieur-conseil, auteur et conférencier. Il a récemment inventé la foreuse à turbine et s'intéresse toujours au progrès de l'aviation.

Sir Frank a expliqué: «Je viens

d'arriver en Amérique à bord du Concorde. Quand je travaillais à la conception du premier moteur à réaction, jamais, même dans mes rêves les plus farfelus, ne me suis-je imaginé comme passager, traversant de Londres à Washington en 3 heures et demie. Sir Frank a alors parlé du Concorde lui-même, et en particulier des inquiétudes des groupes de protection de l'environnement: le bruit au décollage, les dégagements de fumée, le boum supersonique et l'effet des gaz d'échappement sur la couche d'ozone terrestre. D'après lui les données actuelles démontrent qu'aucun de ces effets ne constitue un problème sérieux. «Je pense vraiment qu'il n'y a pas de raison de s'opposer aux vols supersoniques au-dessus de la terre ferme, qu'il s'agisse du Concorde ou de tout autre avion supersonique.»

Quant à l'avenir du Concorde, Sir Frank pense qu'on pourra réduire de beaucoup sa consommation de carburant et son bruit au décollage avec des moteurs plus puissants et peut-être aussi en modifiant la forme des ailes, en vol, pour avoir plus de portance au décollage.

Sir Frank a conclu en disant que «la France, l'Angleterre et les États-Unis devraient joindre leurs efforts pour créer la nouvelle génération d'avions supersoniques, capables de transporter 300 passagers de San Francisco à Tokyo sans escale, à plus de deux fois la vitesse du son.» □

SCIENCE DIMENSION



Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

Vol. 9 N° 1, 1977

ISSN 0036-830

SOMMAIRE

5 Émissions martiennes

Les sables humides de la planète rouge.

9 Un œil à Hawaï

Faisons le point sur le Télescope Canada-France-Hawaï.

13 Médecine moléculaire

L'effet des médicaments sur les cellules vivantes.

17 Argent, or et platine

Découverts grâce aux neutrons.

21 Manipulation génétique

Objectif: sécurité.

25 L'annihilation positronique

Pour écrire la recette d'un alliage.

29 Le monocône

Plate-forme de forage dans l'Arctique?

Notre couverture: La «demi-face lunaire» de Mars. Cette photo en couleur prise par la sonde martienne Viking en juin 1976 nous révèle une planète dont la surface est parsemée de cratères et couverte de vastes étendues de sable et de roches de teinte brune. En dépit de son apparente aridité, son sous-sol recèle peut-être de l'eau. Voir article page 5. Photo de la NASA.

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

The sands of Mars — Moisture in a radio message

Last winter, astrophysicists at NRC's Algonquin Radio Observatory detected a "hotspot" on the surface of Mars. If their interpretation of the data is correct, they may have detected water under the planetary surface.

The sands of Mars have always held a certain fascination for man. The shifting patterns of color observed with the changes of Martian seasons have been variously interpreted, as windswept ores, extreme changes of temperature — even the Earth-like blooming of greenery that accompanies the intrusion of water onto arid plains.

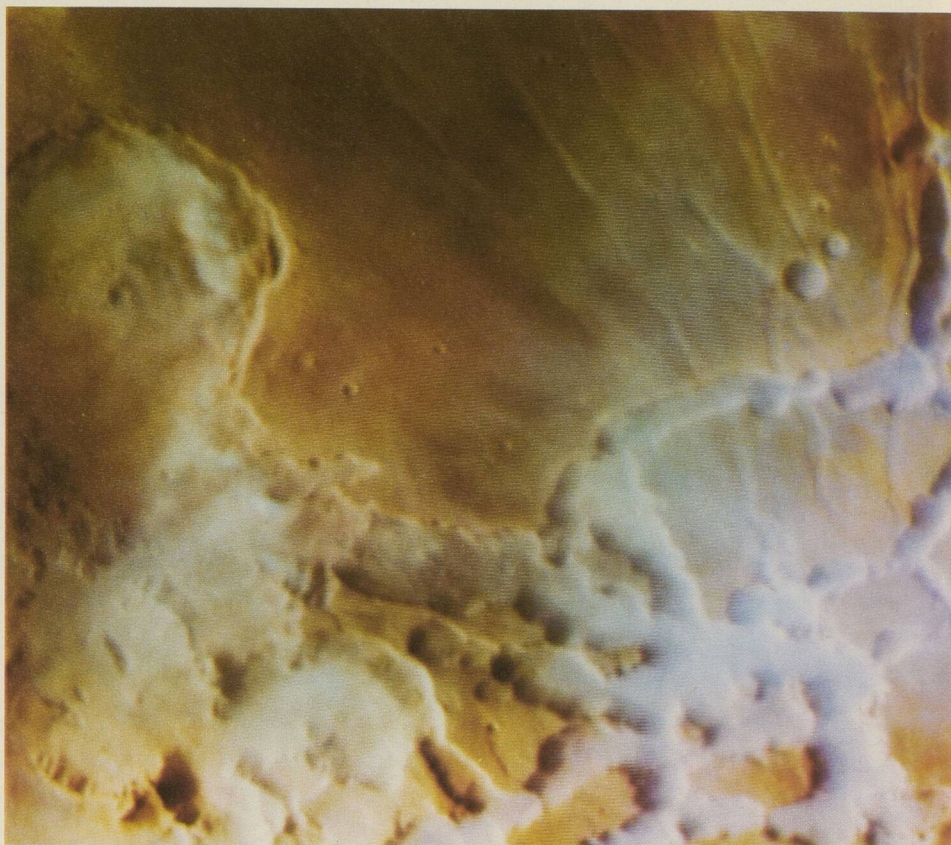
This last idea was not only promoted in the early 1900's by the American astronomer Percival Lowell, but an observatory was built with the express purpose of showing that the line-like details on the Martian surface were water courses, very likely constructed by intelligent beings seeking to conserve the planet's meager water supply. In 1972, photographs from the Mariner probe changed all that however, revealing the true face of Mars, a world of barren, crater-strewn vistas, mottled by huge volcanoes and cut by gargantuan waterless canyons. The fabled canals were exposed as dry, natural trenches at best, and water, with all its implications for the presence of life, was absent everywhere except in a thin frost film at the planetary poles.

Still, exobiologists hunting for life kept the faith, reasoning that substantial amounts of the life-giving fluid might be lying undetected just under the Martian surface. Last winter, a group of astrophysicists at NRC's Algonquin Radio Observatory gave new hope to the life scientists by announcing that their large radio telescope may indeed have detected subsurface water.

To detect water at all on Mars when it is almost 85 million kilometres away would appear to be an impressive feat, but to identify it below the planetary surface seems impossible.

Not so, according to NRC's Dr. Bryan Andrew, particularly when the nature of the observational technique is understood. "All you need to know is that the radio emissions from Mars can be translated into thermal radiation, or ground temperatures, and the rest is relatively easy." Sharp changes in ground temperatures, so the hypothesis goes, can be related to water content variations in the Martian soil.

"In December 1975," continues Dr.



NASA

As the sun rises over Noctis Labyrinthus, bright clouds of water ice can be observed in and around the tributary canyons of this high plateau region of Mars. At first glance, the white cloud regions appear to overlay the brown surface areas — but look again. You should see deep canyons veiled in tenuous, ice-water mists. Photographed in color by Viking I on October 12, 1976.

Alors que le Soleil s'élève au-dessus de Noctis Labyrinthus, on peut apercevoir de brillants nuages de cristaux de glace à l'intérieur et autour des canyons qui convergent vers cette région de hauts plateaux. A première vue, les zones nuageuses blanches semblent recouvrir la surface brune du sol mais examinez bien la photo et vous découvrirez de profondes gorges voilées par un léger brouillard constitué de cristaux de glace. Photo couleur de la NASA prise par Viking I le 12 octobre 1976.

Andrew, "we aimed the 46-metre (150-foot) dish of the Algonquin radio telescope at Mars during a two-week period when the Earth and Mars were in a straight line out from the Sun — astronomers would say that the two planets were in opposition. With the Sun shining over our shoulders so to speak, we began measuring the radio emissions from the planetary surface at Martian high noon. As the planet quite literally turned 'beneath' us (think of the Sun's direction as 'up') we mapped the intensity of radiowave emission at the 2.8 centimetre wavelength over the entire Martian surface."

The radiowaves picked up by the telescope can be considered to originate from a depth of about 15 cm below the surface according to Dr. Andrew. "At Martian midday, there is a heat gradient in the surface soil," he

explains. "Due to the direct sunlight, the top layer is hottest, with the temperature tailing off as you go further down. The temperature that our instrument records — the radio emission strength that is — depends upon the distance that it 'sees' into the surface and the distance the heat penetrates. At a first approximation, it is receiving from about 15 cm down."

After measuring the mid-day surface temperature all around the equator of the planet (the telescope was looking directly down on the Martian equator) Andrew and his co-workers Mrs. Gladys Harvey and Dr. Frank Briggs (an American astrophysicist from Cornell University) noted a "hot spot" covering almost 25 per cent of its length.

The hot spot, recorded as an increase in the radio emission strength,

La planète rouge — Un monde sans eau?

L'hiver dernier, des astrophysiciens de l'Observatoire radioastronomique du CNRC, dans le parc Algonquin, ont détecté un «point chaud» sur la surface de Mars. S'ils ont bien interprété les données recueillies, c'est peut-être l'indice d'eau dans le sol de la planète.

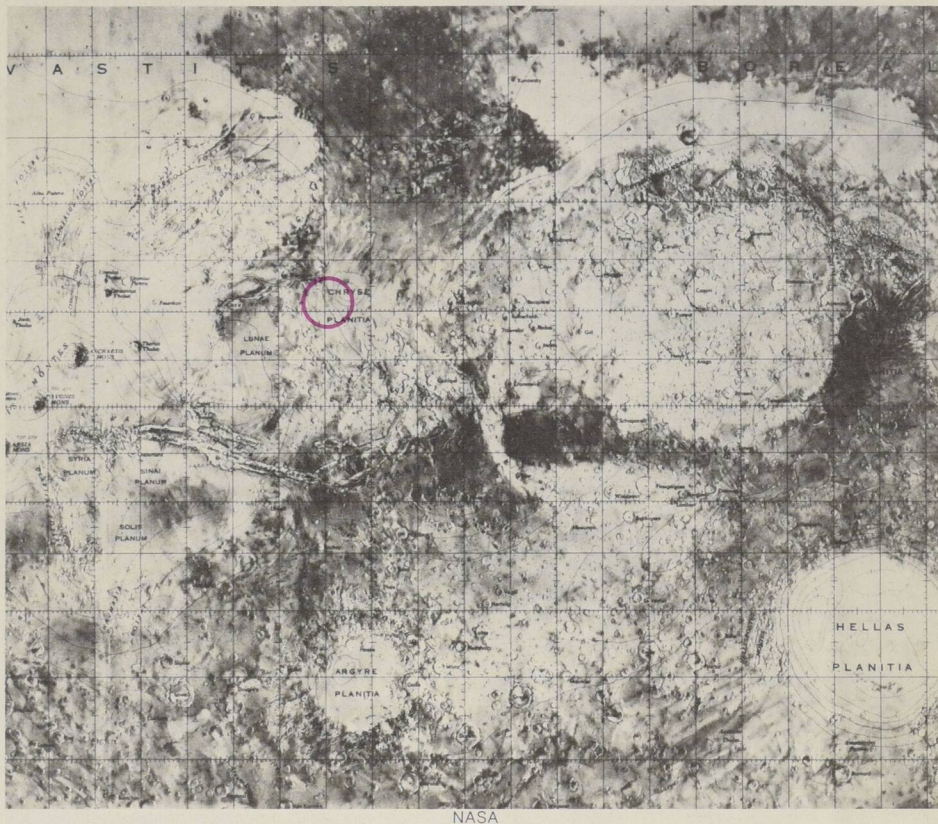
Les sables de Mars ont toujours fasciné les hommes. Les jeux de couleurs associés aux changements des saisons martiennes ont été tour à tour attribués à des minerais balayés par le vent, à des changements extrêmes de température, et même aussi à l'explosion de verdure qui, sur Terre, fait suite à l'intrusion des eaux dans les plaines arides.

Non seulement cette dernière hypothèse a-t-elle été avancée au tout début du vingtième siècle par l'astronome américain Percival Lowell, mais elle a aussi conduit à la construction d'un observatoire dans le seul but de démontrer que les détails ressemblant à des lignes sur la surface martienne étaient des cours d'eau, très vraisemblablement construits par des êtres intelligents cherchant à conserver le peu d'eau que recèle la planète. Des photographies envoyées en 1972 par Mariner devaient cependant changer tout cela, révélant le vrai visage de Mars: un monde constitué d'étendues désolées parsemées de cratères, piqué d'énormes volcans et coupé de gargantuesques canyons desséchés. Les fameux canaux se réduisaient donc, au mieux, à d'arides tranchées naturelles et l'eau, avec tout ce qu'elle implique pour la présence de la vie, était partout absente à l'exception d'une mince couche de givre aux pôles.

Les exobiologistes à la recherche de la vie ne perdaient pas encore espoir, raisonnant que de substantielles quantités du fluide vivifiant pourraient se trouver juste en dessous de la surface. L'hiver dernier, des astrophysiciens de l'Observatoire radioastronomique du CNRC, dans le parc Algonquin, ont ravivé l'espoir des biologistes en annonçant que leur grand radiotélescope avait peut-être effectivement décelé de l'eau sous la surface de la planète.

La découverte d'eau sur un corps céleste se trouvant à près de 85 millions de kilomètres pourrait déjà être tenue pour un exploit impressionnant et c'est dire combien il est difficile d'imaginer qu'on puisse en déceler la présence sous sa surface.

Selon le Dr Bryan Andrew, du CNRC, c'est injustifié, surtout lors-



The surface of Mars, compiled from photographs sent back by the Mariner spacecraft. The red circle at centre left marks the touchdown point of Viking I. The region, known as Chryse Planitia, is well within the area thought to contain subsurface water. Note the huge equatorial canyon, Valles Marineris, to the lower left of the landing site.

La surface de Mars reconstituée à l'aide de photographies envoyées par Mariner. Le cercle rouge (au centre et à gauche) indique le point d'atterrissage de Viking I. Cette région, appelée Chryse Planitia, se trouve bien à l'intérieur de la partie dont le sous-sol contiendrait, croit-on, de l'eau. Remarquez, à la partie inférieure gauche du point d'atterrissage, l'énorme canyon équatorial Valles Marineris.

qu'on comprend bien la technique d'observation employée. Écoutons-le: «Il vous suffit de savoir que les émissions radio provenant de Mars peuvent être traduites en rayonnement thermique, ou températures du sol, et le reste est relativement simple.» On part de l'hypothèse que les variations marquées de la température du sol sont liées à celles de sa teneur en eau.

«En décembre 1975», continue-t-il, «nous avons pointé sur Mars l'antenne parabolique de 46 m (150 pieds) du radiotélescope d'Algonquin pendant deux semaines alors que les trois corps célestes: le Soleil, la Terre et Mars, se trouvaient alignés, c'est-à-dire, comme le disent les astronomes, en opposition. Alors que le Soleil brillait pour ainsi dire au-dessus de nos épaules, nous avons commencé à mesurer les émissions radio émanant de la partie de la surface de Mars où il était midi juste. Alors que la planète tournait tout

à fait littéralement 'en dessous' de nous (considérez que le Soleil est 'au-dessus'), nous avons dressé la carte des intensités des émissions radio, sur 2,8 cm de longueur d'onde, de la totalité de la surface martienne.»

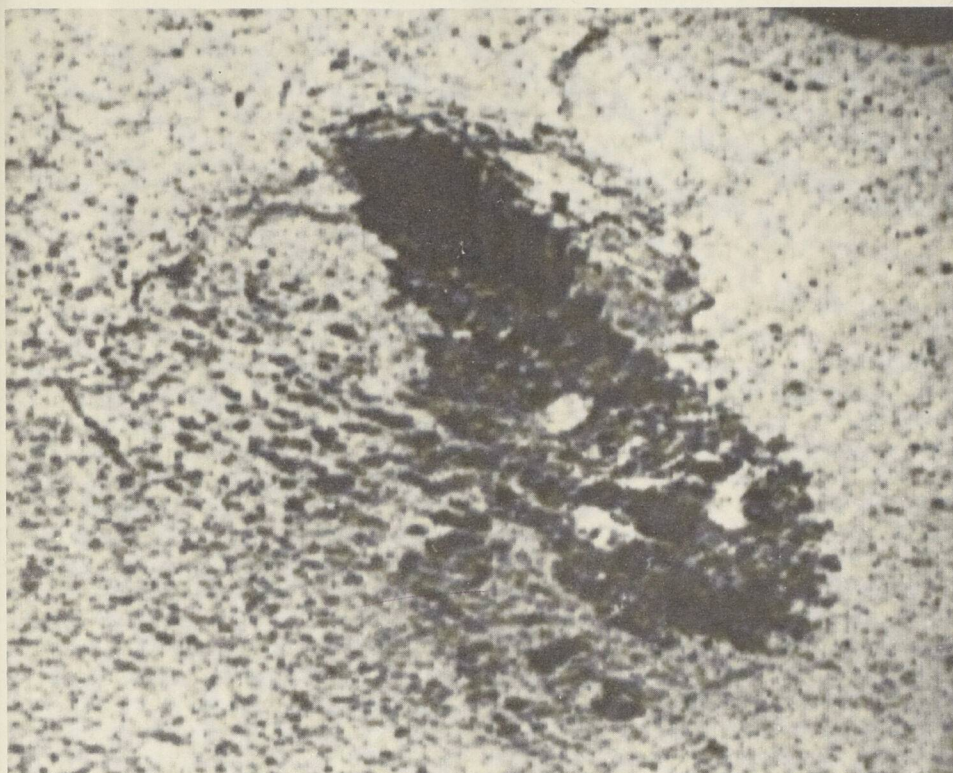
Selon le Dr Andrew, on peut considérer que les ondes radio recueillies par le télescope proviennent d'une profondeur d'environ 15 cm en dessous de la surface. «Lorsqu'il est midi sur Mars, on enregistre un gradient de chaleur dans la couche superficielle du sol», précise-t-il. «Du fait de l'éclairage solaire direct, la couche supérieure est la plus chaude, la température décroissant graduellement à mesure que la profondeur augmente. La température enregistrée par notre instrument, c'est-à-dire la puissance de l'émission radio, est fonction de la profondeur qu'il peut 'atteindre' sous la surface et de la profondeur à laquelle la chaleur pénètre. A première approximation, il ne



Bruce Kane, PIB, NRC/DIP, CNRC

Dr. Bryan Andrew surveys a map of the Martian surface features provided by photographs from the Mariner spacecraft. If the gulleys and trenches are ancient river beds, where did the water go?

Le Dr Bryan Andrew étudie une carte du relief martien reconstitué à l'aide de photos prises par Mariner. Si les ravins et les tranchées naturelles sont les lits d'anciennes rivières, où l'eau est-elle donc passée?



NASA

The trench excavated by the Viking I surface sampler. The steep walls of the hole show that the grains of surface material stick together in a manner that one NASA news release referred to as "somewhat like moist sand on Earth."

Tranchée creusée par le bras articulé de Viking I. Les parois du trou montrent que les grains du matériau superficiel sont collés ensemble en rappelant (pour reprendre l'analogie employée par la NASA dans un communiqué de presse) «quelque peu l'aspect qu'aurait du sable humide sur Terre».

was puzzled over by the group in an attempt to find a plausible explanation for its existence.

Land height was the first consideration. Perhaps the warmer area corresponded to a lower elevation on the surface that could be expected to have higher temperatures. When the information on Martian topography (surface contours) was plugged into a computer along with the surface temperature profile though, no such correlation was found to exist.

The optical brightness of the surface was also checked. Simply put, the darker Martian areas might be hotter because they absorb more sunlight. The principle is understood most easily by considering the differences in heat absorption between a black and a white shirt on a sunny day. However, the changes in absorbed sunlight across the Martian surface turned out to be too small to account for the observed temperature variations.

The scientists then considered an explanation that involved the presence of sub-surface water. "If water were present in the first few centimetres of soil," speculates Dr. Andrew, it would radically change the area's radio properties. It would mean that radio emissions received by the telescope were originating from the hotter layers nearer the surface, and as such, would be of a higher intensity. So the effect of this sub-surface 'dampness' would be to make it look like you were viewing a hotter part of the planet."

In fact, the changes of surface temperature were so large between the hot spot and the rest of the surface that differences in dry materials seemed insufficient to explain the phenomenon. The presence of water was clearly indicated. "But, while water may be the most likely explanation," cautions Bryan Andrew, "there is another, albeit less convincing explanation. If the soil were exceptionally porous or coarse, in this region, then the solar heat would penetrate further down into the soil, making it hotter at the 15 cm depth."

As for other corroborative evidence in support of the water hypothesis, Dr. Andrew points out that photographs of the region taken by the Mariner cameras suggest the presence of ancient river channels. The fact that water (or some other liquid) was a significant factor in shaping the surface features of the area raises an intriguing question — what happened to it?

The Martian radiowaves may have supplied at least part of the answer. □
Wayne Campbell

commence à recevoir qu'à partir de 15 cm de profondeur environ.»

Après avoir mesuré la température de la surface martienne, à midi heure locale, tout autour de l'équateur (le télescope était braqué directement sur l'équateur martien), Andrew et ses collaborateurs, Mme Gladys Harvey et le Dr Frank Briggs (astrophysicien américain de l'Université Cornell) ont découvert un «point chaud» couvrant presque 25% de sa longueur.

