

# SCIENCE DIMENSION

1982/4



*Cosmic epitaph/Requiem cosmique*

## CONTENTS

- 4 Firming up continental drift  
... beneath the bottom of the sea
- 10 Bombs away?  
Mediating Mach's mechanics
- 16 Plastic prints
- 18 Corraling maverick nerves  
Damping pathological tremor
- 22 Licenced to heal
- 24 Briefly ...
- 26 Biotechnology  
Bugs at work



(DRAO)

### Cover

A supernova remnant in the constellation Auriga. This is a "false colour" image of the radio waves received by the Penticton telescope.

Editor Wayne Campbell  
Assistant Editor Margaret Shibley Simmons  
Executive Editor Joan Powers Rickard  
Editor French Texts Michel Brochu  
Graphics Coordinator Stephen A. Haines  
Photography Bruce Kane  
Print Coordinator Robert Rickard  
Design Acart Graphic Services Ltd.  
Printed in Canada by Beauregard Press Ltd.  
31159-0-0858

## Cosmic blast waves

The remnants of two supernovas, or exploded stars, were examined recently at the Hertzberg Institute of Astrophysics' Dominion Radio Astrophysical Observatory (DRAO) near Penticton, B.C., using an unusual instrument called an "aperture synthesis" telescope. The instrument uses the earth's rotation to permit four small radio antennas to make observations equivalent to what would be obtained from a single, giant radio "dish" 600 m in diameter.

For some months now, observers at DRAO have turned their instrument to areas of the sky that reveal evidence of the aftermath of a supernova; what they "see" (the telescope receives invisible radiowaves that are converted to visible images) are the blast waves which occur after a massive star ends its life cycle in a runaway nuclear explosion. By studying these supernova remnants some tens of thousands of years after the event, astronomers hope to learn something about the star which so dramatically ended its life, and also about the interstellar gases which were in the vicinity. These clues lead to a better understanding of energy sources in the universe, and the evolution of the cosmos.

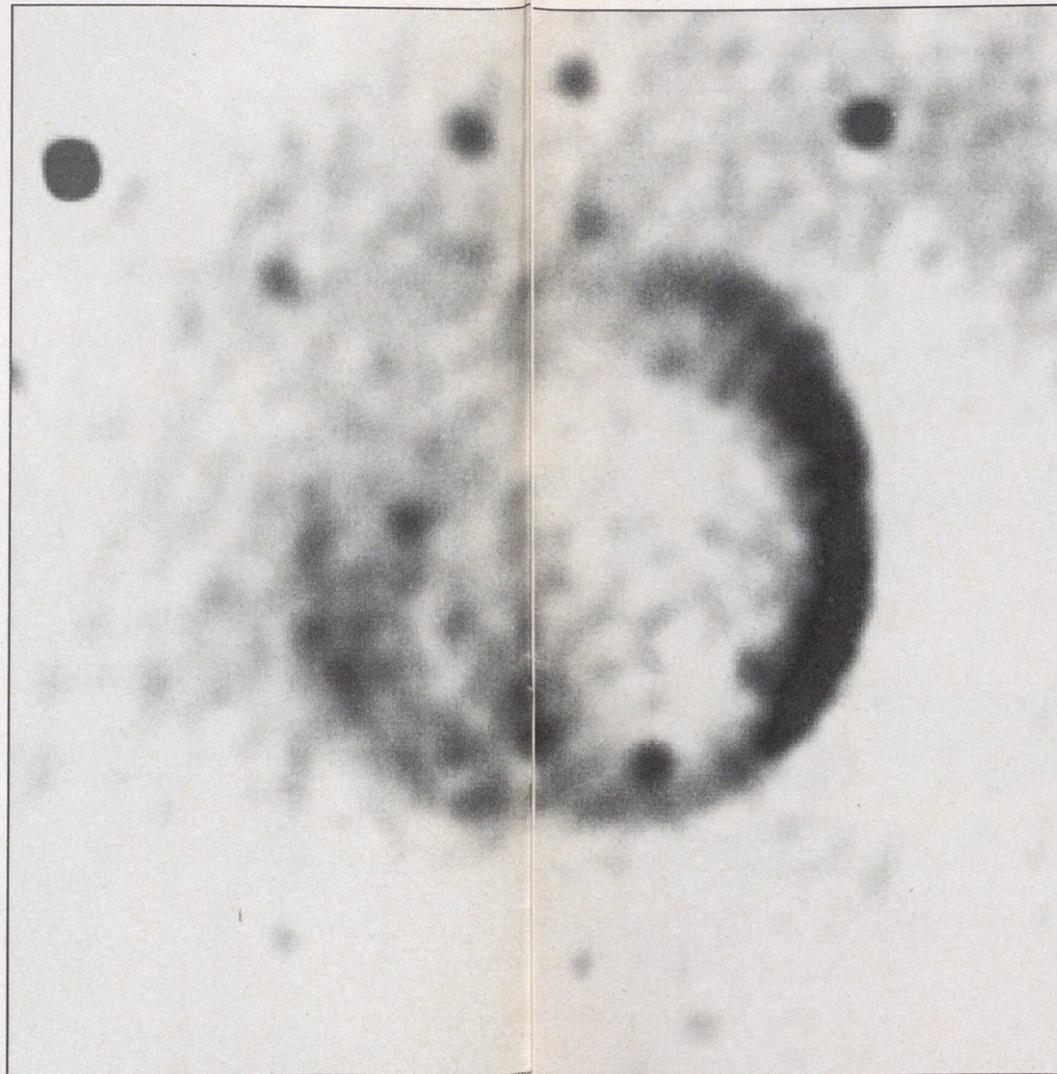
The discoveries made at the Observatory concern two supernova remnants, one in the constellation of Cassiopeia, the other in Auriga. The Cassiopeia remnant, known as CTB 1 (see illustration), shows that the corresponding star probably exploded a few thousand years ago in a region of space where the interstellar gas density was lower than normal. This has resulted in a revision of the distance to the remnant; rather than being 20 000 light-years away, the new Penticton observations have shown that it is a "mere" 6000 light-years distant!