Le point chaud, se traduisant par

une augmentation de la puissance de l'émission radio, a été longuement étudié par le groupe qui voulait trouver une explication plausible à son existence.

On s'est d'abord arrêté à l'élévation du terrain. Peut-être la zone plus chaude correspondait-elle à une élévation plus faible où, logiquement, les températures doivent être plus élevées. Après avoir introduit dans l'ordinateur les données relatives à la topographie martienne (courbes de niveaux) et le

profil des températures superficielles, on a bien été obligé de constater qu'il n'existait aucune corrélation de ce genre.

La brillance optique de la surface a également été vérifiée. Schématiquement parlant, c'est peut-être parce qu'elles absorbent plus de lumière solaire que les zones plus sombres sont plus chaudes. On en comprendra facilement le principe en prenant comme exemple les différences d'absorption de la chaleur entre une chemise noire et une chemise blanche par une journée ensoleillée. Il s'est cependant avéré que, pour l'ensemble de la surface martienne, les variations dans la lumière absorbée étaient beaucoup trop faibles pour rendre compte des variations de température observées.

Les scientifiques ont ensuite pensé que l'explication recherchée pouvait se trouver dans la présence d'eau souterraine. «S'il y avait de l'eau dans les premiers centimètres du sol», de spéculer le Dr Andrew, «les propriétés de la zone considérée en seraient radicalement changées». Cela signifierait que les émissions radio reçues par le télescope provenaient des couches les plus chaudes proches de la surface et dont l'intensité serait, dans ce cas, plus élevée. Cette «humidité» souterraine aurait donc pour effet de vous donner l'impression d'examiner une des zones chaudes de la planète.

En réalité, les variations de la température superficielle étaient si grandes entre le point chaud et le reste de la surface que les différences existant entre les matériaux secs semblaient insuffisantes pour expliquer le phénomène. La présence d'eau paraissait évidente. Le Dr Bryan Andrew nous met toutefois en garde contre des conclusions hâtives: «La présence d'eau est l'explication la plus vraisemblable mais il en existe une autre, quoique moins convaincante. Si le sol de cette zone était exceptionnellement poreux ou constitué de matériaux granuleux, la chaleur solaire pénétrerait plus profondément et il serait de ce fait plus chaud à 15 cm de profondeur.»

Quant aux autres preuves en faveur de l'hypothèse de l'eau, le Dr Andrew fait remarquer que si l'on examine les photographies que Mariner a prises de cette zone, on croit y reconnaître les lits d'anciennes rivières. Le fait que de l'eau (ou un autre liquide) ait joué un rôle important dans la formation du relief de la zone considérée soulève une question troublante: Qu'en est-il advenu?

Les ondes radio provenant de Mars nous apportent peut-être une partie de la réponse. □

Texte français: **Claude Devismes**



The northeast portion of the Chryse region, photographed by Viking I on June 22, 1976. These channels, believed to be cut by running water in Mars' geological past, are within the region of the "hot spot" detected by the Algonquin Radio Observatory.

Partie nord-est de Chryse photographiée par Viking I le 22 juin 1976. Ces canyons que l'on pense avoir été creusés par des rivières appartenant au lointain passé géologique de Mars se trouvent dans la zone du «point chaud» détecté par des astrophysiciens de l'Observatoire radioastronomique du parc Algonquin. Photo de la NASA.

Canada's new Hawaiian aerie— Anatomy of a telescope

A progress report on the Canada-France-Hawaii Telescope. The new world-class instrument is now in the final stages of construction and well on target for completion by 1978.

What started as an astronomer's dream in 1972 is now barely 18 months from becoming reality. Today, the new Canada-France-Hawaii Telescope is quickly taking shape at the 4 250 m (14,000 ft.) summit of Mauna Kea, an extinct volcano on the island of Hawaii. For the past several years, design and construction have been guided by a partnership between Canada, France and the State of Hawaii.

During this time, work has gone ahead in various locations around the world on the telescope's numerous working components. Later this year, the pieces will begin crossing the Pacific Ocean to the observatory site

where they will all come together within the dome.

The heart of the telescope's optical system is a 144-inch (3.6 m) diameter main mirror made of Cer-Vit, a ceramic which looks rather like glass but does not expand or contract with heat. It will give the new instrument almost twice the diameter and four times the light collecting area of any telescope now operated by Canada or France.

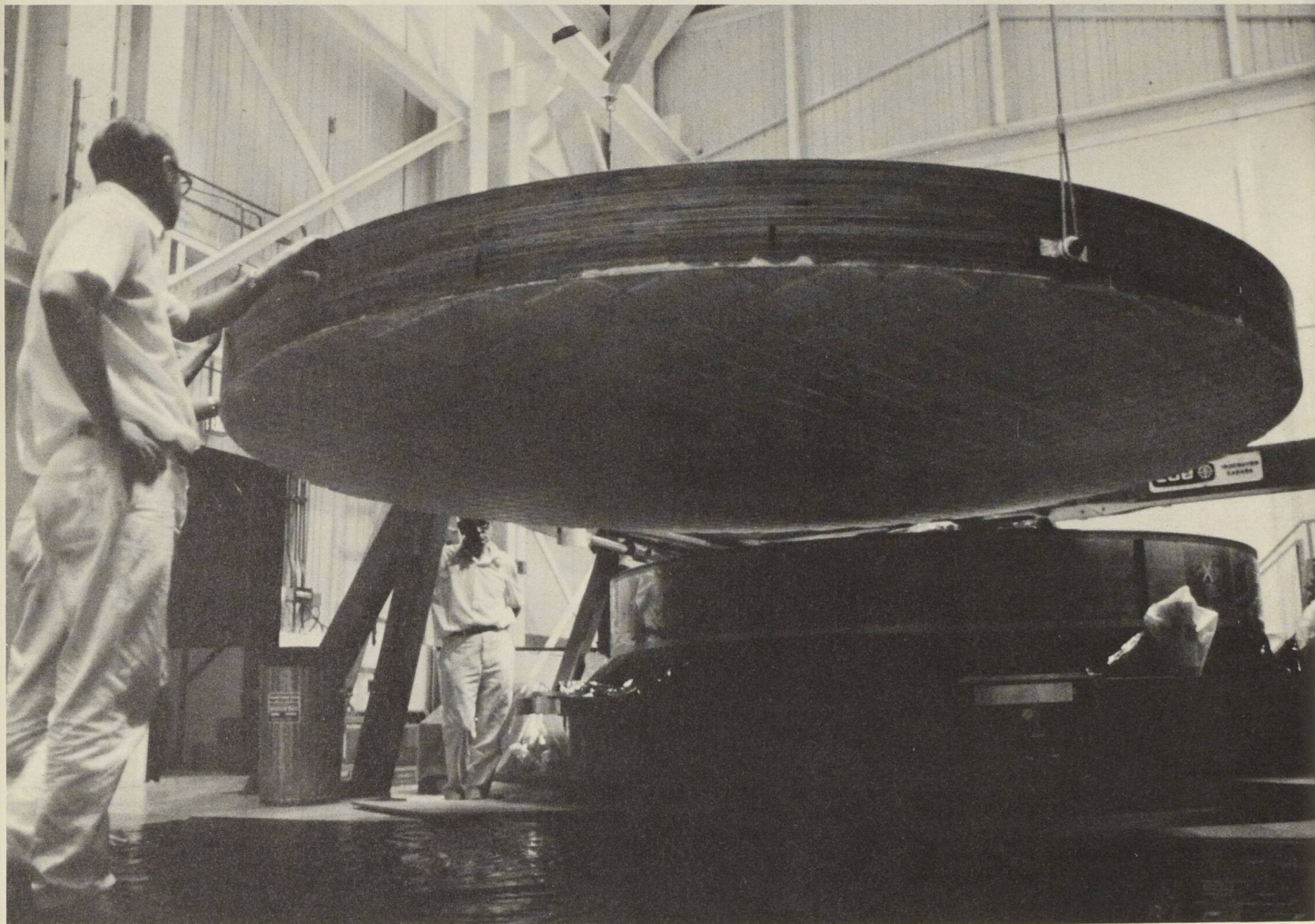
As originally cast, the block of Cer-Vit for the mirror was about 60 cm (nearly two feet) thick and weighed about 13 t (14 tons). Since 1973, over a third of a ton of material has been removed during grinding and polishing at NRC's Dominion Astrophysical Observatory in Victoria, B.C., one of the few places in the world capable of finishing such large mirrors. Optical technicians are currently in the final "parabolizing" stages of this painstaking

three-year process. After working with progressively finer grit and polishing compounds, they will hone the mirror's shiny surface to an accuracy of several millionths of a centimetre (a millionth of an inch). Such high tolerances will enable the telescope to reap maximum advantage from its chosen site in Hawaii.

On Mauna Kea itself, construction at the telescope site is now virtually complete. No sooner had ground been broken in 1974 than work began on a thick concrete pier to act as a foundation for the massive structure above it. A surrounding metal framework and white steel cladding (in effect an outer jacket) were added in the following year. Next, work went ahead on the interior facilities such as dark rooms, laboratories, mechanical and electronic shops. Recently, the telescope's dome, which had been pre-fabricated in Bri-

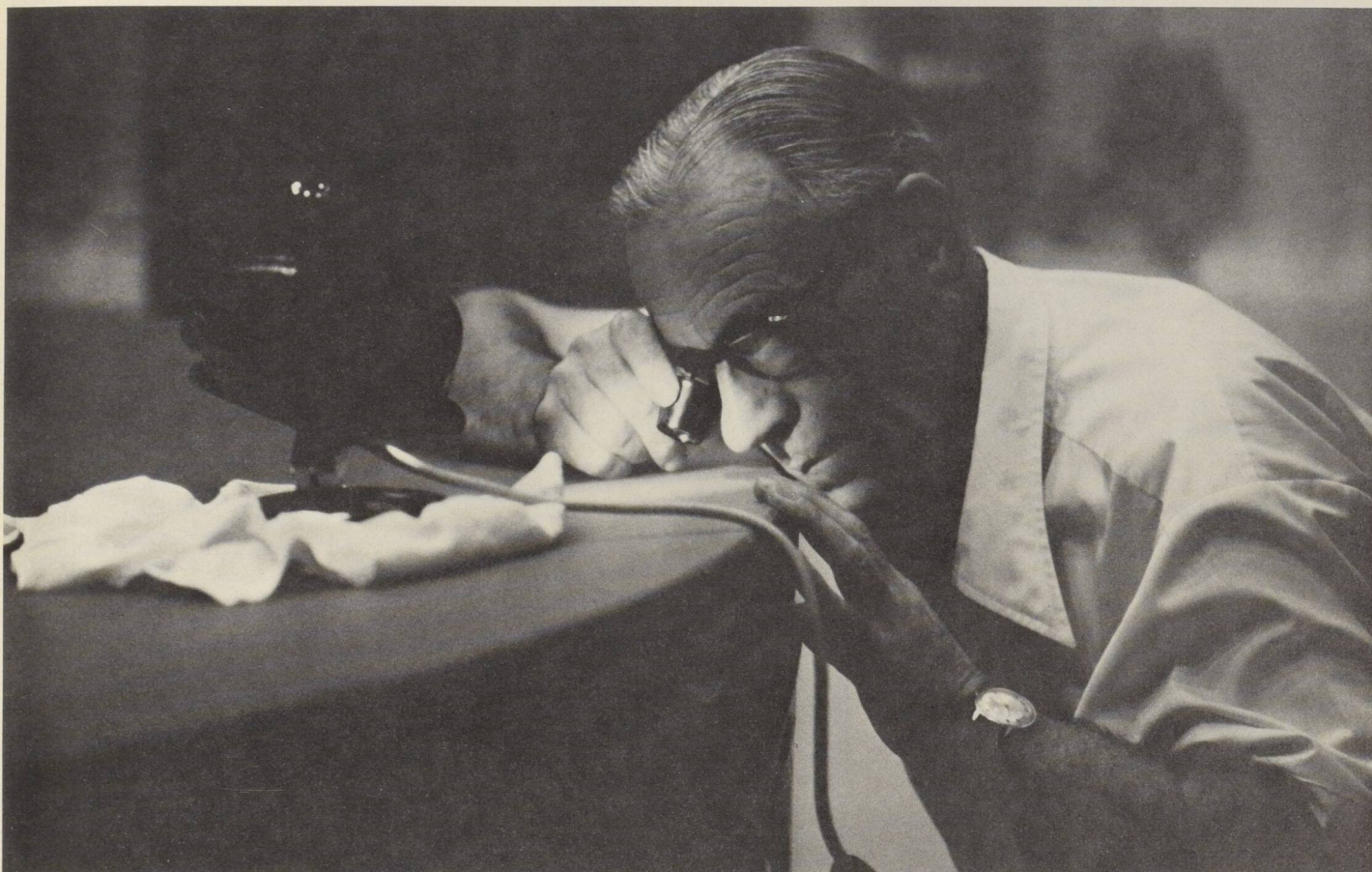
The large grinding tool being lowered into position over the mirror blank (Shot 1975).

Mise en place de l'imposant outil de meulage sur l'ébauche du miroir (1975).



Bruce Kane, PIB, NRC/DIP, CNRC

L'observatoire d'Hawaii — Nouvelle fenêtre sur l'univers



Bruce Kane, PIB, NRC/DIP, CNRC

Meticulous inspections accompany the various stages of grinding and polishing.

On procède à de méticuleuses inspections aux divers stades du meulage et du polissage.

La construction de ce nouvel instrument de classe mondiale qu'est le Télescope Canada-France-Hawaii aborde maintenant l'étape finale et laisse bien augurer de son achèvement en 1978 conformément au calendrier prévu.

Ce qui avait commencé en 1972 comme un rêve d'astronome deviendra une réalité dans à peine 18 mois. Le nouveau Télescope Canada-France-Hawaii prend rapidement forme à 4 250 m d'altitude (14 000 pieds), au sommet du Mauna Kea, volcan éteint de l'île d'Hawaii. Ce sera pour le Canada, la France et l'État d'Hawaii, qui en auront assuré l'étude et la construction, le fruit de plusieurs années de travail en commun.

La construction des divers éléments constitutifs du télescope est actuellement en cours un peu partout dans le monde. Vers la fin de l'année, ces éléments traverseront l'océan Pacifique pour arriver au site de l'observatoire où ils seront assemblés dans la coupole.

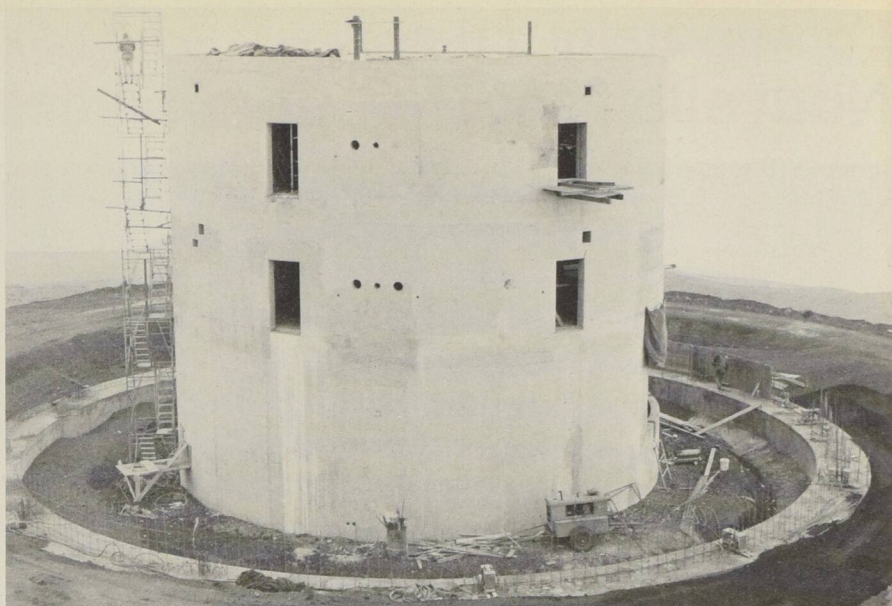
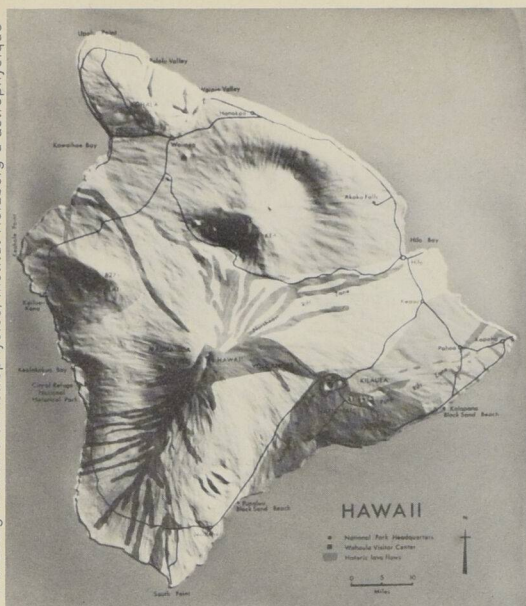
Le cœur du système optique du té-

lescope est constitué par un miroir principal en Cer-Vit de 3,6 m (144 pouces) de diamètre. Il s'agit d'une céramique ressemblant au verre mais qui ne se dilate ni ne se contracte au gré des variations thermiques. Son diamètre sera presque le double de celui du miroir du plus grand télescope actuellement en service au Canada ou en France tout en offrant d'autre part une surface de captation quatre fois plus élevée.

À sa sortie du moule, le bloc de Cer-Vit destiné au miroir avait environ 60 cm (près de 2 pieds) d'épaisseur et pesait approximativement 13 t (14 tonnes). Depuis 1973, les opérations de meulage et de polissage à l'Observatoire fédéral d'astrophysique du CNRC, à Victoria, C.B., un des rares endroits au monde équipé pour la finition de miroirs de cette taille, ont conduit à l'élimination de plus d'un tiers de tonne de matériau. Les opticiens en sont actuellement à la «parabolisation», dernier stade de ce laborieux travail qui aura duré trois ans. En se servant

d'abrasifs à grains de plus en plus fins pour le polissage, ils donneront à la surface brillante du miroir une précision de plusieurs millièmes de centimètre (un millionième de pouce). Grâce à ces tolérances serrées, le télescope pourra utiliser au maximum les avantages que lui confère sa situation géographique privilégiée à Hawaii.

Les travaux de construction à l'emplacement du télescope, sur le Mauna Kea proprement dit, sont maintenant virtuellement terminés. Les terrassements étaient à peine achevés en 1974 que l'on commençait à couler le pilier en béton sur lequel l'énorme structure viendra s'appuyer. L'année suivante voyait la mise en place de l'ossature métallique et du revêtement externe constitué de tôles d'acier peintes en blanc. Avec l'étape suivante, on s'attaquait à l'aménagement intérieur comprenant notamment des chambres noires, des laboratoires, des ateliers de mécanique et d'électronique. La coupole du télescope, qui avait été préfabriquée en Colombie britannique, a



Surveyer, Nenninger & Chênevert Inc.

The island of Hawaii.

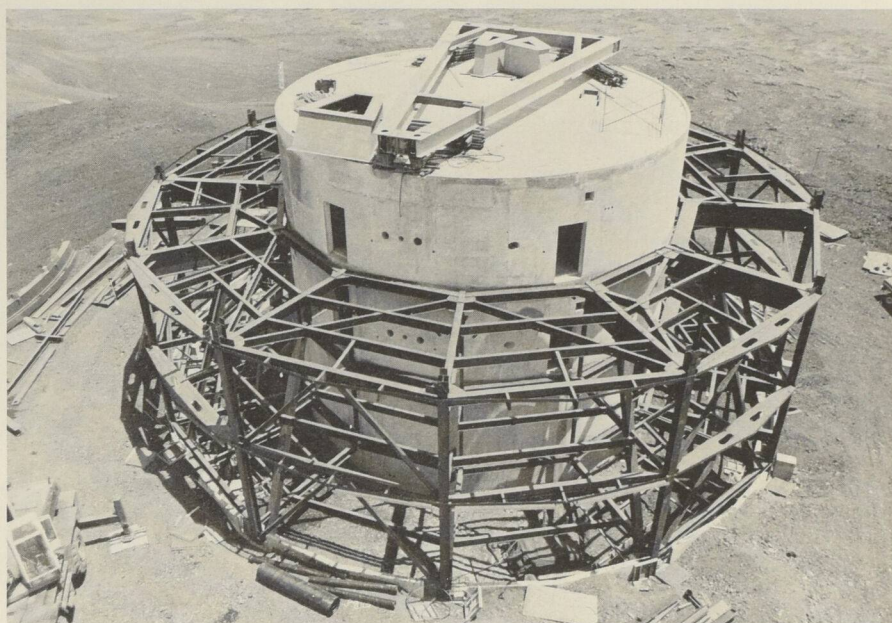
L'île d'Hawaii.

Mid-1974. An early stage of construction in Hawaii. Eventually, the telescope will rest on this thick concrete pier.

Un des tous premiers stades de la construction à Hawaii vers la mi-1974. C'est sur cet épais pilier en béton que viendra s'appuyer le télescope.

Mid-1975. A metal framework is erected around the pier.

Une ossature métallique est mise en place autour du pilier (mi-1975).



Surveyer, Nenninger & Chênevert Inc.

tish Columbia, was shipped to Hawaii and installed atop the building.