Astronomers from the University of Alberta, working with Observatory scientists, obtained a detailed image of a remnant in Auriga which shows by its shape that the stellar explosion took place near the edge of a rather dense cloud of interstellar gas (see cover illustration). This remnant has been known to be a source of radio emission for many years. In fact, it was detected at the Observatory in the mid-1960's, but these observations are the first to reveal its exceedingly unusual shape. Study of this remnant is certain to reveal interesting details of the environment in which the star exploded many thousands of years ago.

NRC's Penticton telescope is unique in that it provides a series of radio pictures of an area of the sky some twenty times larger than the area of the full moon. Such images enable astronomers to derive temperatures, densities, and motions of the tenuous gases that fill the void between the stars in our Milky Way galaxy. □

**Dr. Lloyd A. Higgs**

*Dr. Higgs is the Director of NRC's Dominion Radio Astrophysical Observatory in Penticton, B.C.*



CTB 1, a supernova remnant in the constellation Cassiopeia is 6000 light-years away from earth. The radiowaves have been converted here to black and white tones.

## Auscultation du passé cosmique

L'Observatoire fédéral de radioastrophysique de l'Institut Herzberg d'astrophysique, de Penticton, C.-B., a récemment étudié les restes de deux supernovae (explosions stellaires) avec ce qu'on appelle un télescope à "ouverture synthétique". En utilisant la rotation de la Terre, cet instrument peut faire avec quatre petites antennes radio les mêmes observations qu'avec un "réflecteur" parabolique géant qui aurait 600 m de diamètre.

Depuis plusieurs mois déjà les astronomes de l'OFRA pointent leur instrument sur des régions de l'espace recelant des indices d'une supernova; ce qu'ils "voient" (il s'agit en fait d'un radiotélescope qui convertit des ondes en images) ce sont les ondes produites par l'explosion nucléaire marquant la fin du cycle évolutif d'une étoile massive. En étudiant ces restes de supernova quelques dizaines de milliers d'années après l'événement, les scientifiques espèrent recueillir des données intéressantes sur l'étoile défunte, ainsi que sur les gaz interstellaires qui l'entouraient, et parvenir éventuellement à percer les mécanismes évolutif et énergétique du cosmos.

Les découvertes de l'observatoire s'appliquent à deux restes de supernovae, l'une dans la constellation de Cassiopee et l'autre dans celle du Cocher. Le premier, CTB 1 (voir illustration), montre que l'étoile correspondante a probablement explosé il y a quelques milliers d'années dans une région de l'espace où la densité des gaz interstellaires était plus faible que la normale. Ceci a conduit à estimer la distance du reste, et les observations de Penticton le confirment, non pas à 20 000 années de lumière comme on le croyait jusqu'ici, mais à 6 000 années.