As the main building rose in Hawaii, the heavy mounting and main driving gear for the telescope were under construction at La Rochelle in France. Eventually, this equipment will support the massive mirror and enable it to be turned or aimed at any part of the sky while tracking a star for hours at a time. This movement will be controlled by a computerized drive system built in Montreal and shipped recently to France. There it is being married with the structural part of the telescope to allow rigid performance tests to be done on the complete mechanical and electrical system. During this procedure, a large concrete slab will be set in place to simulate the presence of the mirror.

Then, towards the end of this year, the telescope will be dismantled and

shipped to Hawaii for installation in the dome. During re-assembly there, the last arrival, the mirror, will be completed and sent from Victoria. Finally, when it is installed, the world's newest observatory will come to life.

Astronomers will take their first photographs with the new telescope sometime in 1978. In return for providing the site and mid-level facilities, the University of Hawaii will receive 15 per cent of the viewing time while Canada and France will share the remaining time equally. Though the Canada-France-Hawaii Telescope will be by no means the largest in the world, it may well out-perform larger instruments elsewhere. This capability will stem from the most up-to-date auxiliary equipment (such as spectrometers or photometers) both developed and improved by scientists in Canada and France.

Although telescopes have now been sent completely above the Earth's atmosphere and have observed ultra-violet and X-rays which cannot penetrate it, ground-based facilities like the one on Mauna Kea will remain necessary for many years to come. It is still much cheaper to build even a large telescope than it is to send a smaller one into space, and a telescope on Earth has a much longer useful lifetime. Canada's 1.85 m (72-inch) instrument in Victoria has been in use for over 60 years and limits to its effectiveness are set only by its relatively small size and the growth of the city nearby. The Canada-France-Hawaii Telescope, protected from the interfering lights of Hilo (the only sizeable city on the island) by cloud below it, may well be producing valuable results a century from now. □

Wally Cherwinski

été récemment amenée par bateau à Hawaii et installée au sommet du bâtiment.

Alors que la construction du bâtiment principal se poursuivait à Hawaii, la lourde monture et le mécanisme d'entraînement principal du télescope étaient en cours de réalisation à La Rochelle, en France. Une fois en place, cet équipement servira de berceau au lourd miroir et permettra de le diriger ou de le pointer sur n'importe quelle partie du ciel pour suivre une étoile des heures durant. Ce mouvement sera contrôlé par un mécanisme d'entraînement commandé par ordinateur, construit à Montréal et expédié récemment en France. Il y sera associé aux éléments structuraux du télescope afin de pouvoir procéder aux sévères essais de fonctionnement de l'ensemble mécanique et électrique. Pour ces essais, on utilisera une grande dalle de béton simulant le miroir.

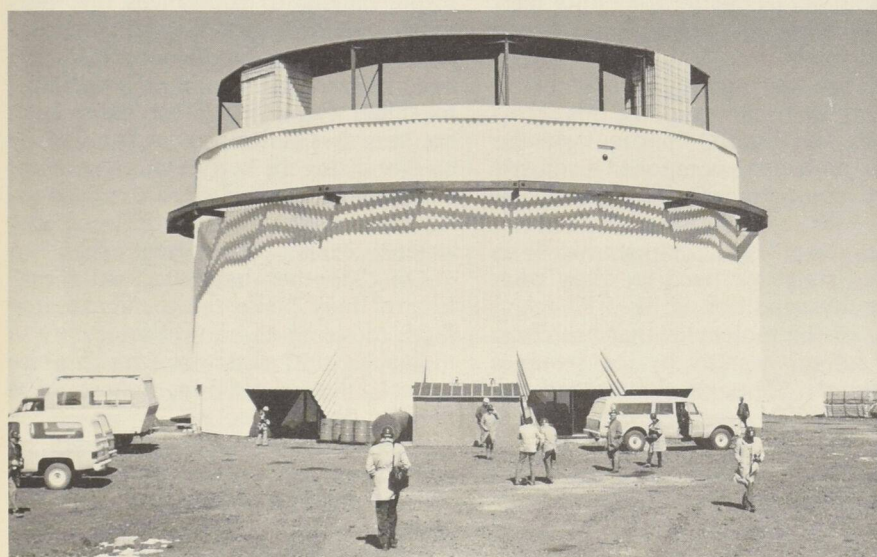
Ensuite, vers la fin de cette année, le télescope sera démonté et expédié à Hawaii pour être installé dans la cou-

pole. Au cours du réassemblage, la dernière pièce attendue, le miroir, sera achevée et expédiée de Victoria. Son installation terminée, le plus récent observatoire du monde entrera enfin en service.

C'est au cours de 1978 que les astronomes utiliseront le nouveau télescope pour prendre leurs premières photographies. L'Université d'Hawaii fournissant le site et les installations à mi-pente, il lui sera alloué en retour 15% du temps d'observation tandis que le Canada et la France se partageront également le temps restant. Bien que le Télescope Canada-France-Hawaii ne sera en aucune manière le plus grand télescope du monde, il se pourrait que ses performances dépassent celles d'instruments plus grands en service ailleurs. Cette capacité lui sera donnée par une instrumentation auxiliaire des plus récentes (comme, par exemple, des spectromètres ou des photomètres) mise au point et perfectionnée par des scientifiques canadiens et français.

Même si l'on sait que des télescopes ont été placés sur orbite hors de l'atmosphère terrestre, et qu'ils ont permis d'étudier les rayonnements ultraviolet et X qui ne peuvent pas la traverser, des installations terrestres comme celle du Mauna Kea demeureront nécessaires pendant encore bien des années. Il est encore beaucoup moins coûteux de construire même un grand télescope que d'en envoyer un plus petit dans l'espace et, de plus, un télescope terrestre offre de plus longues années de service. Le télescope canadien de 1,85 m (72 pouces) de Victoria est en service depuis plus de 60 ans et son efficacité n'est limitée que par ses dimensions relativement réduites et par le développement de la ville qui le jouxte. Le Télescope Canada-France-Hawaii, protégé des lumières de Hilo (la seule grande ville de l'île) par les nuages qui s'interposent, pourrait fort bien encore donner de précieux résultats dans un siècle. □

Texte français: **Claude Devismes**



Herzberg Institute of Astrophysics/Institut Herzberg d'astrophysique



Dr. D. Morrison, University of Hawaii/Université d'Hawaii

Adjonction d'un revêtement extérieur en tôles d'acier peintes en blanc (fin 1975).

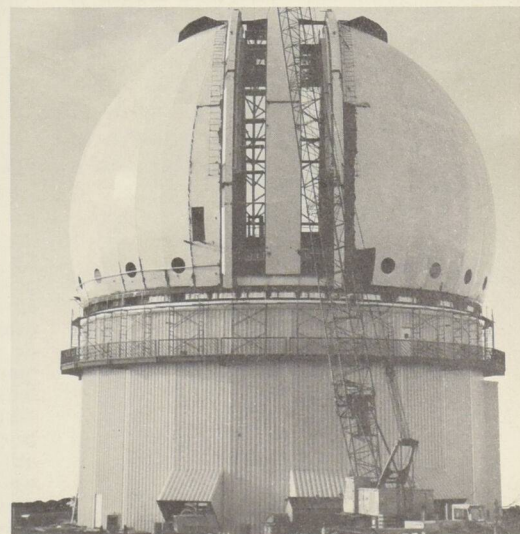
Late 1975. A white-colored steel cladding or outer jacket is added.

Vue panoramique des pics enneigés du Mauna Kea avant la construction.

A panoramic view across the snow-covered peaks of Mauna Kea, prior to construction.

L'observatoire est couronné de sa coupole préfabriquée (mi-1976).

Mid-1976. The observatory is crowned with its pre-fabricated dome.



Surveyer, Nenninger & Chénaveit Inc.

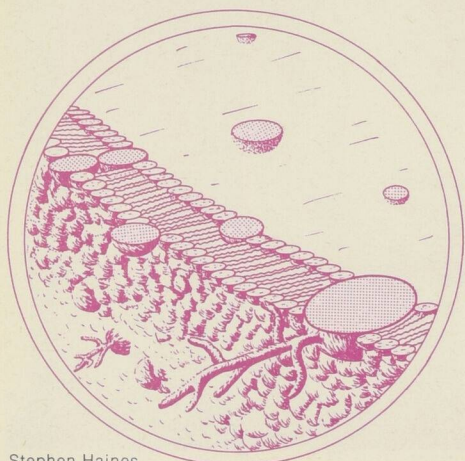
Molecular medicine — Designs in drug research

What happens to the living cell when substances like hormones and drugs impinge on it? Long an area of guesswork and conjecture, answers are now coming from an NRC group capable of observing the processes at the molecular level.

For certain of modern medicine's drug-mediated treatments, it is often said that the cure is worse than the disease itself. Because the drugs are not site-specific to the malady, they can do as much damage to the healthy parts of the body as to the diseased areas. The reason for this lies in the nature of drug research, which in many cases involves studies of chemicals at the gross or whole animal level. Simply put, promising chemicals are administered to diseased test animals, which are then observed to see if their condition improves. As one clinical chemist puts it, the approach is a bit like medical roulette. The kidneys may be saved at the expense of the liver.

In recent years, however, this research area has been invaded by scientists with sophisticated techniques that enable them to dip below the surface character of disease conditions, providing them with a view of the disorders at the cellular level. One such scientist is NRC's Dr. Ian C.P. Smith, a former theoretical chemist who sees in his methods a way of getting at the molecular nature of certain diseases.

The enlarged area shows the plasma membrane, a thin, bimolecular sheath that surrounds all living cells. Made up of a double layer of fat-like compounds and protein (the balls are proteins) this skin is critical to the healthy functioning of the cell. Not only does it regulate the substances that enter and leave, but it also serves as the site of action for chemicals like hormones, anesthetics, opiates and other drugs.



Stephen Haines

This kind of detailed information may enable scientists to fashion drug structures to counteract specific molecular aberrations underlying diseases, an approach that has already been tagged "molecular medicine". During the last six years, Smith and co-workers Dr. Keith Butler and Dr. Roxanne Deslauriers have focussed their attention on the thin, bi-molecular "skin" that surrounds the living cell, and the compounds that interact with it. The proper functioning of this complex membrane is critical to the health of the cell and, ultimately, to that of the organism as a whole.

Called the plasma membrane, it maintains the basic integrity of the cell, permitting needed materials to enter and ensuring that metabolic wastes are transported out. The external surface, ribbed with protective antigen structures that act as chemical identity tags, is the face that the cell presents to the outside world.

"We are just now beginning to understand the organization of this skin," explains Dr. Smith, "particularly the way its molecular components, mostly fat-like compounds and proteins, interact with one another. Before we can appreciate what happens to it in diseased states we need to know what its healthy condition is like."

One of the molecules that has come under intensive study by the group is cholesterol. "Though the hazards of

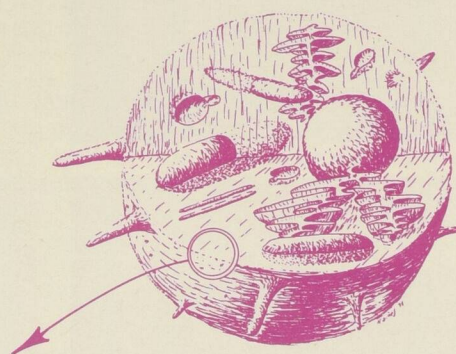
excess cholesterol are well known," continues Smith, "forming plaques in arteries, stiffening blood vessels and so on, the substance is extremely important to the proper functioning of mammalian plasma membranes. Over the years we have used special techniques to study the location and effects of cholesterol within the lipid-protein matrix of the membrane, and we now have a fairly good idea of its function."

It turns out that cholesterol regulates the packing and motion of stacked, chain-like molecules (fatty acids) that make up much of the membrane's internal milieu. "In other words, it determines how 'fluid' the system will be," says Dr. Smith. "Under normal conditions, the membrane is more like a liquid than a solid, but too much cholesterol causes it to stiffen or become wax-like, thereby forming a less penetrable barrier to substances that normally pass through. As well, the protective antigens on the outer surface become less mobile, and no longer able to shield the cell against harm from the outside. Clinicians who fight cancer by mobilizing the body's immunological defences against infection are now seriously considering the effects of cholesterol levels on their treatments."

On the other hand, too little cholesterol may make the membrane too fluid, reducing its natural selectivity to molecules that pass through. The biological edict of food-in, wastes-out is thereby disregarded.

The analytical techniques used by the group go under the somewhat abstruse names of Electron Spin Resonance (ESR) and Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy. Although the machinery and attendant terminology are complex, basically the method involves attaching magnetic "labels" to molecules like cholesterol and inserting them into test membranes. This renders the environment surrounding the label "visible" to the machine, permitting the observers to follow membrane changes in a very detailed way, particularly important changes like fluidity.

Although the group now applies its techniques to living cells (the membranes of human leukemia cells have recently been shown to be vastly different from normal white blood cells), much of the work has been done on so-called "model membranes", man-made systems that mimic the real thing. One such study has looked at the effects of anesthetics on nerve membrane



La partie agrandie montre la membrane plasmique, mince gaine bimoléculaire qui enveloppe toutes les cellules vivantes. Constituée d'une double couche de protéines et de composés semblables à des lipides (les boules sont des protéines), cette peau est indispensable au bon fonctionnement et à la santé de la cellule. Elle assure non seulement la régulation des substances qui y entrent et qui en sortent mais elle sert également de site d'action à des substances chimiques comme les hormones, les anesthésiques, les narcotiques, et d'autres substances médicamenteuses.

Le remède moléculaire

Nouveaux horizons en pharmacie

Que se passe-t-il lorsque des substances hormonales et médicamenteuses entrent en interaction avec une cellule vivante? Après avoir longtemps appartenu au domaine de l'incertitude et de la conjecture, la réponse à cette question commence à nous être donnée par des chercheurs du CNRC qui sont parvenus à observer les processus qui se déroulent au niveau moléculaire.

Quand on parle de certaines thérapeutiques modernes, on dit souvent que le remède est pire que le mal. Les médicaments n'étant pas spécifiques du site de la maladie, ils peuvent tout autant affecter les parties saines que les parties malades de l'organisme. Ceci est dû en partie à la nature de la recherche pharmaceutique qui, dans de nombreux cas, se limite à l'étude des effets des produits chimiques uniquement au niveau macroscopique, c'est-à-dire au niveau de l'animal entier. En simplifiant, disons que des produits chimiques prometteurs sont administrés à des animaux malades que l'on tient ensuite en observation pour voir si leur état s'améliore. Pour reprendre l'expression d'un chimiste clinicien, cette approche peut se comparer à une sorte de roulette russe médicale. On sauve les reins en sacrifiant le foie.

Les choses sont en voie de changer puisque, au cours de ces dernières années, ce domaine de recherche a été développé par des scientifiques travaillant avec des techniques de pointe leur permettant de mettre en lumière les désordres intervenant au niveau cellulaire et qui leur avaient jusqu'alors été dissimulés par les caractéristiques superficielles de la maladie. Le Dr Ian C. P. Smith, chimiste théoricien de formation, qui voit dans ces méthodes un moyen d'agir sur la nature moléculaire de certaines maladies, est un de ces scientifiques. Grâce à ce genre de données précises, les chercheurs parviendront peut-être à façonner la structure des médicaments pour combattre certaines aberrations moléculaires spécifiques qui sous-tendent les maladies; et c'est cette approche que l'on a déjà qualifiée de «médecine moléculaire». Au cours de ces six dernières années, le Dr Smith et ses collaborateurs, le Dr Keith Butler et le Dr Roxanne Deslauriers, ont concentré leurs efforts sur la mince «peau» biomoléculaire qui enveloppe la cellule vivante et sur les composés qui entrent en interaction avec elle. Le bon

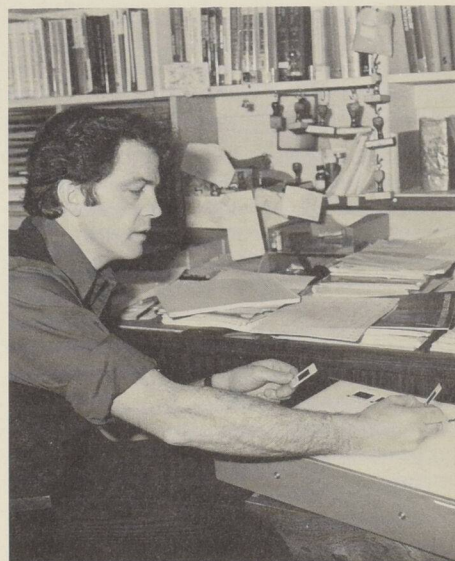
fonctionnement de cette membrane complexe est indispensable à la santé de la cellule et, finalement, à l'organisme entier.

Appelée membrane plasmique, elle préserve l'intégrité fondamentale de la cellule en permettant la pénétration des éléments nécessaires et l'évacuation des déchets métaboliques. La surface externe, revêtue de structures antigéniques protectrices faisant fonction de plaques d'identité chimiques, est le visage que la cellule présente au monde extérieur.

Écoutons le Dr Smith: «Nous commençons seulement à comprendre la façon dont cette peau est organisée et, notamment, de quelle manière ses éléments moléculaires constitués en majeure partie de protéines et de composés semblables à des lipides, entrent en interaction les uns avec les autres. Pour comprendre ce qui rend la cellule malade il nous en faut connaître l'aspect à l'état sain.»

Une des molécules étudiées intensivement par ces chercheurs est le cholestérol. Le Dr Smith poursuit: «Bien que les dangers dus à l'excès de cholestérol soient bien connus: formation de plaques dans les artères, durcissement des vaisseaux sanguins, etc., cette substance est extrêmement importante pour assurer le bon fonctionnement des membranes plasmiques des mammifères. Au fil des années, nous avons utilisé des techniques spéciales pour étudier l'emplacement et les effets du cholestérol au sein de la matrice protéinolipidique de la membrane et nous avons maintenant une assez bonne idée de sa fonction.»

Il s'avère que le cholestérol contrôle la rigidification et le déplacement des acides gras, molécules en forme de chaînes qui s'ordonnent pour former la majeure partie du milieu interne de la membrane. «Autrement dit», précise le Dr Smith, «il détermine le degré de 'fluidité' du système. A l'état normal, la membrane ressemble plus à un liquide qu'à un solide, mais un excès de cholestérol gêne le passage de substances qui, habituellement, traversent la membrane sans difficulté et la fait durcir ou lui donne une consistance cireuse. Les antigènes protecteurs qui se trouvent sur la surface extérieure perdent également de leur mobilité et ne sont plus en mesure de protéger la cellule des dangers extérieurs. Les cliniciens, qui luttent contre le cancer en mobilisant les défenses immunologiques de l'organisme contre



Bruce Kane, PIB, NRC/DIP, CNRC

Le Dr Ian C. P. Smith examine les diapositives utilisées pour illustrer les résultats de ses travaux.

Dr. Ian C. P. Smith examines slides used to illustrate the results of his work.

l'infection, étudient maintenant sérieusement dans quelle mesure la teneur en cholestérol aurait une incidence sur les résultats de leur thérapeutique.»

Une insuffisance de cholestérol risque par ailleurs de trop accroître la fluidité de la membrane et de réduire ainsi sa sélectivité naturelle vis-à-vis des molécules qui la traversent. La loi biologique régissant l'entrée des substances nutritives et l'expulsion des déchets n'est alors plus respectée.

Les techniques analytiques utilisées par le groupe sont désignées par les termes quelque peu obscurs de spectroscopie de résonance du spin électronique (RSE) et de résonance magnétique nucléaire (RMN). Bien que l'instrumentation et la terminologie qui l'accompagne soient complexes, la méthode consiste essentiellement à attacher des «étiquettes» magnétiques à des molécules comme le cholestérol et à les insérer dans des membranes témoins. Ceci permet à l'instrument de «voir» l'environnement adjacent à l'étiquette et, aux observateurs, d'étudier minutieusement les modifications auxquelles la membrane est soumise, comme, notamment, d'importantes modifications de la fluidité.

Les chercheurs appliquent maintenant leurs techniques aux cellules vivantes (on a récemment démontré que les membranes des cellules leucémiques humaines diffèrent considérablement des globules blancs normaux)

models. According to Dr. Smith, a nerve signal can be considered a "ripple" that travels down the long membrane sheath of a nerve cell. (More specifically, the precise biological instruction that keeps sodium and potassium ions on opposite sides of the membrane — thereby generating nerve voltage — is relaxed; this "relaxation" or momentary loss of what biologists call "selective permeability," travels down the membrane as a nerve signal.) "It appears that anesthetics like alcohol kill the ability of the nerve to ripple by relaxing the entire membrane — by making it more fluid," explains Smith. "On the other hand, local dental anesthetics like Tetracaine and Lidocaine operate by making the membrane too stiff to conduct the ripple."

The NRC scientists have strengthened their hypothesis by showing that there is an excellent correlation between the effect of an anesthetic on a membrane, and its changes in both fluidity and permeability to sodium and potassium ions.

Other work concerns antibiotic resistance in microorganisms. "Some antibiotics may work by changing the membrane fluidity of bacterial cells," explains Smith. "This would eliminate its selectivity to compounds moving in and out — the cell would begin to leak, destroying the complex chemical balance required for survival."

The process of developing resistance to antibiotics, therefore, may involve the bug changing the chemistry of its membrane components to stop this fluidity increase. "In certain yeasts for example," says Dr. Smith, "the development of antibiotic resistance coincides with chemical modifications in

the membrane cholesterol."

But understanding the chemistry of these processes is one thing; putting the knowledge to work is quite another. The real vindication of this "atomistic" approach to medicine will come in pur-



Bruce Kane, PIB, NRC/DIP, CNRC

Dr. Roxanne Deslauriers prepares a sample for analysis in an NMR machine. The analytical technique has been particularly useful in the study of hormone-like chemicals (notably those with contraceptive properties) and certain peptides from the pituitary gland that mimic the opiates morphine and heroin.

Le Dr Roxanne Deslauriers prépare un échantillon en vue d'une analyse à l'aide d'un spectromètre de RMN. Cette technique analytique s'est révélée particulièrement utile dans l'étude des produits chimiques ressemblant à des hormones (notamment ceux qui ont des propriétés contraceptives) et de certains peptides hypophysaires qui imitent des narcotiques comme la morphine et l'héroïne.

positive drug design. "What we want to do," states Dr. Smith, "is build a drug based on what we know about cellular chemistry. For example, studies are now under way in a number of laboratories aimed at producing better contraceptives. Our approach has been to synthesize molecules that have structures very similar to those of the peptide hormones that control ovulation. Such analogues, according to current thinking, block ovulation by attaching to receptors in the cell membrane that are targets for the natural hormones. This kind of contraceptive would have none of the side-effects of many of the birth control drugs in use today.

"Among the other substances the group looks at," continues Smith, "perhaps the most intriguing are two groups of naturally-occurring peptides that target on the membrane receptors for opiates like morphine and heroin. Called the endorphins and enkephalins, these analogues bind specifically to the heroin-morphine membrane sites, raising the interesting question of what it is about these structures that enables them to mimic non-peptides like the opiates.

To create effective analogues, one must know something of the relationship between a drug's chemical structure and its biological activity. With C-13 NMR, the NRC biophysicists are studying the structures of a number of these peptides with special attention given to the conformational changes that occur when they are chemically modified. The insight gained into the nature of these structure-function relationships is a valuable guide to the design of new drugs. □

Wayne Campbell

Acupuncture — the opiate of the masses?

It would be difficult to imagine a more unusual crossing of disciplines — the research of a University of Toronto zoology professor on acupuncture and Ian Smith's study of chemicals that mimic heroin and morphine. But both programs, starting from opposite ends of the scientific spectrum, have touched on one of medicine's most intriguing postulates — that the body produces natural pain-suppressing substances.

The first hint for Dr. Bruce Pomeranz that these internal analgesics exist came from tests with anesthetized mice which involved the monitoring of brain cells that transmit pain messages. Pomeranz found that acupuncture caused these cells to lose their capacity to transmit signals, and that the speed of the effect (about one half hour) pointed to mediation by a hormone. Aware of recent findings that the pituitary gland produces powerful pain-suppressing substances called endorphins (200 times more potent than morphine), he repeated the tests on animals where the gland had been removed. This time, acupuncture did not stop the nerve cells from transmitting signals, and further, the drug

naloxone, known to block the effects of endorphin, also neutralized acupuncture's effectiveness. Pomeranz's conclusion: acupuncture stimulates the pituitary to release endorphin, which in turn blocks the neural system involved in pain transmission.

For Smith's biophysics group, working with endorphin break-down products called enkephalins, these results were not all that surprising. Enkephalin and its synthetic analogues had already been shown to key onto the same receptor sites on the cell membrane as the opiates heroin and morphine, both strong pain suppressors. More important, analysis with NMR spectrometry showed that the three-dimensional structure of enkephalin — the way the individual atoms are arranged in space — is very similar to that of the two opiates. The significance of this finding lies in the intimate relationship that exists between a molecule's shape, and the activity it performs in a living system.

It seems, therefore, that the body may have what Smith calls a 'built-in aspirin' and that acupuncture, far from being a hoax out of Chinese mythology, has a sound physiological explanation. □

mais la majeure partie du travail a été faite sur ce que l'on appelle des «modèles de membranes», c'est-à-dire des systèmes artificiels qui imitent les vraies membranes. Une de ces études a été axée sur les effets des anesthésiques sur des modèles de membranes nerveuses. D'après le Dr Smith, un signal nerveux peut être comparé à une «onde» parcourant la longue gaine membranaire d'une cellule nerveuse. Autrement dit, les instructions biologiques précises qui maintiennent les ions sodium et potassium de part et d'autre de la membrane, — donnant ainsi naissance à un courant nerveux —, sont atténuées. Cette «atténuation» ou perte momentanée de ce que les biologistes appellent «la perméabilité sélective», se communique à la totalité de la membrane sous forme de signal nerveux. «Il semble qu'en forçant l'ensemble de la membrane à se détendre, c'est-à-dire à accroître sa fluidité, des anesthésiques comme l'alcool privent le nerf de son aptitude à transmettre l'onde. D'autre part, les anesthésiques dentaires locaux comme la tétracaïne et la lidocaïne accroissent trop sa rigidité pour que l'onde puisse être transmise», précise le Dr Smith.

Les chercheurs du CNRC ont renforcé leur hypothèse en montrant qu'il existe une excellente corrélation entre l'effet d'un anesthésique sur une membrane et les modifications de fluidité et de perméabilité aux ions sodium et potassium que l'on peut y observer.

D'autres travaux sont axés sur la résistance des micro-organismes aux antibiotiques. Redonnons la parole au

Dr Smith: «Certains antibiotiques pourraient agir en modifiant la fluidité de la membrane des cellules bactériennes. Cela éliminerait la sélectivité de la cellule vis-à-vis des composés qui y entrent et qui en sortent, produisant ainsi une perte de substances cellulaires et détruisant ipso facto le complexe équilibre chimique nécessaire à la survie.»

On peut donc penser que pour résister à l'action des antibiotiques, la bactérie change la chimie des éléments entrant dans la composition de sa membrane en vue d'arrêter l'accroissement de cette fluidité. «Chez certaines levures, par exemple, le développement de la résistance aux antibiotiques coïncide avec des modifications chimiques qui se produisent dans le niveau de cholestérol membranaire», nous a dit le Dr Smith.

Il ne suffit pas de comprendre la chimie de ces processus, il faut aussi savoir en tirer parti. La véritable justification de cette approche «atomique» de la médecine apparaîtra avec l'avènement de médicaments fonctionnels. «Ce que nous voulons faire», continue le Dr Smith, «c'est créer un médicament fondé sur ce que nous savons de la chimie cellulaire. Pour citer un exemple, disons que divers laboratoires travaillent actuellement à la mise au point de meilleurs produits contraceptifs. L'approche que nous avons choisie est la synthèse de molécules ayant des structures très similaires à celles des hormones peptidiques qui président à l'ovulation. De tels analogues, selon les théories ayant actuel-

lement cours, bloquent l'ovulation en se fixant sur les récepteurs qui, à l'intérieur de la membrane cellulaire, sont les cibles des hormones naturelles. Ce type de produit contraceptif aura peut-être moins d'effets secondaires qu'un grand nombre de ceux qui sont actuellement en usage.»

Écoutons encore le Dr Smith: «Parmi les autres substances auxquelles le groupe s'intéresse, les plus curieuses sont peut-être deux groupes de peptides naturels qui se fixent sur les mêmes récepteurs membranaires que des narcotiques comme la morphine et l'héroïne. Appelés endorphines et enképhalines, ces analogues se fixent spécifiquement sur les sites membranaires de l'héroïne et de la morphine, soulevant l'intéressante question de savoir ce qui, chez ces structures, leur permet d'imiter des substances non peptidiques comme les narcotiques.»

Si l'on veut créer des analogues efficaces, il est essentiel de connaître, dans une certaine mesure, les rapports existant entre la structure chimique d'un produit pharmaceutique et son activité biologique. Avec la RMN du C-13, les biophysiciens du CNRC étudient les structures d'un certain nombre de ces peptides en accordant une attention spéciale aux variations conformationnelles induites par des modifications chimiques. La perception que l'on a acquise de la nature des rapports existant entre ces structures et ces fonctions constitue un guide précieux pour la création de nouveaux produits pharmaceutiques. □

Texte français: Claude Devismes

L'acupuncture — Nouvel opium du peuple?

Il serait difficile d'imaginer une rencontre plus inattendue entre deux disciplines aussi différentes: les recherches sur l'acupuncture d'un professeur de zoologie de l'Université de Toronto et les études du Dr Ian Smith sur des substances chimiques héroïno et morphinomimétiques. Mais les deux programmes, bien que partant des deux extrémités opposées du spectre scientifique, ont rejoint un des postulats les plus curieux de la médecine. Selon ce postulat, le corps fabriquerait des substances analgésiques naturelles.

Le Dr Bruce Pomeranz a obtenu la première indication de l'existence de ces analgésiques internes en procédant à des tests sur des souris anesthésiées pour étudier le processus de transmission de la douleur par des cellules encéphaliques. Pomeranz a découvert que l'acupuncture privait ces cellules de leur aptitude à transmettre les signaux et que la rapidité de l'effet (environ une demi-heure) laissait supposer l'intervention d'une hormone. Informé des récentes découvertes selon lesquelles l'hypophyse fabrique de puissants analgésiques appelés endorphines (200 fois plus puissants que la morphine), le Dr Pomeranz a répété ses tests sur des animaux à qui l'on avait retiré cette glande. Cette fois, l'acupuncture n'empêchait plus les cellules nerveuses de transmettre les signaux et, qui plus est, la naloxone, sub-

stance connue pour bloquer les effets de l'endorphine, neutralisait également l'efficacité de l'acupuncture. Conclusion de Pomeranz: l'acupuncture a un effet stimulant sur l'hypophyse et l'amène à libérer l'endorphine qui, à son tour, bloque le système neural impliqué dans la transmission de la douleur.

Ces résultats n'ont pas du tout surpris les biophysiciens qui, avec le Dr Smith, travaillent sur les enképhalines, ces produits de décomposition de l'endorphine. On a déjà montré que l'enképhaline et ses analogues synthétiques se fixaient sur les mêmes sites récepteurs de la membrane cellulaire que ceux de narcotiques comme la morphine et l'héroïne qui sont de puissants analgésiques. Plus important encore, l'analyse à l'aide de la spectrométrie de RMN a montré que la structure tridimensionnelle de l'enképhaline, c'est-à-dire la répartition spatiale des atomes, est très semblable à celle de ces deux narcotiques. L'importance de cette découverte se trouve dans le rapport intime qui existe entre la forme d'une molécule et l'activité qu'elle déploie dans un système vivant.

Il semble, par conséquent, que l'organisme dispose de ce que Smith appelle un «cachet d'aspirine interne» et que l'acupuncture, loin d'être une mystification appartenant à la mythologie chinoise, repose sur des données physiologiques solides. □

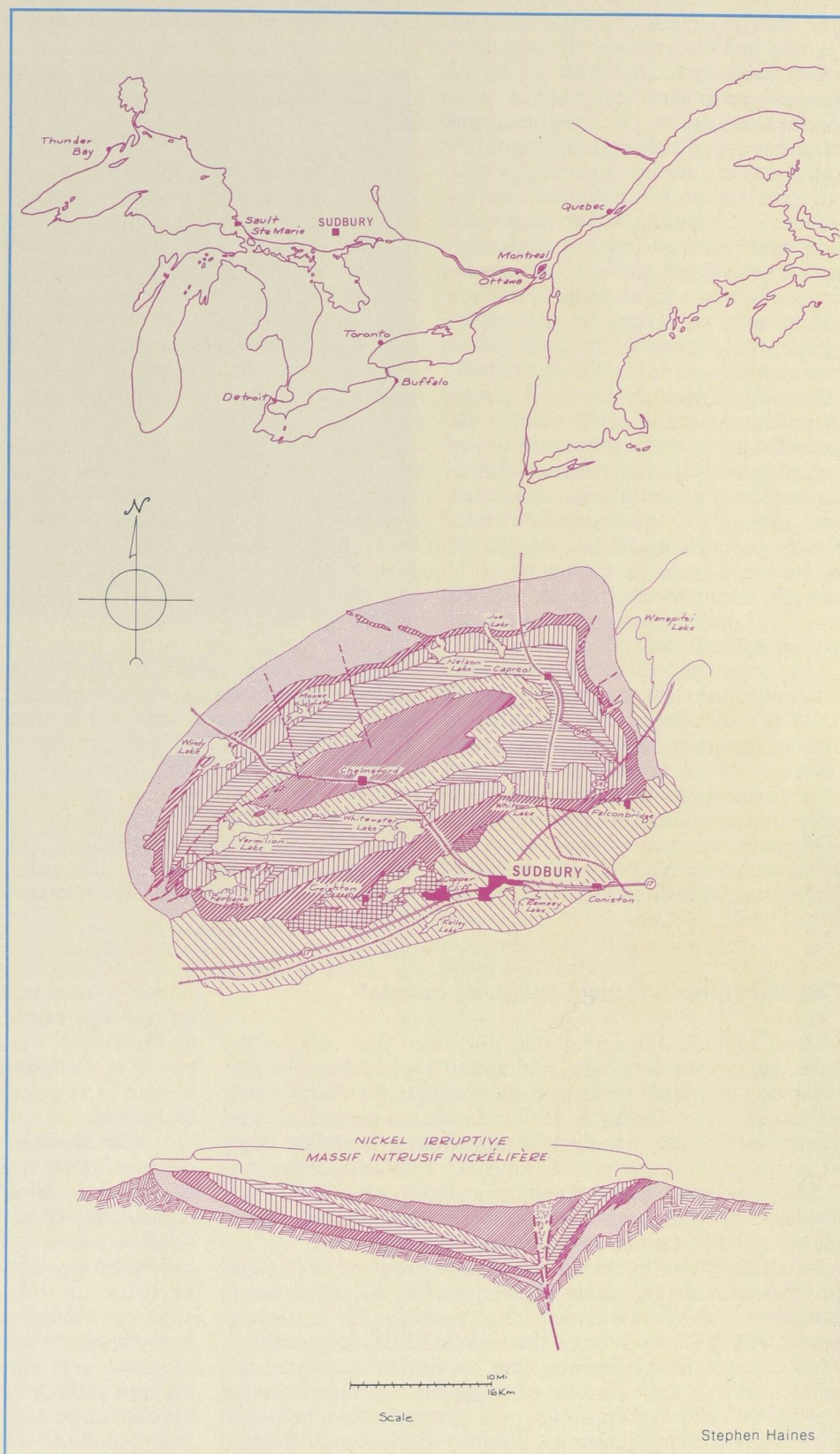
Neutrons may provide the map— Nature's buried treasure

University research is often described as having a secluded or "ivory tower" quality. Though programs usually focus on investigations that answer theoretical questions, many have practical spin-offs. McMaster geologist James Crocket's study of the geological processes that concentrated the noble metals (gold, silver, platinum) is a case in point.

Though the practical pay-offs from fundamental scientific research are usually realized years into the future, there are instances where the economic rewards are more immediate. The work of McMaster geologist Dr. James Crocket falls into this latter category, involving as it does a study of the processes that concentrated the noble metals (gold, silver, platinum) in the earth's crustal rocks. For Professor Crocket, who receives support from an NRC Negotiated Development Grant, the aim of his research is "to improve the knowledge of the processes that have formed these deposits, thereby increasing our ability to find new locations."

The Timmins-Kirkland Lake area has been an important gold mining area since the turn of the century, and much of Professor Crocket's attention has centered on this region. "We have been examining the very old rocks there (over 2.6 billion years) and we hope, through gaining a better understanding of the ore bodies to provide improved guides to future prospecting. The first stage in the work has been the detailed geological mapping of the kinds of rocks that seem to localize the ores, followed by the analysis of samples to find out exactly where the gold is. Such analysis involves very small ore samples with even smaller metal contents and the procedure that most recommends itself is neutron activation analysis. We want to know if the metal is associated with a specific mineral," explains Professor Crocket, "or with a particular type of structure or deformation in the rock."

The method involves inducing radioactivity in a sample by means of neutron irradiation, in fact, creating radioactive isotopes. By selectively recording the radioactivity of the metal under investigation, a very accurate measure of its content can be made. Such measurements are made against a standard sample in which the concentration of the element of interest is known.



Stephen Haines

The Sudbury structure. The concentric nature of the geological formations and the cross-section showing the location of the nickel deposits give the area a crater-like appearance. Is it the scar of some ancient cosmic impact?

La formation de Sudbury. La nature concentrique des formations géologiques et la vue de profil montrant l'emplacement des gisements de nickel donnent à cette région l'apparence d'un cratère. Est-ce une cicatrice laissée par un ancien impact cosmique?

La prospection neutronique — On découvre des trésors enfouis

On reproche souvent à la recherche universitaire d'être quelque peu retranchée des réalités de ce monde. Les programmes sont habituellement concentrés sur des recherches visant à fournir des réponses à des questions théoriques, mais un grand nombre de ceux-ci conduisent tout de même à des résultats pratiques. L'étude faite par James Crocket, géologue de l'Université McMaster, sur les processus ayant abouti à la concentration des métaux nobles (or, argent, platine) en fournit un exemple.

Les résultats pratiques de la recherche fondamentale n'apparaissent habituellement qu'au bout de plusieurs années mais il existe des cas où ses heureuses conséquences financières sont plus immédiates. Les travaux du Dr James Crocket, géologue de l'Université McMaster, entrent dans cette dernière catégorie puisqu'il étudie les processus ayant abouti à la concentration des métaux nobles (l'or, l'argent et le platine) dans les roches de la croûte terrestre. Pour le Professeur Crocket, qui reçoit une aide du CNRC sous la forme d'une Subvention concertée de dé-

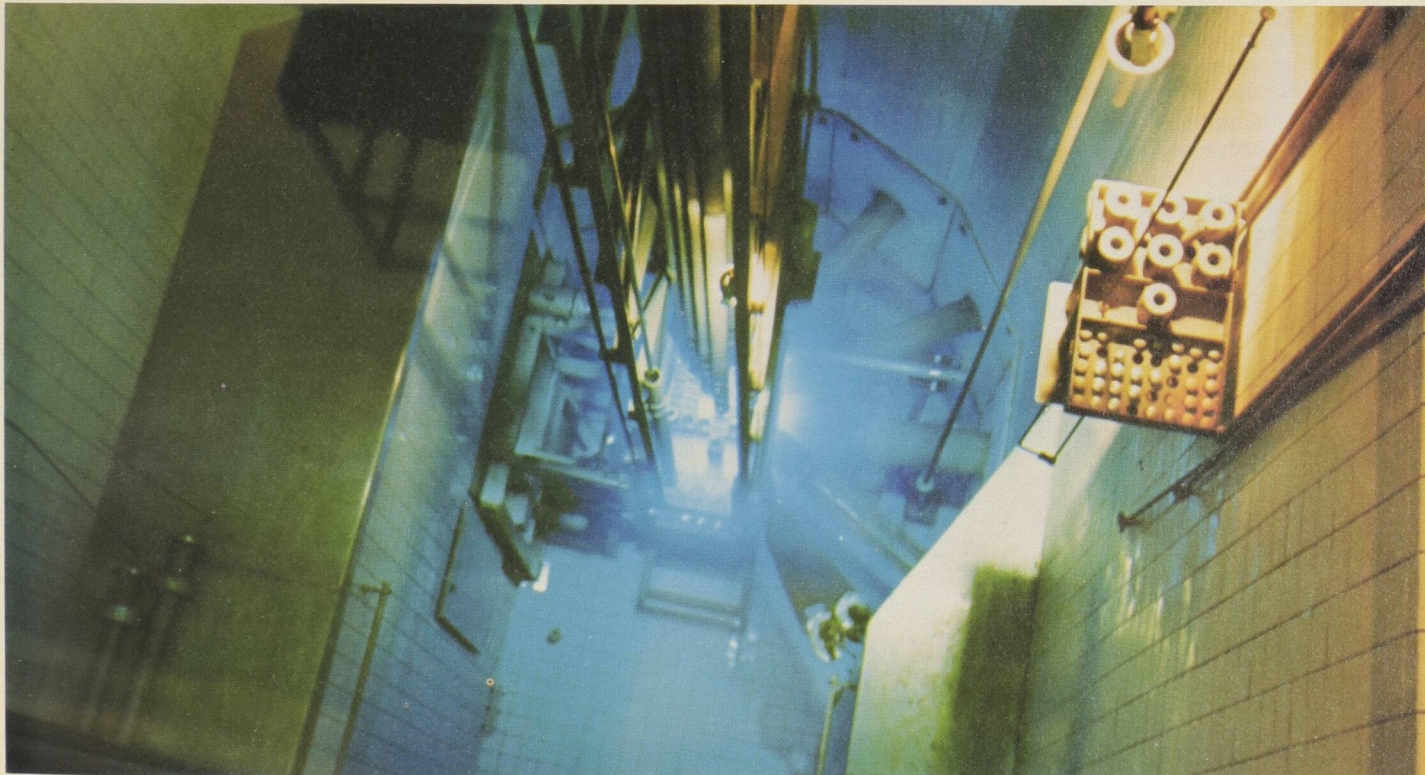
veloppement, l'objet de ses recherches est «d'améliorer notre connaissance des processus qui sont à l'origine de ces gîtes minéraux et, ce faisant, d'accroître nos chances d'en trouver de nouveaux».