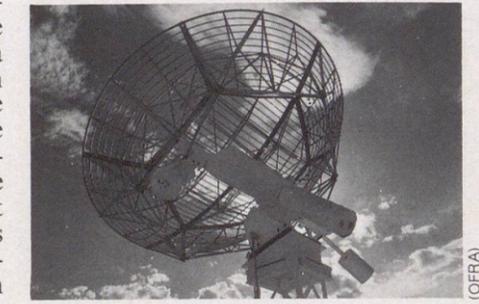
Des astronomes de l'Université de l'Alberta et des scientifiques de l'observatoire ont obtenu une image détaillée d'un reste dans le Cocher qui, par sa configuration, indique que l'explosion s'est produite près du bord d'un nuage de gaz stellaire particulièrement dense (couverture). On sait depuis de nombreuses années que ce reste est une radiosource. L'observatoire l'avait d'ailleurs détecté au cours des années soixante mais les présentes observations sont les premières qui mettent en évidence sa configuration excessivement inhabituelle. Il ne fait aucun doute que son étude apportera d'intéressantes précisions sur l'environnement de l'étoile au moment de son explosion il y a des milliers d'années.

Ce qui singularise le télescope de Penticton c'est qu'il fournit une série d'images radio d'une région du ciel correspondant à une surface vingt fois supérieure à celle de la pleine Lune. Grâce à elles, les astronomes sont en mesure de déterminer les températures, les densités et les mouvements des gaz raréfiés que l'on trouve dans le vide qui sépare les étoiles de la Voie lactée. □

Texte français : Claude Devismes

## SOMMAIRE

- 5 Dérive des continents  
La preuve fondamentale
- 11 Bombes larguées?  
Échec à Mach
- 17 Des empreintes plastifiées
- 19 L'amortissement des  
tremblements pathologiques  
Des nerfs récalcitrants mis au pas
- 23 Échec à l'herpès
- 25 En bref ...
- 27 La biotechnologie  
Des micro-organismes à l'oeuvre



(OFRA)

### Notre couverture

Reste de supernova de la constellation du Cocher. Il s'agit ici d'une image en "fausses couleurs" des ondes radio reçues par le télescope de Penticton.

Rédacteur en chef Wayne Campbell  
Adjointe à la rédaction Margaret Shibley Simmons  
Rédacteur exécutif Joan Powers Rickard  
Editeur (textes français) Michel Brochu  
Coordonnateur (graphiques) Stephen A. Haines  
Photographie Bruce Kane  
Coordonnateur de l'impression Robert Rickard  
Conception graphique Acart Graphic Services Inc.  
Imprimé au Canada par Imprimerie Beauregard Ltée  
31159-0-0858

## Evidence from the Ocean floor Firming up continental drift

At Dalhousie University in Halifax, Nova Scotia, geologists Dr. James Hall and Dr. Paul Robinson are studying rocks retrieved from one of the Earth's least accessible places — far below the bottom of the sea. This work, supported by the Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC), has taken them to Cyprus to examine a very unusual mountain range. It is made out of ancient ocean floor.

Freezing rain, gusts of wind . . . an exhilaratingly miserable February morning in Halifax. The roads and buildings of Dalhousie University are ice-varnished. Here, in an office whose walls are hung with maps of the world's oceans, photos of geologists clambering over crags, and research ships at sea, Jim Hall serves coffee to a drenched visitor. On the table there are several smooth cylinders of rock. These are drill cores; much of Hall's formidable energies have been concentrated on wresting samples such as these from the least accessible of all parts of the globe, the three-quarters of

its surface that lies beneath the ocean. In the 1950's, when Hall was a student, it was known that the ocean basins were deep depressions floored with heavy rock. That was about it. The only answers to questions such as why the oceanic crust differs from the continental crust or how the sea floors formed were conjectural. The reason: between geologist and geology there lay a daunting barrier — an ocean several kilometres deep.

Hall started out as a land geologist doing field work in his native Britain and in Africa, using magnetism to date young volcanic rocks by applying the new techniques of paleomagnetism. What caused him to be, as he puts it, "bitten by the bug of the ocean floor" was a revolution, an intoxicatingly exciting and almost literally earth-shaking one.

He and a whole generation of earth scientists learned during the early 1960's to see the planet in an entirely new way. Continents and oceans, once thought of as fixed, were seen to be riding on rigid slabs or plates that make up the Earth's outermost shell.