Depuis le début du siècle, la région de Timmins-Kirkland Lake est une importante zone d'exploitation aurifère et c'est pourquoi elle retient particulièrement l'attention du Professeur Crocket. Écoutons-le: «Nous étudions les très vieilles roches qui s'y trouvent (elles ont plus de 2,6 milliards d'années) et nous espérons qu'en augmentant nos connaissances sur les gisements miniers nous serons en mesure d'améliorer les règles de la prospection. La première étape du travail a consisté à dresser la carte géologique des différents types de roches qui semblent localiser les minerais et de procéder ensuite à l'analyse des échantillons pour déterminer l'emplacement exact de l'or. Ce genre d'analyse n'exige que de très petites quantités d'échantillons de minerais dont la teneur en métal est infime et la méthode d'analyse la plus appropriée dans ce cas est celle qui fait appel à l'acti-

tion neutronique. «Ce que nous voulons», explique le Professeur Crocket, «c'est savoir si le métal est associé à un minéral spécifique, ou à un type particulier de structure ou de déformation dans la roche».

Cette méthode implique la radioactivation de l'échantillon par irradiation neutronique, ce qui revient en fait à créer des radio-isotopes. En enregistrant sélectivement la radio-activité du métal étudié, il est possible de déterminer très exactement sa composition. Pour ce genre de mesure, on se sert d'un échantillon de référence où la concentration de l'élément recherché est connue.

Le Professeur Crocket précise que l'analyse par activation neutronique présente deux caractéristiques très intéressantes: «La première est son extrême précision puisque nous pouvons, par exemple, déterminer immédiatement des concentrations en or aussi faibles qu'une partie par milliard avec une précision de 15 à 20% et, si nous sacrifions un peu de cette précision, nous pouvons mesurer des concentrations dix fois plus faibles. La deuxième caractéristique, peut-être la plus im-



Dr. J. Crocket, McMaster University/Université McMaster

A view of McMaster University's nuclear reactor, looking down on the uranium core through 25 feet of water. Irradiation of mineral samples by placing them in the reactor is the first step in neutron activation analysis.

Vue, à travers 25 pieds d'eau, du cœur d'uranium du réacteur de l'Université McMaster. L'irradiation des échantillons de minerais, à laquelle on procède en les plaçant dans le réacteur, constitue la première étape de l'analyse par activation électronique.

Professor Crocket explains that neutron activation analysis has two very attractive features: "first, it is very, very sensitive; for example, we can readily measure gold concentrations as low as one part per billion with an accuracy of 15 to 20 per cent, and if we sacrifice a bit of accuracy, we can measure concentrations that are one tenth of this. The second feature and perhaps more significant, is that chemical reagents used in analytical processing do not constitute potential sources of contamination, a general problem in conventional trace element analysis. Common acids, for example, contain trace elements of gold. Using neutron activation methods this problem is completely avoided, for although chemical contamination will take place, it is only the gold that was originally in the sample that will be radioactive. The original element is 'tagged' in a most unequivocal manner."

The expression "living rock" has literal as well as figurative significance, Professor Crocket emphasizes: "a rock is not a static system that 'dies' immediately after it is formed; processes taking place hundreds of millions of years after rock formation can influence its composition, and in the case of gold, there may be processes which are bringing the metal into certain rocks." To carry out studies of these processes, it is necessary to be able to quantify relatively low gold concentrations accurately in a variety of different kinds of rocks, and neutron activation analysis is the only method with acceptable sensitivity.

One of the most important geological questions is whether certain types of rocks of very low silica content — ultramafic rocks — may be important source rocks for gold deposits. This may be resolved, Professor Crocket feels, by comparing the gold content of rocks outside areas of mineral deposits with similar types in those areas. "We are mapping certain features of the rocks on the ground and following up with detailed activation analysis of gold content. These rocks have, of course, been mapped before, but as our ideas on the origin of mineral deposits evolve, we realize that there are features that we have not previously recognized and understood, especially those that might bear some genetic relationship to the ore-forming process."

The Sudbury area is an important source of platinum, produced as a by-product of copper and nickel processing, and Professor Crocket is also interested in learning more about the distribution of platinum deposits. One theory, gaining increasing acceptance among geologists, is that the Sudbury structure was produced by a collision between the earth and a very large extraterrestrial body — a meteorite or asteroid probably several kilometres in diameter. Because the Earth has a very active surface — both biologically and physically — evidence of such impacts tends to disappear fairly rapidly. But, despite this, there exists evidence that a large extraterrestrial body impacted the Sudbury surface, gouging out a huge crater. As a result of the great energy released by the impact,

rock was melted below the crater and deep within the earth. This molten rock, or magma, rose from within the earth towards the base of the crater, guided by cracks, or faults, produced by the impact. This magma probably carried the ore metals.

One convincing piece of evidence to support the theory, Professor Crocket says, is the presence of "shatter cones" in the Sudbury structure. "These are distinctive fracture patterns in rock; the kind that we find at Sudbury can only be produced by very high pressures — of the type created by a nuclear explosion or the impact of a very massive body — not the sort of pressures one would expect in the course of a volcanic eruption."

As molten rock flowed into the crater, it carried with it copper, nickel, platinum and sulphur, which settled out to form the mineral deposits around the edge of the Sudbury structure. The location of platinum in these deposits is not precisely known. "At the moment, platinum is recovered as a by-product during copper and nickel ore processing," says Professor Crocket, "but it would be very advantageous, and could improve recovery efficiency if we had a better knowledge of exactly where in the deposits we could expect to find platinum concentrations."

Professor Crocket's investigation of platinum distribution is based on mapping the common copper- and nickel-bearing sulphide ores to determine the concentration levels of the metal. Any information on the concentration levels of the platinum group of metals in the minerals would be valuable in the assessment of possible metallurgical processes for platinum recovery and would also help to resolve the questions of how the metals came to be distributed unevenly through the ore deposit. "A typical mineral deposit does not demonstrate uniform distribution," says Professor Crocket. "We would like to know more about the distribution and why the platinum metals partition in this way."

Apart from the significance to the geological community, Dr. Crocket's work has important economic implications particularly at a time when the world is faced with the first signs of scarcity of vital mineral resources. Perhaps more important, however, it is providing data which will help fill some of the gaps in our knowledge of the geological history of mineral deposits and the mechanisms responsible for metal concentration in the earth's crust. □

David Mosey



McMaster University/Université McMaster

Dr. James Crocket at the gamma spectrometer he uses for mineral analysis. Neutrons tell where the metals are and, perhaps, how they got there.

Le Dr James Crocket devant le spectromètre à rayons gamma dont il se sert pour les analyses minérales. Les neutrons indiquent l'emplacement des métaux et peut-être aussi ce qui les y a conduit.

portante, est que les réactifs chimiques utilisés dans le processus analytique ne constituent pas des sources potentielles de contamination, problème généralement rencontré avec les méthodes classiques d'analyse d'éléments à l'état de traces. Les acides ordinaires, par exemple, contiennent des traces d'or. Ce problème est totalement éliminé avec l'activation neutronique car même si une certaine contamination chimique est inévitable, seul l'or qui se trouvait à l'origine dans l'échantillon sera radio-actif. L'élément d'origine est 'marqué' de la façon la moins équivoque qui soit.»

L'expression «roche vivante» a une signification tout autant littérale que figurée et le Professeur Crocket souligne: «Une roche n'est pas un système statique qui 'meurt' immédiatement après sa formation; des processus intervenant des centaines de millions d'années après la formation de la roche peuvent affecter sa composition et, dans le cas de l'or, il peut exister des processus qui amènent le métal dans certaines roches.» Pour être en mesure d'étudier ces processus, il est nécessaire de pouvoir quantifier avec précision des concentrations d'or relativement faibles dans toute une variété de roches et l'activation neutronique est la seule méthode d'analyse qui offre une précision satisfaisante.

Une des questions les plus importantes que l'on se pose en géologie est de savoir si certains types de roches à très faible teneur en silice, les roches ultrabasiques, pourraient être d'importantes roches génératrices de gisements aurifères. On peut y répondre, pense le Professeur Crocket, en comparant la teneur en or des roches se trouvant à l'extérieur des zones contenant des gisements de minerais avec des roches de type similaire situées dans les zones aurifères. «Nous relevons certaines caractéristiques des roches in situ et déterminons ensuite leur teneur en or par activation neutronique. Bien entendu, ces roches avaient déjà été étudiées mais à mesure que nos idées sur l'origine des dépôts minéraux évoluent, nous arrivons à la conclusion qu'il existe certaines caractéristiques que nous n'avions pas su jusqu'alors interpréter et comprendre, notamment celles qui pourraient comporter un lien génétique avec le processus de formation minérale.»

La région de Sudbury est une importante source de platine, sous-produit du traitement du cuivre et du nickel, et le Professeur Crocket voudrait également en savoir plus long sur la répartition géographique des gisements de platine. Une théorie qui gagne du terrain parmi les géologues

est celle selon laquelle la formation de Sudbury aurait résulté d'une collision entre la Terre et un corps extraterrestre de très grande taille: un météorite ou un astéroïde ayant probablement un diamètre de plusieurs kilomètres. Étant donné que la surface de la Terre est très active, tant biologiquement que physiquement, la trace de ce genre d'impact tend à disparaître assez rapidement. Quoi qu'il en soit, on a la preuve qu'un corps céleste de grandes dimensions a percuté le sol de Sudbury, créant un énorme cratère. La grande quantité d'énergie résultant de l'impact a fait fondre la roche se trouvant au-dessous du cratère et à une grande profondeur à l'intérieur de la Terre. Cette roche en fusion, ou magma, a surgi de l'intérieur de la Terre pour atteindre la base du cratère, guidée par les fissures, ou failles, causées par l'impact. Ce magma a probablement transporté les métaux contenus dans les minerais.

Selon le Professeur Crocket, un des éléments qui renforcent la théorie est la présence de «cônes de fracture» dans la formation de Sudbury. «Ces roches présentent des indices caractéristiques de fracture; celles que l'on observe à Sudbury ne peuvent avoir été produites que par des pressions très élevées, — comme dans le cas d'une explosion nucléaire ou de l'impact d'un corps de très grande masse —, et non par le genre de pression que l'on attendrait d'une éruption volcanique.»

A mesure que la roche en fusion coulait dans le cratère, elle y amenait le cuivre, le nickel, le platine et le soufre, qui se sont déposés pour former les gisements minéraux que l'on trouve à la périphérie de la formation de Sudbury. L'emplacement du platine dans ces gisements n'est pas connu avec précision. «Actuellement, le platine est récupéré comme sous-produit du traitement des minerais de cuivre et de nickel mais il serait très avantageux de savoir exactement où trouver des concentrations de platine dans les gisements et cela pourrait nous aider à améliorer les actuelles méthodes de récupération», nous a dit le Professeur Crocket.

L'étude que le Professeur Crocket a entreprise sur la répartition géologique du platine s'appuie sur la cartographie des minerais ordinaires de sulfate de cuivre et de cuivre pour déterminer les niveaux de concentration du métal. Toute donnée sur les niveaux de concentration des métaux appartenant au groupe platine, serait précieuse pour déterminer la valeur des procédés métallurgiques qui pourraient être envisagés pour récupérer le platine et



Dr. J. Crocket, McMaster University/Université McMaster

Cônes de fracture dans des roches à grain fin et quartzifères de Kelly Lake, près de Sudbury, dans l'Ontario. Ce genre de fracture, que l'on rencontre dans l'ensemble de la formation de Sudbury, n'est produite que par des pressions extrêmement élevées comme dans le cas d'une explosion nucléaire ou de l'impact d'un corps massif avec la croûte terrestre.

Shatter cones in fine grained, quartz-rich rocks at Kelly Lake near Sudbury, Ontario. Found throughout the Sudbury structure, such fracture patterns are only produced by extremely high pressures of the kind experienced in a nuclear explosion or by the impact of a massive body with the planet surface.

nous permettrait peut-être d'expliquer comment les métaux se sont répartis inégalement dans le gisement. «Un gisement classique ne présente pas de répartition uniforme. Nous aimerions en savoir plus sur la répartition et savoir pourquoi le platine se répartit de cette manière», a ajouté le Professeur Crocket.

Non seulement les travaux du Dr Crocket présentent-ils un grand intérêt pour tous les géologues mais ils ont également d'importantes implications économiques à un moment où le monde décèle les premiers signes d'une raréfaction de ses richesses minérales essentielles. Peut-être plus importants encore sont les enseignements que nous en tirons et qui nous permettront de combler quelques-unes des lacunes que comporte la connaissance que nous avons de l'histoire géologique des gisements minéraux et des mécanismes qui sont à l'origine des concentrations métalliques dans la croûte terrestre. □

Texte français: Claude Devismes

Genetic engineering — Synthesis is the safe way

Recently, a group of Cornell University scientists inserted an NRC-produced artificial gene into a species of bacterium. In showing that the micro-organism reproduced the man-made piece of genetic material, the Canadian-American team established itself as a leader in one of the most exciting areas of biology.

Occasionally in science, the technical advances in a field outstrip the scientist's ability to understand or effectively control what is going on in his work. This has happened in an area known

as "genetic engineering", and scientists concerned with the potential dangers have called for a pull-back from the research frontiers until the gap between technique and understanding has been bridged. The problem involves new-found methods for snipping genes out of one living system and transplanting them into another to create a mutant organism. Though the potential benefits of the field are enormous, particularly in the medical and agricultural areas, molecular biologists are concerned that the methods are not precise enough. In transferring a

desirable gene from one organism to another, the researcher has no way of knowing if other, dangerous genes are accidentally being carried over as well.

For all the widely divergent opinions held by scientists, however, most agree on at least one point. The safest way to proceed is by knowing the exact nature of the genetic material being exchanged, preferably by actually synthesizing the genes from well-defined laboratory chemicals.

A recent experiment carried out by the National Research Council's Dr. Saran Narang and Cornell University's Dr. Ray Wu confirms that the technology for carrying out this kind of precise molecular engineering has been achieved.

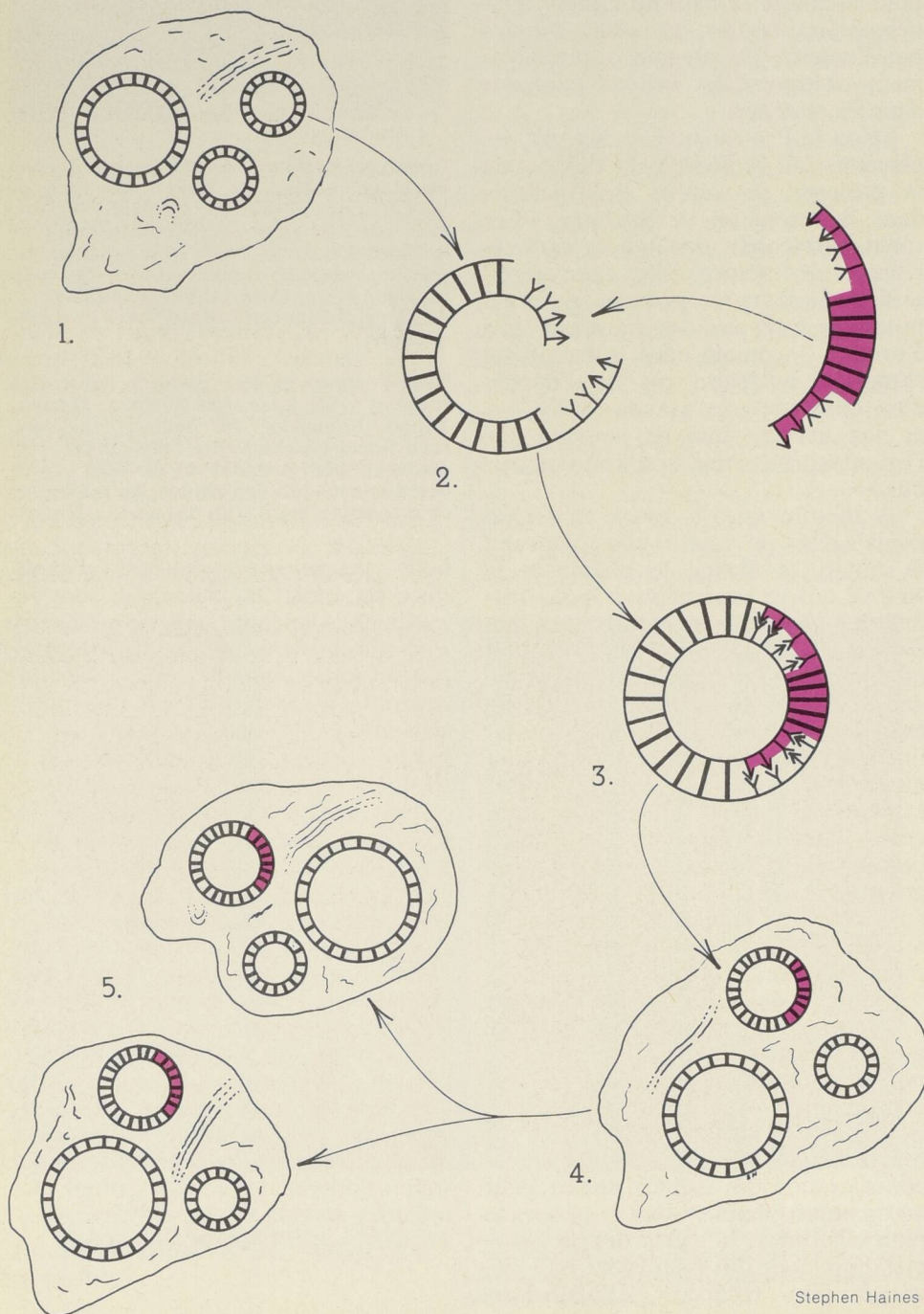
Dr. Wu, chairman of Cornell's Department of Biochemistry and co-workers Dr. K. Mariani and Dr. C. P. Bahl, have reported the successful incorporation of a laboratory-synthesized gene into a strain of *Escherichia coli* which, on isolation after bacterial growth, was unchanged in its composition and biological activity.

The gene, a 21-nucleotide long "operator" sequence that controls the production of lactose-degrading enzymes in *Escherichia coli*, was constructed from off-the-shelf nucleotides by Dr. Narang's research group. The chemical "trick" that enabled the Cornell scientists to carry out their operation was the attachment of a so-called "sticky" nucleotide sequence to each end of the chain-like operator molecule.

"By adding this five-unit sequence

Tricking a bacterium into the manufacture of a man-made gene. 1. A bacterial plasmid (or "loop" of DNA) is removed, modified, and opened by a special enzyme. 2 - 3. The artificial gene (red) is fitted out with ends which complement the exposed plasmid ends. Another enzyme is used to anneal or join the bacterial and synthetic DNA. 4. the "hybrid" DNA is reintroduced to the bacterium, and 5, growth and division of the bacterium follow, thereby biologically-reproducing the synthetic gene.

Opération consistant à tromper une bactérie pour qu'elle fabrique un gène artificiel. 1. Un plasmide bactérien (ou «boucle» d'ADN) est enlevé, modifié, et ouvert par un enzyme spécial. 2 - 3. Le gène artificiel (en rouge) reçoit des extrémités complémentaires des extrémités dénudées du plasmide. Un autre enzyme est utilisé pour fusionner les ADN bactérien et synthétique. 4. L'ADN «hybride» est réintroduit dans la bactérie. 5. Cette dernière étape est suivie du développement et de la division de la bactérie, assurant ainsi la reproduction biologique du gène synthétique.



Stephen Haines

Manipulation génétique — La sécurité est dans la synthèse

Récemment, des scientifiques de l'Université Cornell ont introduit dans une espèce bactérienne un gène artificiel créé au CNRC. En parvenant à démontrer que le micro-organisme avait répliqué le gène synthétique, l'équipe canado-américaine a pris la tête dans l'un des plus passionnants domaines de la biologie.

Il arrive parfois que, dans un domaine scientifique donné, l'application d'un progrès technique entraîne des conséquences que le chercheur n'est pas en mesure de comprendre ou de contrôler. C'est ce qui s'est produit dans le cas de la «manipulation génétique» et les chercheurs inquiets des dangers potentiels qu'elle recèle ont demandé d'ar-

rêter la recherche de pointe jusqu'à ce que le fossé qui sépare la technique de la connaissance soit comblé. Le problème est posé par de nouvelles méthodes permettant de prélever des gènes sur un système vivant et de les transplanter dans un autre pour créer un organisme mutant. Bien que ce domaine laisse entrevoir des avantages énormes, notamment en médecine et en agriculture, les spécialistes de la biologie moléculaire pensent que la précision des méthodes employées est insuffisante. Lorsqu'il transfère un gène intéressant d'un organisme à un autre, le chercheur ne dispose d'aucun moyen de savoir si d'autres gènes dangereux sont accidentellement transférés par la même occasion.

Si les opinions des scientifiques diffèrent considérablement, la plupart d'entre eux s'entendent cependant sur au moins un point. La façon de procéder la plus sûre est de connaître la nature exacte du matériel génétique échangé, en synthétisant de préférence les gènes à partir de produits chimiques bien définis en laboratoire.

Une expérience récente, faite par le Dr Saran Narang, du Conseil national de recherches, et le Dr Ray Wu, de l'Université Cornell, confirme que l'on possède maintenant la technologie nécessaire à l'exécution de ce genre de manipulation moléculaire précise.

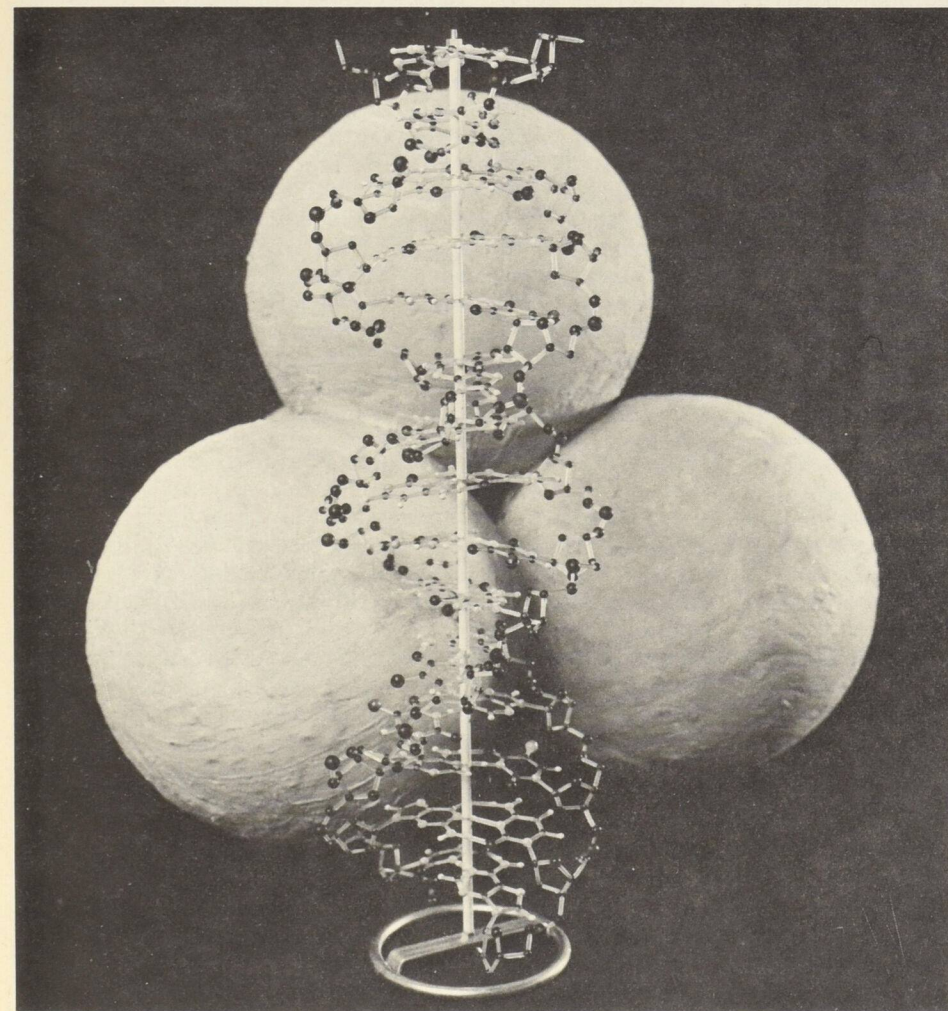
Le Dr Wu, directeur du Département de biochimie de Cornell et ses collaborateurs, le Dr K. Mariani et le Dr C. P. Bahl, ont annoncé qu'ils avaient réussi, pour la première fois, à incorporer un gène synthétisé en laboratoire dans une souche d'*Escherichia coli*. Celle-ci, isolée après culture bactérienne, est demeurée inchangée dans sa composition et son activité biologique.

Le gène «opérateur», séquence de 21 nucléotides qui contrôlent la production des enzymes assurant la dégradation du lactose chez *Escherichia coli*, a été construit par l'équipe de recherche du Dr Narang à partir de nucléotides ordinaires. L'«artifice» chimique qui a permis aux scientifiques de Cornell d'y parvenir a consisté à attacher, à chaque extrémité en forme de chaîne de la molécule «opérateur», une séquence nucléotidique dite «collante».

Écoutons le Dr Narang: «En fixant cette séquence de cinq unités aux extrémités de l'opérateur, les conditions étaient réunies pour permettre son inclusion dans un plasmide d'*Escherichia coli* traité spécialement et appelé pMB9.» (Les plasmides sont de petites boucles d'acide désoxyribonucléique ou ADN bactérien que l'on trouve dans les fluides des systèmes vivants, à l'écart de la masse principale du matériel génétique.)

«On a d'abord ouvert la boucle fermée de pMB9 à l'aide d'un enzyme spécial appelé EcoRI. Cette «endonuclease» coupe la boucle d'ADN d'une façon très spéciale en mettant à nu, à chacune des nouvelles extrémités, les mêmes séquences nucléotidiques «collantes».

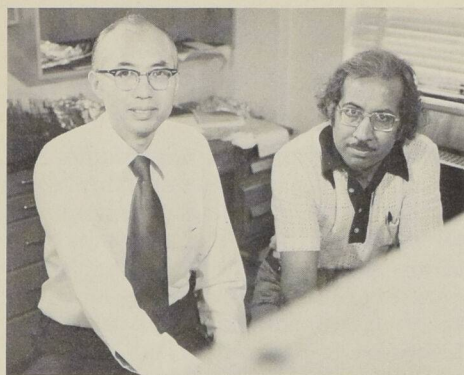
L'opérateur et le plasmide sectionné ont été ensuite fusionnés à l'aide d'un autre enzyme appelé ligase-ADN pour former une boucle plus grande englobant les deux séquences d'ADN. (Un



California Institute of Technology

A model of the NRC operator gene, against the backdrop of the "repressor" protein (background balls) that it is associated with under normal conditions. The biological behavior of this DNA-protein complex makes it invaluable as a marker in gene recombination experiments.

Modèle du gène opérateur du CNRC avec, en arrière-plan, la protéine «répresseur» (boules) à laquelle il est associé dans les conditions normales. Le comportement biologique de ce complexe ADN-protéine fait qu'il constitue un précieux marqueur pour les expériences de recombinaison génique.



Mansell Acres NRC/CNRC

Dr. Ray Wu, Chairman of the Department of Biochemistry, Cornell University, and Dr. Saran Narang of NRC. Satisfaction in the predictable behavior of bacterial genes.

Le Dr Ray Wu, directeur du Département de biochimie de l'Université Cornell, et le Dr Saran Narang, du CNRC, se montrent satisfaits du comportement prévisible des gènes bactériens.

to the ends of the operator," explains Dr. Narang, "the stage was set for its inclusion into a specially-treated *Escherichia coli* plasmid known as pMB9." (Plasmids are small loops of bacterial DNA that exist in the living fluids apart from the main body of genetic material.)

"The closed loop of pMB9 was first opened by a special enzyme called EcoRI," continues Narang. "This 'endonuclease' cuts the looped DNA in a very special way, exposing the same 'sticky' nucleotide sequences at each of the new ends."

The operator and cut plasmid were then simply annealed together using another enzyme called DNA ligase, forming a larger loop that included

both DNA sequences. (A DNA chemist would say that the end nucleotide sequences on the operator and the opened plasmid were "complementary", causing them to adhere together.)

With the synthetic gene bonded to the plasmid in such a manner, connected by end regions capable of being "recognized" and cut by the EcoRI enzyme, one of the most serious problems of the procedure was thereby resolved — that of retrieving the inserted genetic material after fermentation.

"The operator-plasmid hybrid was then introduced to a strain of *Escherichia coli* for biological production (fermentation)," explains Dr. Ray Wu. "And since only a small number of the bacteria took the plasmid up, it was necessary to have some marker that would identify the 'transformed' bugs."

This was effected by taking advantage of the fact that the operator gene normally exists in the bacterium complexed to a "repressor" protein. Remove this repressor and the bacterium begins to produce the enzymes that break down lactose. Since the plasmid operator competes with the natural *Escherichia coli* operator for this repressor, the bacteria taking up the plasmid will produce the sugar degrading enzymes. "A sugar bound to a yellow dye was included in the agar growth medium," continues Dr. Wu; "because the area around bacteria producing the enzymes turned blue — as a result of degrading the sugar — we were able to easily identify the transformed bacterial clones."

Though this in itself demonstrated that the synthetic gene was not only incorporated but fully biologically active, Dr. Wu and his Cornell group extracted it after fermentation and shipped it to Ottawa where Dr. Narang showed that, indeed, the gene produced by the *Escherichia coli* was chemically identical to the starting synthetic material.

The success of the work, the tricking of a bacterium into the mass production of an artificial gene, may well be the blueprint for much more ambitious projects of the same nature in the future.

Though Dr. Narang has developed a "phosphotriester" technique for the rapid production of DNA sequences (time-consuming methods have always been a problem), he does not see total synthesis as the way to proceed. Rather, a more sensible approach would be to isolate the much larger genes of practical interest from living cells (e.g. those coding for human insulin or the nitrogen-fixing enzymes of legume plants), make sure they are pure and hook them into plasmids by "linker" molecules.

Linker molecules?

"They are simply nucleotide sequences that endonuclease enzymes recognize and cut in a very specific manner," he explains. "By attaching genes to plasmids with this type of joiner — we have already constructed two of them — it is possible to carefully control the insertion of the material into bacteria and, equally important, to get it back." □

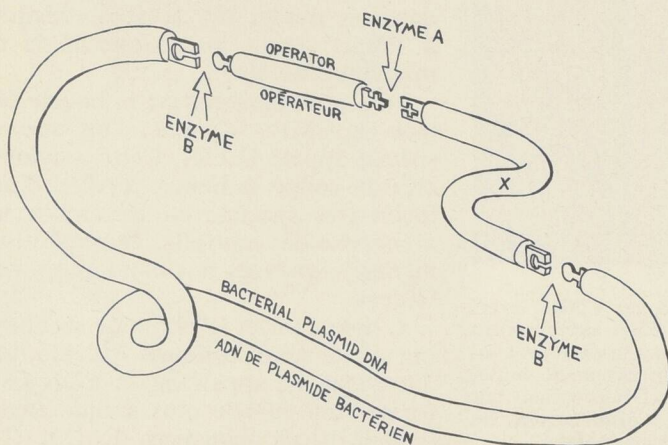
Wayne Campbell

Linker molecules — tying the loose ends together

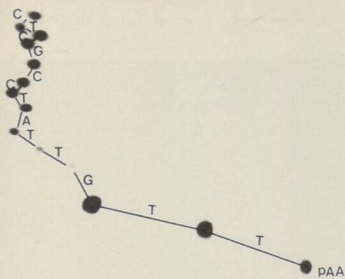
The methods for inserting foreign genetic material into bacteria are fairly well developed now, but there is still the problem of getting the addend DNA back after it has been mass-produced through bacterial growth. One solution, proposed by the Narang-Wu team, involves the operator

gene used in concert with so-called "linker" molecules, short sections of DNA that are recognized and cut by specific DNA-cleaving enzymes. As shown in the diagram, the operator is first connected to the foreign DNA (X) by a linker region (specific to enzyme A) which has been chemically attached to the ends of the two molecules. The linker molecule carrying the recognition sequence for the enzyme that cut open the plasmid is then tacked onto the ends of the hybrid DNA, and a new, larger plasmid loop is formed by an enzyme that anneals DNA strands (DNA Ligase).

With the operator along as a marker, it is then possible for the scientist not only to keep track of the annealed plasmid but to recover it after fermentation as well. Because the bare operator causes certain sugar degrading enzymes to be produced in the microorganism (the gene is normally complexed to a "repressor" protein), simple lab procedures can be used to detect the bacteria that absorb the hybrid plasmid. The readily formed operator-repressor protein complex is subsequently used to isolate the plasmids after growth of the "transformed" bacteria. Finally, the foreign DNA — which could embody such things as the genetic code for insulin or other valuable proteins — is isolated from the plasmid and operator by the highly specific enzymes A and B. □



I—O
II



Dr. Saran Narang NRC/CNRC

Disposés comme des perles sur un collier, ces points représentent les sous-unités nucléotidiques qui constituent une partie du gène opérateur synthétique. La technique, appelée «fingerprinting» (prise d'empreintes digitales), permet au scientifique de confirmer rapidement la structure des sous-unités de l'ADN à chaque étape de sa synthèse.

Spread out like beads on a chain, these spots represent the nucleotide subunits that make up a portion of the synthetic operator gene. The technique, known as "fingerprinting", allows the scientist to rapidly confirm the subunit structure of DNA at each step of its synthesis.

chimiste travaillant avec de l'ADN dirait que les séquences nucléotidiques terminales de l'opérateur et du plasmide ouvert étaient «complémentaires» et que c'est cette complémentarité qui les a amenés à fusionner.)

Le gène synthétique combiné de cette façon avec le plasmide, relié par des régions terminales pouvant être «reconnues» et coupées par l'enzyme EcoRI, on avait résolu l'un des plus

sérieux problèmes rencontrés dans la méthode: la récupération, après fermentation, du matériel génétique inséré.

«Nous avons ensuite introduit l'hybride opérateur-plasmide dans une souche d'*Escherichia coli* pour obtenir une production biologique, c'est-à-dire une fermentation, et comme les bactéries ayant absorbé le plasmide étaient peu nombreuses, il a été nécessaire de trouver un marqueur qui permettrait l'identification des micro-organismes 'transformés', explique le Dr Ray Wu.

On y est parvenu en tirant avantage du fait que, dans la bactérie, le gène opérateur forme normalement un complexe avec une protéine «répresseur». Si l'on supprime ce répresseur, la bactérie commence à fabriquer les enzymes qui dégradent le lactose. Puisque l'opérateur plasmidique entre en compétition avec l'opérateur naturel d'*Escherichia coli* pour accéder à ce répresseur, les bactéries absorbant le plasmide fabriqueront les enzymes qui dégradent le sucre. Le Dr Wu précise: «Un sucre associé à un colorant jaune a été ajouté à la gélose de culture mais du fait que la zone entourant les bactéries fabriquant les enzymes s'est colorée en bleu, par suite de la dégradation du sucre, nous avons pu facilement identifier les clones bactériens transformés.»

Bien que cela ait en soi démontré que le gène synthétique était non seulement incorporé mais totalement actif biologiquement, le Dr Wu et ses collaborateurs de Cornell l'ont extrait après fermentation et envoyé à Ottawa où le Dr Narang a montré que le gène

fabriqué par *Escherichia coli* était effectivement chimiquement identique au matériau synthétique d'origine.

La réussite de l'entreprise qui consistait à tromper une bactérie pour lui faire fabriquer un gène artificiel en série pourrait très bien ouvrir la voie à des projets de même nature mais beaucoup plus ambitieux.

Bien que le Dr Narang ait mis au point une technique faisant intervenir un «phosphotriester» pour la fabrication rapide de séquences d'ADN (les méthodes laborieuses ont toujours constitué un problème), il ne pense pas que la synthèse totale soit la bonne méthode. Il semble au contraire qu'il serait plus logique d'isoler des cellules vivantes les gènes beaucoup plus grands (comme, par exemple, ceux qui codent pour l'insuline humaine ou les enzymes qui fixent l'azote chez les légumineuses) présentant un intérêt pratique, de s'assurer qu'ils sont purs et de les accrocher aux plasmides à l'aide de molécules de liaison.

Molécules de liaison?

Suivons l'explication du Dr Narang: «Il s'agit simplement de séquences nucléotidiques que les enzymes endonucléasiques reconnaissent et sectionnent d'une façon très spécifique. En fixant des gènes aux plasmides à l'aide d'un agent de liaison de ce type — nous en avons déjà construit un — il est possible de contrôler minutieusement l'insertion du matériel dans les bactéries et, ce qui est non moins important, de le récupérer.» □

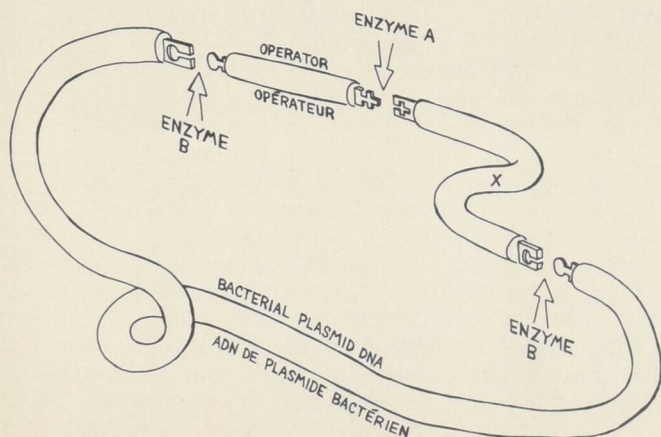
Texte français: Claude Devismes

Des molécules de liaison pour recoller les morceaux

Les méthodes qui permettent d'introduire un matériel génétique étranger dans des bactéries sont maintenant assez bien au point mais il reste encore à résoudre le problème de la récupération de l'ADN après sa production en série par culture bactérienne. Une des solutions proposées par l'équipe Narang-Wu fait intervenir l'utilisation conjointe du gène opérateur avec ce qu'on appelle des molécules de «liaison» qui sont de courtes sections d'ADN que des en-

zymes spécifiques reconnaissent et sectionnent. Comme on peut le voir sur le schéma, l'opérateur est d'abord mis en contact avec l'ADN étranger (X) par une région de liaison (spécifique de l'enzyme A) qui a été fixée chimiquement aux extrémités des deux molécules. La molécule de liaison transportant la séquence de reconnaissance de l'enzyme qui sectionne le plasmide est ensuite reliée aux extrémités de l'ADN hybride et une nouvelle boucle plasmidique, plus grande, est formée par un enzyme qui fusionne les brins d'ADN (ADN-ligase).

Avec l'opérateur faisant fonction de marqueur, il est ensuite possible au chercheur non seulement de suivre la trace du plasmide fusionné mais également de le récupérer après fermentation. Étant donné que l'opérateur dénudé conduit à la production, chez le micro-organisme (le gène forme normalement un complexe avec une protéine «répresseur») de certains enzymes qui dégradent le sucre, de simples manipulations de laboratoire suffisent pour détecter les bactéries qui absorbent le plasmide de l'hybride. Le complexe opérateur et protéine répresseur qui se forme spontanément est ensuite utilisé pour isoler les plasmides après culture des bactéries «transformées». Finalement, l'ADN étranger, — qui pourrait contenir des éléments comme le code génétique servant à la fabrication de l'insuline ou d'autres protéines précieuses —, est isolé du plasmide et de l'opérateur par les enzymes A et B, hautement spécifiques. □



Positron annihilation — Destruction to design

A Queen's University physicist is investigating the electronic structure of metals and alloys. The results from his positron annihilation experiments will aid in the design of improved alloys.

The first jet engines produced following World War II had to be taken out and overhauled after every hundred hours of flying time. Today, jet engines are one-third of the weight, burn half the fuel and can operate without an overhaul for 12,000 hours. The reason: dramatic improvements in the production of alloys which have superior mechanical strength and are capable of operating at elevated temperatures.

The development of the jet engine continues for each year new alloys are designed. Designed? Not quite, and here is the proverbial fly in the ointment, for most of the advances in alloy production have come about as the result of semi-empirical judgments rather than theoretical predictions. The reason is not hard to find for within that wide area of physics, solid state studies, the major part of research has been directed at obtaining an understanding of metals. As each step in the theory of metals was taken towards the highly successful goal which has been achieved today, experimentalists worked hand in hand with theorists to obtain an accurate and detailed understanding of metallic properties. The experimental techniques which were developed in the study of pure metals could not be successfully translated to the investigation of alloys and their theory remains relatively unsophisticated with gaps existing in the accumulation of accurate data. As a result, metallurgists who wish to design an alloy for a specific task find insufficient experimental and theoretical parameters to aid in the task. Rather, and to the credit of the metallurgists' skills, they must resort to a combination of intuition and semi-empirical judgment.

Research by Professor A. T. Stewart and his group at Queen's University in Kingston is going some way to correct this state of affairs by providing the first highly accurate measurements on the motion of electrons in alloys. Professor Stewart, with the assistance of grants from the National Research Council and in collaboration with other scientists, has perfected an experimental technique which provides information on the distribution of electronic



Bruce Kane, PIB, NRC/DIP, CNRC

The efficiency of the modern jet engine owes much to improvement in the design of alloys.

velocities not only in an alloy but in any solid, liquid or sufficiently compressed gas. The method, known as positron annihilation, has made the Physics Department of Queen's University a world center for such measurements.

Le haut rendement d'un réacteur moderne est dû en grande partie aux progrès accomplis dans la conception des alliages.

The positron is the anti-particle of the electron, being identical to it in all respects except in electrical charge which is of opposite sign. Particle and anti-particle are the Tweedledum and Tweedledee of elementary particle physics and, like those two prota-

L'annihilation positronique — Détruire pour construire

Un physicien de l'Université Queen's étudie la structure électronique des métaux et des alliages. Les résultats de ses expériences sur l'annihilation positronique aideront à créer de meilleurs alliages.

Les premiers turboréacteurs fabriqués après la fin de la Seconde Guerre mondiale avaient un potentiel entre grandes révisions de 100 heures. Aujourd'hui, le poids de ces moteurs a été réduit des deux tiers, leur consommation de moitié et leur potentiel est passé à 12 000 heures. Sans la mise au point d'alliages ayant une résistance mécanique considérable et pouvant résister à des températures élevées de tels progrès n'auraient pu être réalisés.

The radioactive source is mounted above a sample chamber which is surrounded by lead blocks. A small aperture on either side of the blocks allows gamma radiation to escape to each detector.