Ponderously jostling one another, these mighty plates form the surface of our world. Where they collide, crust crumples and mountains rise. Where they diverge, the sea floor spreads and new crust is formed. The public has come to know of these new geological ideas under the name "continental drift."

Some of the most compelling evidence for the theory of global plate tectonics (i.e. the science of plate movement and structure) came from magnetic studies of the ocean floor. Research ships cruising on top of the globe's most awesome mountain chain, the 65 000 km long submarine range that winds through all the oceans, charted striking and anomalous magnetic patterns — long stripes of ocean floor alternately weaker or stronger in magnetic strength than expected. In 1963 two British geophysicists accounted convincingly for these puzzling stripes by showing that they would indeed be formed if the Mid-Oceanic Ridges were the seams between diverging plates and the birth places of new ocean floor.

## Preuve abyssale Dérive des continents

À l'Université Dalhousie, à Halifax, en Nouvelle-Écosse, les Drs James Hall et Paul Robinson étudient des échantillons de roches provenant de l'un des endroits les moins accessibles de la Terre, ces prélèvements ayant été effectués à grande profondeur dans les fonds océaniques. Ce travail, financé par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG), les a conduits à Chypre pour étudier une chaîne montagneuse d'aspect particulièrement inhabituel. Elle a été en effet formée par ce qui était à l'origine la matière constituant le fond des océans.

Pluie verglaçante, rafales de vent . . . caractéristiques d'un matin de février particulièrement désagréable à Halifax. Les routes et les bâtiments de l'Université Dalhousie sont couverts d'un vernis de glace. C'est ici, dans un bureau aux murs couverts de cartes de tous les océans du globe, de photos de géologues escaladant des crags (formations rocheuses déchiquetées et escarpées), et de navires de recherche océanographique, que Jim Hall sert le café à un visiteur transi. Son extraordinaire énergie

a dû être mise à contribution pour arracher du fond des océans les cylindres de roche à la paroi parfaitement lisse que l'on remarque sur la table. Ce sont des échantillons provenant de la partie la plus difficilement accessible du globe puisqu'il s'agit du fond des étendues marines qui représentent 75% de sa surface.

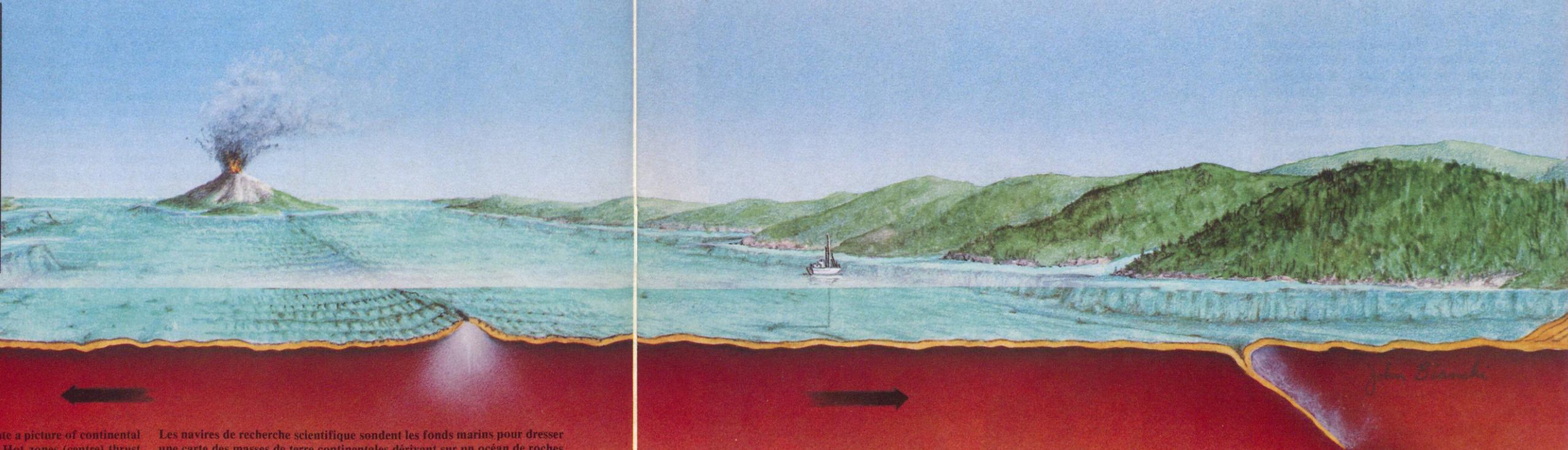
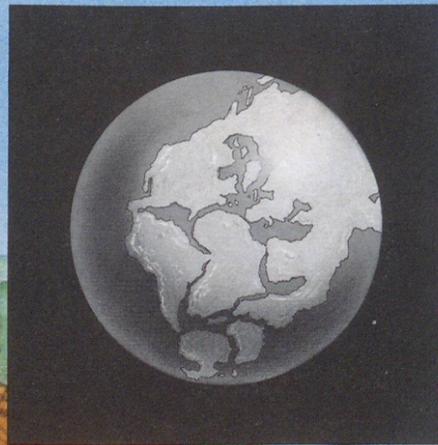
Quand Hall était étudiant, dans les années cinquante, on savait déjà que les bassins océaniques sont des dépressions profondes à la base constituée de roches denses mais c'était à peu près tout. On ne pouvait que conjecturer sur la cause des différences observées entre la croûte océanique et la croûte continentale ou sur la formation des fonds océaniques parce qu'une barrière formidable de plusieurs kilomètres d'eau sépare le géologue de l'objet de sa science.