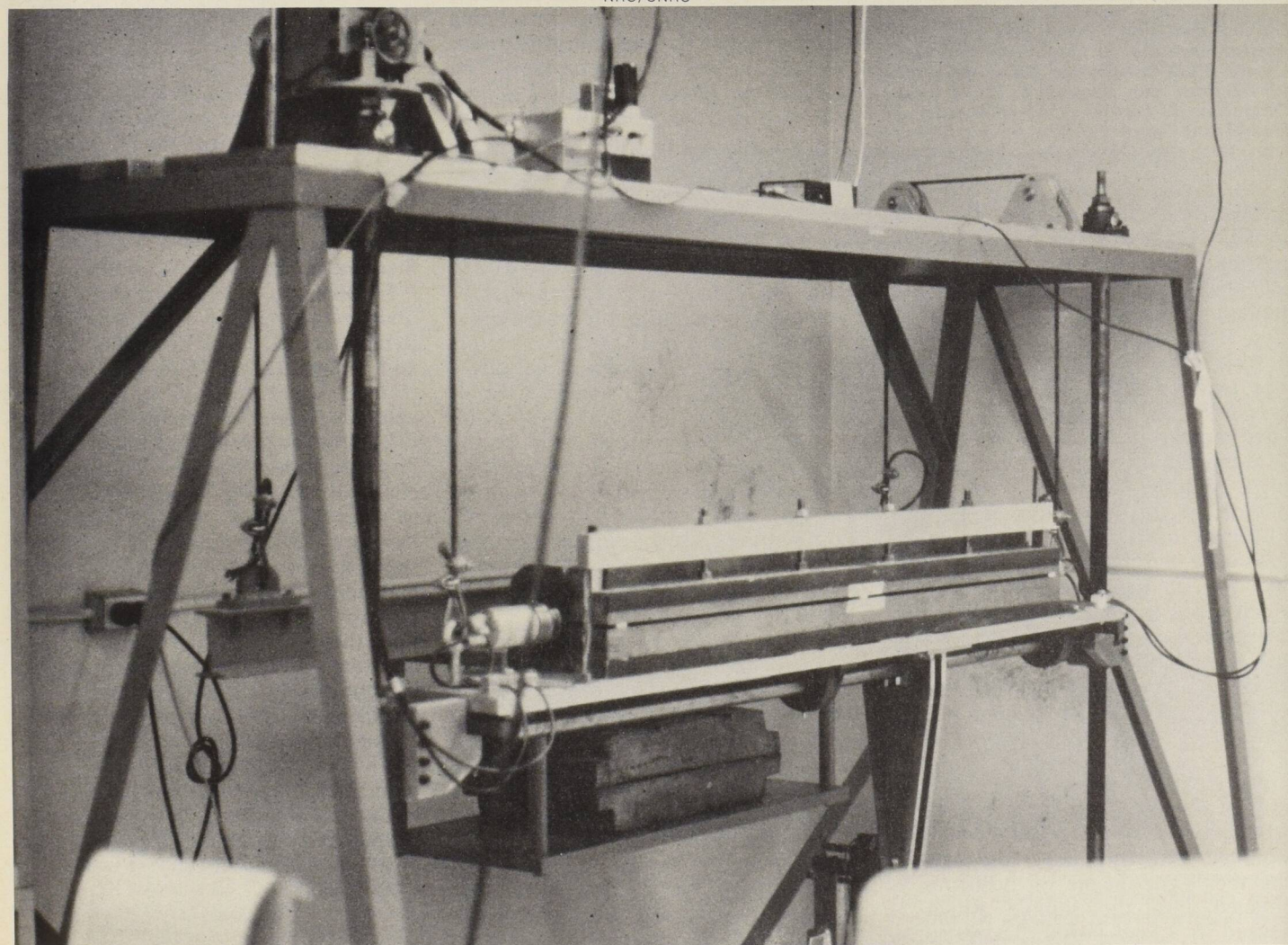
On continue de perfectionner les réacteurs car de nouveaux alliages sont mis au point chaque année. Mis au point? Pas tout à fait, et c'est bien là l'ombre au tableau, car la plupart des progrès réalisés dans le domaine des alliages sont le résultat de jugements semi-empiriques plutôt que de prévisions théoriques. Il n'est pas difficile d'en trouver la raison du fait que dans ce vaste domaine de la physique que représentent les études consacrées à l'état solide, le gros de la recherche a été axé sur les métaux. A mesure que la théorie des métaux s'acheminait vers les résultats particulièrement satisfaisants obtenus aujourd'hui, les expérimentateurs collaboraient étroitement avec les théoriciens pour dresser un tableau précis et détaillé de leurs propriétés. Les techniques expérimentales mises au point au cours de l'étude des métaux purs n'ont pu être appliquées avec succès à celle des alliages et leur théorie demeure relativement simple

avec des lacunes dans l'accumulation de données précises. Conséquemment, les paramètres théoriques et expérimentaux dont disposent les métallurgistes qui désirent créer un alliage destiné à une fonction précise sont insuffisants. Il leur faut donc, et c'est ce qui témoigne de leur compétence, allier l'intuition au jugement semi-empirique.

Les recherches du professeur A. T. Stewart et de ses collaborateurs de l'Université Queen's, à Kingston, vont contribuer à corriger cet état de choses en permettant d'obtenir les premières mesures hautement précises du mouvement des électrons dans les alliages. Avec l'aide de subventions du Conseil national de recherches et la collaboration d'autres scientifiques, le professeur

La source radioactive est mise en place au-dessus de l'enceinte contenant l'échantillon et qui est entourée de briques de plomb. Une petite ouverture aménagée de part et d'autre des briques permet au rayonnement gamma de s'échapper dans la direction de chaque détecteur.

NRC/CNRC





A.I.P. Niels Bohr Library

Enrico Fermi (1901–1954), father of the world's first nuclear reactor, developed a theory of the motions of electrons in solids. The "Fermi Exclusion Principle" and Fermi-Dirac statistics are a theoretical keystone in the study of metals and alloys.

Enrico Fermi (1901 – 1954), père du premier réacteur nucléaire du monde, est également l'auteur d'une théorie sur les mouvements des électrons dans les solides. Le «Principe d'exclusion de Fermi» et les statistiques de Fermi-Dirac sont des notions théoriques fondamentales dans l'étude des métaux et des alliages.

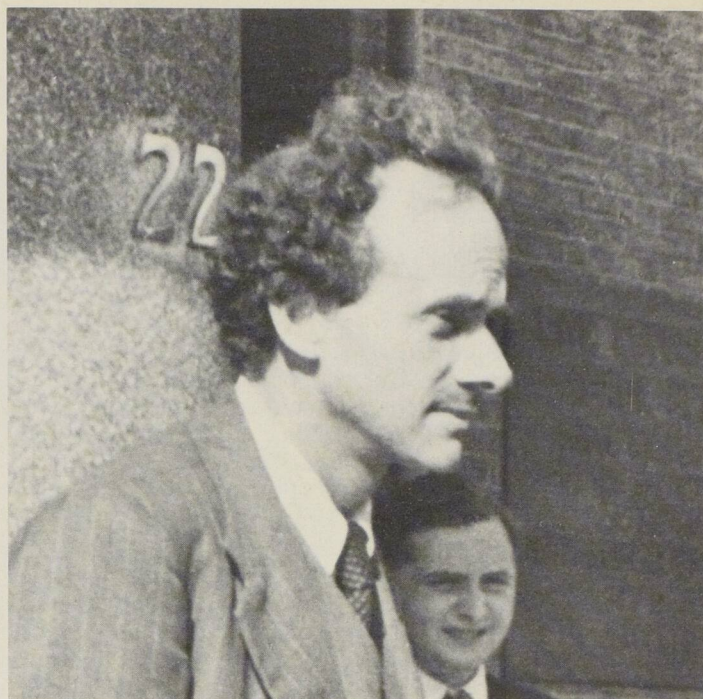
gonists from "Alice Through the Looking Glass", they destroy each other on meeting. A collision between electron and positron results in their total annihilation leaving behind two gamma rays. If the protagonists happen to be at rest before meeting, these gamma rays travel away in exactly opposite directions. If the electron is moving when it meets its anti-particle, then the resulting gamma rays are emitted at an angle slightly less than 180° , the amount of this deviation being proportioned to the electron's velocity. By measuring the angle at which gamma rays are emitted from a sample in which a positron has been annihilated it is possible to deduce the velocity of that particular electron within the sample which was involved in the collision. Repeated measurements of this kind give a measure of the distribution of electronic velocities in the sample.

Professor Stewart's apparatus consists of a radioactive source for the production of positrons which is mounted directly above the sample chamber. The beam of positrons is directed into the sample which is housed in a lead jacket. The positron

spends only one ten-thousand millionth of a second within the sample before annihilation but, on atomic standards, this is plenty of time for it to become acclimatized to its new environment and to seek out the most interesting electron, from the metallurgists' point of view, for its suicide partner. The annihilation takes place and gamma rays escape from holes placed in opposite sides of the lead jacket. It remains to measure the angle of deviation from 180° of the radiation emerging from the jacket. Since this deviation is small, of the order of tenths of a degree, the Queen's group uses a long horizontal base line of 80 feet. A position detector is placed 40 feet on either side of the sample and by moving one of these detectors in the vertical direction small deflections are measured.

"There have been many speculations in the theory of alloys over the last 50 years," says Professor Stewart, "but until recently there have been no accurate measurements of electronic velocities. We are beginning our measurements with the simplest alloys and it is our hope that a theory will be established within a decade."

What can be deduced from this knowledge of an electron's velocity? The answer lies in the rather exclusive behavior of electrons towards each other, which results in each electron having a different motion from every other electron. Each electron in a metal has its assigned task; many of them spend their time near the atomic centers and are known as "core electrons"; others move in the spaces between the atoms. These latter electrons are the ones responsible for many of



S.A. Goudsmit, A.I.P. Niels Bohr Library

P.A.M. Dirac (1902 –) the brilliant theoretical physicist who predicted the existence of the positron and introduced the idea of anti-matter.

P.A.M. Dirac (1902 –), le brillant physicien et théoricien qui a prédit l'existence du positron et qui est à l'origine du concept de l'antimatière.

the most important characteristics of alloys and it is thought that changes in the distributions of these electrons bring about changes in the desirable properties of an alloy. With the advent of an experimental technique for measuring the distribution of velocities of these electrons within various alloys, it becomes possible to correlate scientifically the velocity distributions with parameters such as strength, fatigue and embrittlement. The use of positrons is of particular advantage in this venture since the particle seeks out just those electrons which the metallurgist wishes to study. Being positively charged, the positron has a tendency to shun the atomic centers and ignore the core electrons. Most of its time is spent moving between the atoms and it is here that the important electronic motions take place. Positron annihilation therefore not only provides an accurate measure of electronic velocities but it is also most sensitive to those electrons which are of particular interest to the scientist. The accumulation of this experimental data at Queen's University may one day open the door to the manufacture of alloys with novel properties specifically designed on the basis of their electronic structure. □

David Peat

Stewart a mis au point une technique expérimentale permettant de déterminer la répartition des vitesses électroniques non seulement dans un alliage mais également dans n'importe quel solide, liquide ou gaz suffisamment comprimé. La méthode, dite d'annihilation positronique, a fait du Département de physique de l'Université Queen's un centre mondial pour ce genre de mesures.

Le positron est l'antiparticule de l'électron, lui étant identique à tous égards sauf en ce qui concerne la charge électrique qui est de signe opposé. La particule et l'antiparticule sont le Bonnet-Blanc et le Blanc-Bonnet de la physique des particules élémentaires et, comme ces deux protagonistes d'«Alice à travers le miroir», ils s'annihilent lorsqu'ils se rencontrent. Une collision entre un électron et un positron provoque leur annihilation totale et la création de deux rayons gamma. Si les protagonistes sont immobiles avant la rencontre, ces rayons gamma s'éloignent dans des directions exactement opposées. Si l'électron se déplace au moment où il rencontre son antiparticule les rayons gamma résultant de la collision sont émis suivant un angle légèrement inférieur à 180° , l'importance de cette déviation étant proportionnelle à la vitesse de l'électron. En mesurant l'angle selon lequel les rayons gamma sont émis par un échantillon dans lequel se trouve un positron qui a été annihilé, il est possible de déterminer la vitesse de l'électron impliqué dans la collision au sein de l'échantillon. En procédant à une série de mesures de ce genre on se fait une idée de la répartition des vitesses électroniques dans l'échantillon.

Le dispositif du professeur Stewart est constitué d'une source radioactive productrice de positrons montée directement au-dessus de l'enceinte contenant l'échantillon. Le faisceau de positrons est dirigé sur l'échantillon qui est placé dans une gaine de plomb. Le positron ne demeure qu'un dix milliardième de seconde à l'intérieur de l'échantillon avant l'annihilation mais, à l'échelle atomique, c'est amplement suffisant pour qu'il s'accoutume à son nouvel environnement et qu'il sélectionne l'électron le plus intéressant, du point de vue du métallurgiste, comme partenaire de suicide. L'annihilation se produit et les rayons gamma s'échappent par des trous aménagés dans des côtés opposés de la gaine de plomb. Il ne reste plus qu'à mesurer de combien le rayonnement sortant de la gaine dévie de 180° . Du fait de la faible importance de cette déviation, de l'ordre de quelques dixièmes de degré, les chercheurs de Queen's utilisent une base horizon-

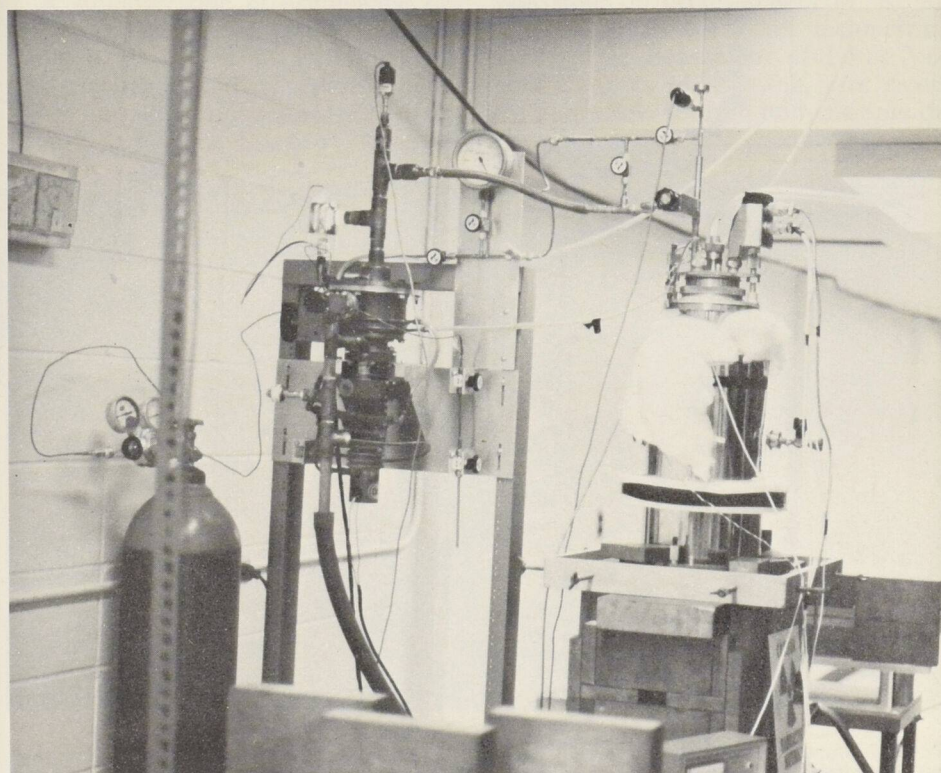
tale de 80 pieds de long. Un détecteur de position est placé à 40 pieds de part et d'autre de l'échantillon et, en déplaçant verticalement l'un de ces détecteurs, il est possible de mesurer les déflexions de faible amplitude.

Laissons la parole au professeur Stewart: «La théorie des alliages a donné lieu à nombre de spéculations au cours de ces 50 dernières années mais aucune mesure précise de vitesses électroniques n'avait été faite jusqu'à tout récemment. Nous commençons nos mesures avec les alliages les plus simples et nous espérons pouvoir présenter une théorie d'ici dix ans.»

Que peut-on déduire de cette connaissance de la vitesse d'un électron? La réponse nous est fournie par le comportement quelque peu unique qu'ont les électrons les uns vis-à-vis des autres et qui fait que chaque électron a un mouvement différent de celui de chacun des autres électrons. Chaque électron d'un métal a un rôle bien défini; un grand nombre d'entre eux se cantonnent près des noyaux atomiques et sont appelés «électrons des noyaux»; d'autres se déplacent dans les espaces interatomiques. C'est à ces derniers électrons que les alliages doivent un grand nombre de leurs plus importantes caractéristiques et l'on pense que les variations intervenant dans la répartition de ces électrons affectent les pro-

priétés recherchées dans l'alliage. Avec l'avènement d'une technique expérimentale permettant de mesurer la répartition de ces différentes vitesses électroniques dans divers alliages, il devient possible de relier scientifiquement les répartitions de vitesses à des paramètres comme la résistance, la fatigue et la fragilité. L'utilisation de positrons est particulièrement avantageuse dans cette recherche du fait que la particule ne sélectionne que les électrons que le métallurgiste désire étudier. Ayant une charge positive, le positron a tendance à fuir les noyaux atomiques et à se désintéresser des électrons des noyaux. Il passe la plus grande partie de son temps à se déplacer entre les atomes, là où l'on observe les mouvements électroniques importants. Donc, l'annihilation positronique donne non seulement une mesure précise des vitesses électroniques mais elle est également particulièrement efficace vis-à-vis des électrons présentant un intérêt spécial pour le scientifique. Les données expérimentales amassées à l'Université Queen's pourraient un jour déboucher sur la fabrication d'alliages dotés de propriétés nouvelles conférées par la structure électronique des métaux entrant dans leur composition et ayant déterminé leur choix. □

Texte français: Claude Devismes



NRC/CNRC

One of the two gamma ray detectors associated with the positron annihilation apparatus. The detector can be precisely moved in a vertical direction.

Un des deux détecteurs à rayons gamma faisant partie du dispositif d'annihilation positronique. Le détecteur peut être déplacé avec précision dans le plan vertical.

Year-round drilling in the Beaufort Sea — Is the monocone the solution?

NRC's Division of Mechanical Engineering has carried out model tests to evaluate static and dynamic properties of the monocone, a giant concrete structure proposed for oil exploration in the Beaufort Sea.

After being a net exporter of petroleum and natural gas for several years, Canada now imports more and more of her oil supplies as traditional reserves become depleted. There is, however, good reason to believe that vast amounts of these fuels will be found in the Canadian Arctic, particularly in areas of the Beaufort Sea just off the Mackenzie River delta. The problem: the drilling of exploration wells in these waters is much more costly and difficult than in southern Canada.

As Dr. Robin Browne of NRC's Marine Dynamics and Ship Laboratory explains it, "the use of conventional offshore drilling platforms is severely limited in the harsh conditions of the Beaufort Sea. Drifting ice sheets which cover the water for most of the year would rip apart a standard offshore

drilling platform. This is why several Canadian companies are trying to come up with new techniques to meet the problems of drilling in Arctic waters."

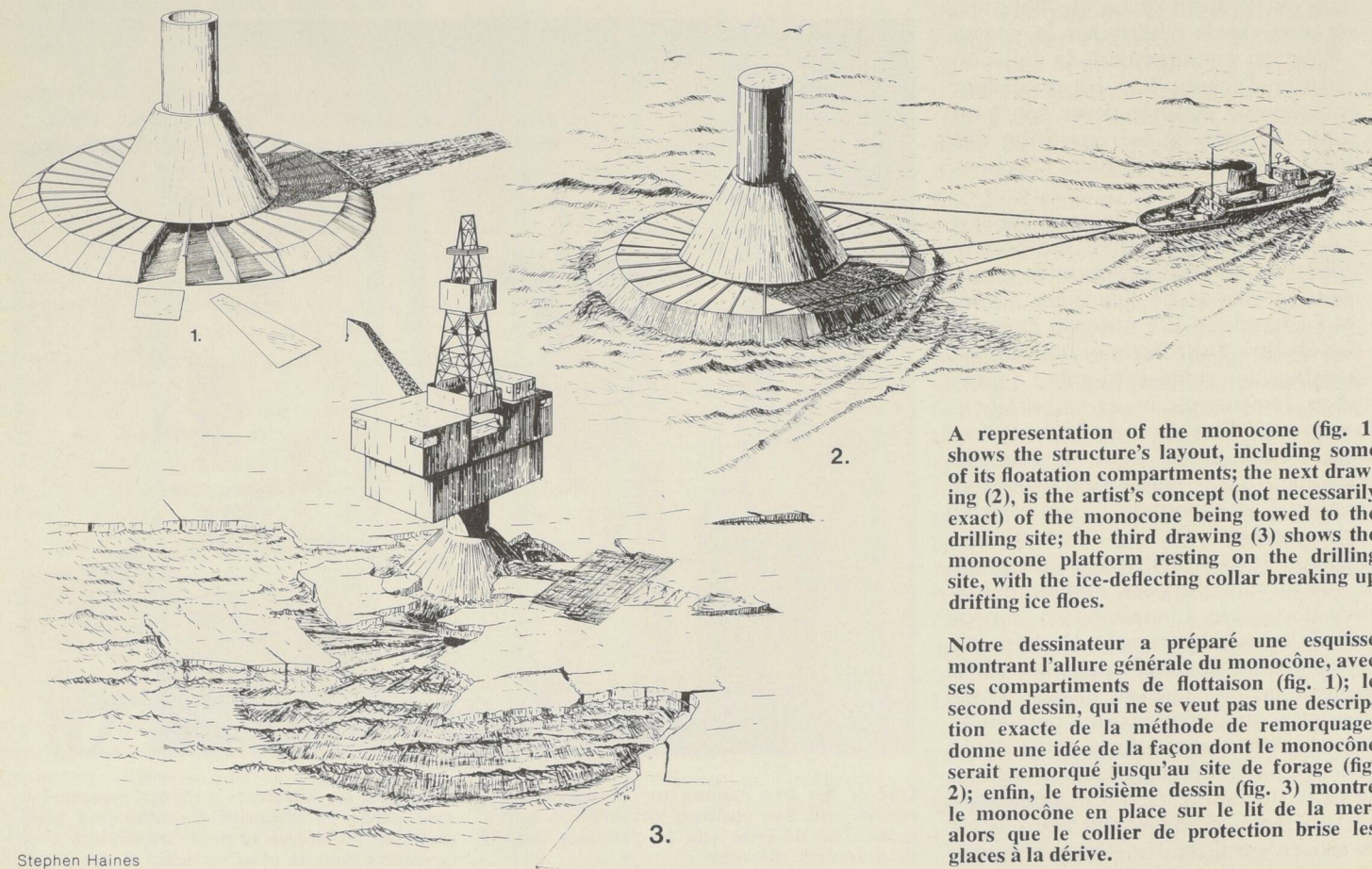
Canadian hockey fans are probably familiar with a television commercial by Imperial Oil of Canada showing one of the many artificial islands that have been built in the shallow areas of the Beaufort Sea. This new technique, developed by Imperial Oil, is unfortunately limited to shallow water, so for deeper water, the company has considered a wide range of other methods, assessing their practicality and cost through extensive engineering studies.

In the course of evaluating one of the proposed drilling systems, Imperial Oil and consultants Swan Wooster Engineering Co. and Peter Hadfield Ltd., both of Vancouver, called on the expertise of researchers at the Division of Mechanical Engineering of the National Research Council of Canada in Ottawa. The NRC scientists have developed techniques that allow them to

predict the detailed characteristics of full scale ships and marine structures (such as wharves, caissons and drilling platforms) using small-scale models tested under carefully controlled conditions.

The proposed drilling platform evaluated by NRC was an unusual structure called a monocone. It consisted of a pancake-like ring of floatation compartments surrounding a central cylindrical column. According to the operational procedure, the compartments are to be filled with water on arrival at the drilling site, sinking the structure to the sea floor. The column, which clears the water surface and comes equipped with an adjustable conical collar for protection against sea ice, is used to support the work platform.

The monocone, should Imperial decide to build it, would be fabricated from high strength concrete at a construction site on the west coast of Canada. From there it would be towed around Alaska to the Beaufort Sea, during the summer open-water season,



A representation of the monocone (fig. 1) shows the structure's layout, including some of its floatation compartments; the next drawing (2), is the artist's concept (not necessarily exact) of the monocone being towed to the drilling site; the third drawing (3) shows the monocone platform resting on the drilling site, with the ice-deflecting collar breaking up drifting ice floes.

Notre dessinateur a préparé une esquisse montrant l'allure générale du monocône, avec ses compartiments de flottaison (fig. 1); le second dessin, qui ne se veut pas une description exacte de la méthode de remorquage, donne une idée de la façon dont le monocône serait remorqué jusqu'au site de forage (fig. 2); enfin, le troisième dessin (fig. 3) montre le monocône en place sur le lit de la mer, alors que le collier de protection brise les glaces à la dérive.

Forages à l'année longue dans la mer de Beaufort — Le monocône est-il la solution?

La Division de génie mécanique du CNRC a procédé à des essais sur maquette en vue de déterminer les propriétés statiques et dynamiques du monocône, une gigantesque plate-forme de forage en béton dont on a proposé l'emploi pour la prospection pétrolière dans la mer de Beaufort.

Après avoir longtemps compté parmi les pays exportateurs de pétrole et de gaz naturel, le Canada doit maintenant importer une fraction de plus en plus grande de ses besoins en pétrole, en raison de l'épuisement de ses réserves traditionnelles. Cependant, il y a lieu de croire que l'Arctique canadien, et en particulier le delta du fleuve Mackenzie dans la mer de Beaufort, renferme des quantités importantes de pétrole et de gaz naturel. Un facteur gêne toutefois considérablement la prospection pétrolière dans cette région: le coût des forages, beaucoup plus élevé que dans les régions situées plus au sud.

Comme le rappelle M. Robin P. Browne du Laboratoire de dynamique marine et de construction navale, «l'emploi des plates-formes conventionnelles de forage en mer est soumis à des restrictions assez sévères dans la mer de Beaufort en raison du climat rigoureux qui y règne. Des plaques de glace à la dérive recouvrent la mer, une bonne partie de l'année, et elles démoliraient une plate-forme conventionnelle en un rien de temps. C'est pourquoi plusieurs compagnies canadiennes tentent de découvrir de nouvelles techniques pour résoudre les problèmes de forage dans l'Arctique.»

Les amateurs de hockey canadiens sont probablement familiers avec un message publicitaire de la Compagnie pétrolière impériale du Canada, qui montre l'une des nombreuses îles artificielles qu'elle a construites dans les zones peu profondes de la mer de Beaufort. Cette nouvelle technique, mise au point par la Compagnie pétrolière impériale, n'est malheureusement pratique que dans les eaux relativement peu profondes. C'est pourquoi les ingénieurs de la compagnie sont à étudier les aspects pratiques et économiques de toute une gamme de nouvelles méthodes de forage en mer dans l'Arctique.

Dans le cadre de l'une de ces études, la Compagnie pétrolière impériale et ses conseillers, Swan Wooster Engineering Co. et Peter Hadfield Ltd., toutes les deux de Vancouver, ont fait

appel à l'expertise des chercheurs de la Division de génie mécanique du CNRC à Ottawa. Les scientifiques du CNRC ont développé des techniques leur permettant de prédire en détail les propriétés des navires et des structures marines pleine grandeur (comme les quais, les caissons et les plates-formes de forage) à l'aide d'essais soigneusement contrôlés sur des maquettes.

La forme de la plate-forme de forage étudiée par le CNRC était assez surprenante. Cette structure, appelée monocône, consisterait en une base en forme d'assiette, divisée en compartiments de flottaison, et surmontée d'une colonne centrale. Le mode de fonctionnement du monocône prévoit que les compartiments seraient remplis d'eau, au site de forage, ce qui assoierait la base du monocône sur le lit de la mer. La plate-forme de forage proprement dite serait installée au sommet de la colonne au-dessus de l'eau. Un collier conique de déflexion des glaces serait placé autour de la colonne centrale, à une hauteur ajustable selon la profondeur de l'eau, et aurait pour fonction de protéger le monocône contre les glaces.

A supposer que la Compagnie pétrolière impériale se prononce pour l'emploi du monocône, celui-ci serait construit sur la côte ouest du Pacifique; on le remorquerait autour de l'Alaska jusqu'à la mer de Beaufort durant la

courte saison de navigation estivale et on le descendrait sur le lit de la mer au site de forage. Il serait conçu pour pouvoir être déplacé d'un site de forage à un autre au besoin.

Le remorquage en pleine mer d'une telle structure sur une distance considérable, malgré les vents, les vagues et les tempêtes, comporterait toutefois de multiples difficultés techniques. Il faudrait aussi disposer d'une méthode permettant de descendre sans encombre le monocône au site de forage, et s'assurer qu'il pourrait y résister aux assauts des vagues.

Pour répondre à toutes ces questions, deux laboratoires du CNRC ont chacun procédé à des expériences sur des maquettes du monocône. Les scientifiques du Laboratoire de dynamique marine et de construction navale, sous la direction de M. Sidney Mathews, se sont penchés sur les problèmes du remorquage du monocône, de sa tenue à la mer et de son installation. Par ailleurs, le Laboratoire d'hydraulique, dirigé par M. Joe Ploeg, s'est occupé de mesurer les effets des vagues au site de forage.

Au Laboratoire de dynamique marine et de construction navale, les responsables du projet étaient M. Robin Browne ainsi que deux techniciens, MM. Peter Beauséjour et Louis Vézina. D'après M. Browne, «les essais du monocône sont un bon exemple du genre de projet de recherche que nous



Imperial Oil of Canada Ltd./Compagnie pétrolière impériale du Canada Ltée

A bird's eye view of Kugmallit H-59, one of the many artificial islands that Imperial Oil of Canada Ltd. has built in the shallow waters of the Beaufort Sea. Water depth at the site is 17 feet (5.1 m).

Vue à vol d'oiseau de l'île Kugmallit H-59, l'une des nombreuses îles artificielles qui ont été construites par la Compagnie pétrolière impériale du Canada Ltée dans la partie peu profonde de la mer de Beaufort. La profondeur d'eau atteint 17 pieds (5,1 m) à cet endroit.

and set down in place at a drilling site. Designed to be as versatile as possible, it could be refloated and moved from one offshore drilling site to another.

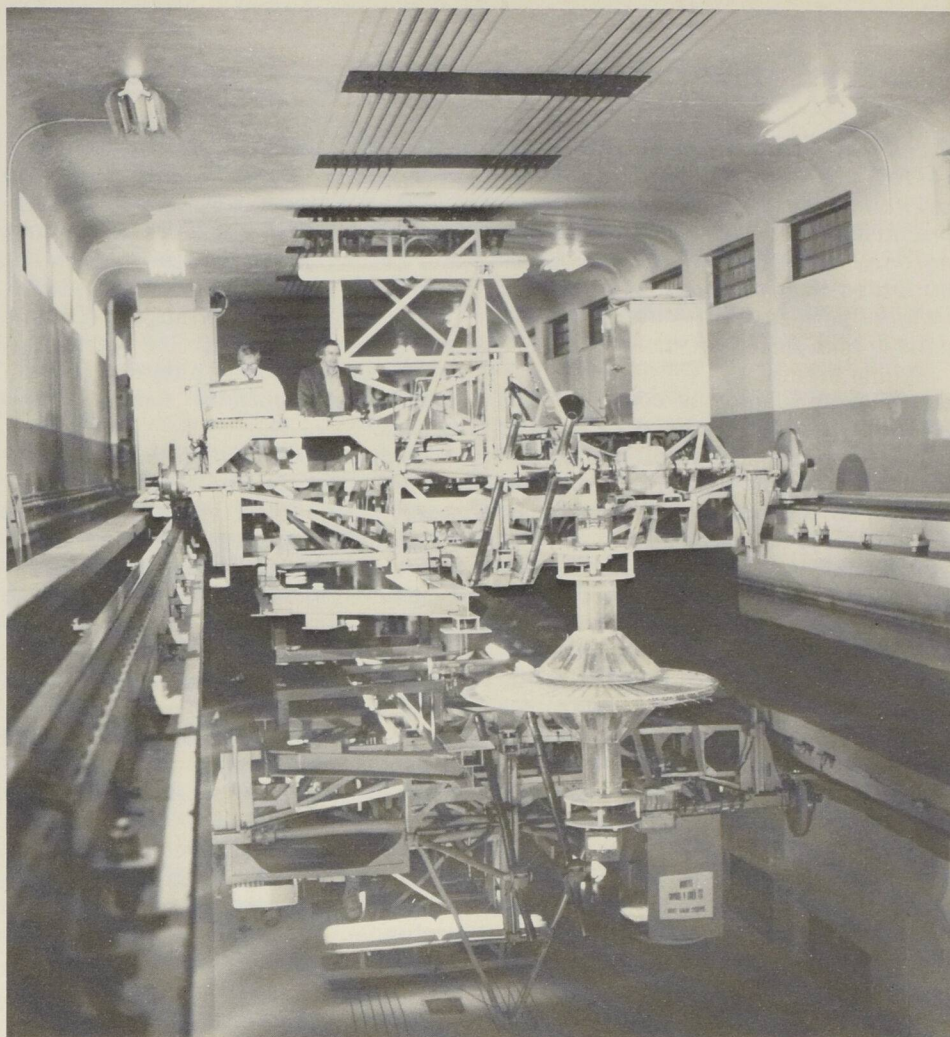
Towing such a heavy structure in the open sea over a distance of several thousand miles with the possibility of stormy weather is a serious technical challenge. As well, there will be a need to use a safe set-down procedure and ensure that, once on location, the monocone can resist the storm waves predicted for the Beaufort sea.

To find answers to these questions, tests were carried out at the NRC by two laboratories using scale models. The Marine Dynamics and Ship Laboratory headed by Sidney Mathews concerned itself with towing, seakeeping and setdown of the monocone while the Hydraulics Laboratory, headed by Joe Ploeg, dealt with wave loads on the platform.

At the Marine Dynamics and Ship Laboratory, project team members were Dr. Robin Browne and technicians Peter Beauséjour and Louis Vézina. According to Dr. Browne, "the monocone tests were a good example of the type of work we can do. We built a 1/60 scale plexiglas model with accurate dimensions, both externally and internally, and fully floodable; it was also loaded with fixed weights to match the weight distribution of the full-sized monocone. On top of the superstructure, instruments were fitted, including reference gyroscopes and acceleration sensors."

Towing experiments were carried out in the Laboratory's 135-m long towing tank, an installation equipped with a pneumatic wave generator at one end and a specially designed beach at the other to damp out the waves, thereby preventing wave reflection interference. The model was towed along the tank by an electrically driven towing carriage straddling the tank on rails. Experimental data for a range of typical sea conditions were monitored and stored in a minicomputer mounted on the towing carriage. After each experiment, computer programs were used to convert the raw data into a form that applied to the full scale monocone. "That allowed us to predict accurately the actual towing motions and accelerations, and the drift forces in waves," explains Dr. Browne. "We can thus tell how many tugs would be required, what their horsepower rating would have to be and, in general, whether special towing problems are to be expected."

The NRC group also developed safe procedures for setting the monocone down in water depths varying from 19 m to 41 m by controlled flooding of the



Bruce Kane, PIB, NRC/DIP, CNRC

A scale model of the monocone drilling platform undergoes towing tests in the towing tank of the Marine Dynamics and Ship Laboratory of NRC. The experiment is controlled by a computer mounted on the left of the towing carriage.

Essais de remorquage de la maquette du monocône, dans le bassin d'essais des carènes du Laboratoire de dynamique marine et de construction navale du CNRC. On peut voir, à gauche de la photo, l'ordinateur qui fait l'enregistrement et le traitement des données expérimentales.

floatation tank, both with and without the support of auxiliary stabilizing crane barges. Procedures were also developed for raising the structure by sequentially pumping out the floatation tanks. Finally, experiments were undertaken to establish the feasibility of moving the monocone a short distance on the seabed by pumping out some of the floatation tank water and dragging the unit along the bottom.

At the same time, two scientists from the Hydraulics Laboratory, Dr. Geoffrey Mogridge and Dr. William Jamieson, were asked to determine the effect of waves on the monocone while it rested on the seabed.

As Geoffrey Mogridge explains it, "data were needed on the horizontal and vertical forces and the overturning moments acting on the monocone. For a simple structure such as a circular cylinder, wave loads can be predicted mathematically, but the determination

of wave effects on the monocone was too complex for a purely mathematical approach and experiments with scale models were necessary.

"Our experiments simulated, at an appropriate scale, possible conditions in the Beaufort Sea", continues Dr. Mogridge, "which could involve wave heights of up to 12 m and water depths from 21 to 41 m. Carefully calibrated load cells were used to measure vertical and horizontal forces on the model and the corresponding overturning moments. These experimental data were later processed and scaled-up, using a specially programmed computer. Knowing the nature of the foundation on which the monocone will rest, Imperial Oil engineers will then be able to use these data to design against the structure being pushed sideways or overturned by waves during actual operation." □

Michel Brochu

pouvons entreprendre. Pour ces essais, nous nous sommes servi d'une maquette en plexiglas du monocône, à l'échelle 1/60, qui reproduisait fidèlement ses caractéristiques principales.»

«La mesure des mouvements de la maquette se faisait au moyen de détecteurs d'accélération et de gyroscopes de référence disposés à son sommet. On pouvait également inonder ou purger chacun de ses compartiments de flottaison.»

«Les essais de remorquage de la maquette ont été effectués dans le bassin d'essais des carènes du Laboratoire. Ce bassin, long de 135 m, est équipé à une extrémité d'un générateur de vagues et à l'autre d'une plage conçue pour amortir les vagues et empêcher les réflexions parasites. La maquette était entraînée le long du bassin d'essais par un chariot de remorquage monté sur rails et mû par un moteur électrique. Un ordinateur monté sur le chariot faisait la lecture des données et les emmagasinait en mémoire pour traitement ultérieur. Des programmes d'analyse ont par la suite transformé les données brutes sous une forme applicable à la plate-forme pleine grandeur.»

«Cette technique de simulation», d'ajouter M. Browne, «nous permet de connaître avec précision les mou-

vements et les accélérations du monocône, pendant son remorquage, et sa tenue à la mer dans les vagues. Nous savons combien de remorqueurs seraient nécessaires, de quelle puissance ils devraient être, et nous pouvons prédire à l'avance les éventuels problèmes de remorquage.»

Les chercheurs ont aussi mis au point des méthodes sûres pour descendre le monocône sur le lit de la mer, à des profondeurs d'eau variant entre 18 et 41 m, en inondant progressivement ses compartiments de flottaison. On a établi deux méthodes de mise en place du monocône, avec ou sans l'aide d'une grue montée sur une barge, et on a étudié comment remonter le monocône en surface en purgeant progressivement l'eau des compartiments de flottaison. Enfin, on a procédé à quelques expériences visant à déplacer le monocône sur de courtes distances sur le lit de la mer, en allégeant par un vidage partiel des compartiments de flottaison.

D'autre part, deux chercheurs du Laboratoire d'hydraulique de la Division de génie mécanique, MM. Geoffrey Mogridge et William Jamieson, ont reçu pour mission de déterminer l'effet des vagues sur le monocône, au site de forage.

Selon M. Mogridge, «il fallait déter-

miner les forces que les vagues exerceraient sur le monocône, pendant les forages, et prévoir des tendances éventuelles au chavirement. Bien qu'il soit possible de prédire mathématiquement l'effet des vagues sur des structures simples, la difficulté mathématique était trop grande dans le cas du monocône et seule la simulation par maquette pouvait apporter les réponses désirées.»

«Les vagues produites au cours des expériences simulaient à l'échelle appropriée les conditions possibles dans la mer de Beaufort, soit des hauteurs de vague pouvant aller jusqu'à 12 m, à des profondeurs d'eau variant de 21 à 41 m. Nous avons mesuré, au moyen de six capteurs bien calibrés, les forces dues aux vagues, dans les plans horizontal et vertical, de même que les forces de chavirement. Toutes ces données expérimentales ont été traitées et normalisées au moyen d'un ordinateur programmé à cette fin.»

«A partir de ces données expérimentales, et de leurs connaissances sur la composition du lit de la mer aux sites de forage, les ingénieurs de la Compagnie pétrolière impériale seront à même de concevoir une plate-forme de forage qui ne risquera pas de glisser de côté ou de chavirer sous l'action des vagues.» □

Michel Brochu



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

National Research Council Canada
Conseil national de recherches Canada

**OTTAWA
CANADA
K1A 0R6**

Public Information - Information publique

ADDRESS CHANGE		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	COUNTRY - PAYS
POSTAL CODE POSTAL	FASTEN HERE - SCOLLER ICI

EDITORIAL NOTE

Science Dimension readers will notice several changes in the first issue of 1977; some involve moves to cut costs while others are directed at improving the magazine's primary role: to communicate NRC research to the non-scientific public. The first noticeable difference is in the paper stock — cheaper and less glossy. The layout and printing are changed, evolving into a form that uses more of the available space. The personalized envelopes used to deliver the magazine are gone, representing another cost saving and providing concrete support to NRC's internal energy conservation program (the energy required to produce one dollar's worth of paper is equivalent to one gallon of aviation fuel!). As for the stories themselves, they are shorter and should require less scientific background of the readership. There is a new emphasis on variety, box inserts that enrich the body of the text, graphics that enlarge on a particular aspect of a story, and summaries of other research areas that overlap with the science described. Other changes will take place in future issues as new ideas on increasing the magazine's effectiveness are generated.

NOTE DE LA RÉDACTION

Nos lecteurs remarqueront plusieurs changements dans ce premier numéro de 1977; nous visons ainsi à réduire les coûts et à mieux remplir notre rôle primordial qui est d'informer le public non-scientifique sur la recherche faite au CNRC. Notre papier est maintenant moins dispendieux et moins glacé. La mise en page et l'impression sont modifiées en vue d'un meilleur usage de l'espace disponible. Nous avons supprimé les enveloppes personnalisées dans lesquelles la revue était adressée afin de réduire les coûts et d'appuyer le programme interne de conservation de l'énergie du CNRC (l'énergie nécessaire à la fabrication d'un dollar de papier équivaut à celle contenue dans un gallon de carburant d'aviation!). Les articles eux-mêmes sont plus courts et devraient exiger moins de connaissances scientifiques du lecteur. On insistera davantage sur la variété, sur les encadrés qui enrichissent le texte, sur le graphisme qui illustre un aspect particulier d'un article et, enfin, sur des comptes rendus succincts de travaux de recherche connexes. Nous ferons profiter les prochains numéros des idées nouvelles qui pourraient en améliorer l'efficacité.

CUT - DÉCOUPEZ

DR J E BROWN
NAT SC LIBRARIAN
CISTI
M 55
E 013805 01

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

- PLIEZ VERS L'INTÉRIEUR

FOLD IN

IS YOUR ADDRESS LABEL CORRECT?

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

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

VOS NOM ET ADRESSE COMPORTENT-ILS UNE ERREUR?

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 pour que nous puissions extraire de l'ordinateur les données relatives à votre adresse.

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

CUT - DÉCOUPEZ