Hall a commencé à faire de la géologie dans son Angleterre natale, puis en Afrique, en se servant des nouvelles techniques du paléomagnétisme pour dater les jeunes roches volcaniques. Ce qui a déclenché "cette passion pour l'étude des fonds océaniques" (ce sont là ses propres termes), c'est une révolu-

tion que l'on pourrait presque qualifier de sismique.

Il était en effet amené au début des années soixante, avec une génération entière de spécialistes des sciences de la Terre, à réexaminer notre planète sous un angle entièrement nouveau en découvrant que les continents et les océans, jusqu'alors considérés comme immobiles, reposaient en réalité sur les gigantesques dalles ou plaques rigides qui constituent l'écorce terrestre et la surface de notre planète. Ces plaques massives s'entrechoquent et à leur point de collision la croûte se plisse et des chaînes de montagnes surgissent, alors que là où il y a disjonction le fond marin subit une expansion et on assiste à la création d'une nouvelle croûte. Le grand public a maintenant entendu parler de cette évolution des théories géologiques avec ce qu'on appelle la "dérive des continents".

C'est en étudiant les fonds océaniques que l'on découvre quelques-uns des indices les plus convaincants de la validité de la théorie dite de la tectonique globale (science du mouvement des plaques et de leur structure). Les navires océa-



Research vessels have probed the sea floor to create a picture of continental land masses adrift on an ocean of molten rock. Hot zones (centre) thrust cooler crust material aside (arrows) until it encounters another firm segment. The collision site is marked by mountain building as the crustal plates buckle and fold. Beneath the mountains one plate plunges back into mantle (right) while the emerging material rises above the sea in the form of a volcanic island. Modern continents began 180 million years ago with the fragmenting of the supercontinent Pangaea (insert).

Les navires de recherche scientifique sondent les fonds marins pour dresser une carte des masses de terre continentales dérivant sur un océan de roches en fusion. Les zones chaudes (au centre) expulsent le matériau crustal plus froid sur les côtés (flèches) jusqu'à ce qu'il vienne en contact avec un autre segment solide. Le point de collision est matérialisé par une formation montagneuse à mesure que les plaques crustales flambent (se déforment) et se plissent. En dessous des montagnes, une plaque replonge dans le manteau (à droite), tandis que le matériau émergent s'élève au-dessus de la mer sous la forme d'une île volcanique. La formation des continents modernes a commencé il y a 180 millions d'années avec la fragmentation du supercontinent que Wegener a appelé la Pangée (encadré).

Consider, for instance the Mid-Atlantic Ridge. From here, at about 2 cm per year, the North American plate (on which Canada rides) moves away from the Eurasian plate; all along this ridge, as fissures gape in the spreading sea floor, lava rises. Sometimes these undersea eruptions rise above the waves; in 1963 the cook of a fishing boat saw the sea boil up as Surtsey, a new volcanic island, was born just off the shore of Iceland. As molten lava cools it is magnetized by the Earth's field; thus, frozen into ocean floor rock there is a record of compass readings from the past. Welded to the trailing edge of the departing plates, new rock begins its slow journey away from its birth place. Spread across the ocean floor, then, are fossil compass readings, magnetic patterns which map, in space, a temporal history of the Earth's varying, wobbling, flipping magnetic field.

In 1971, Jim Hall came to Canada to teach at Dalhousie University and to investigate the ocean floor. He sailed out of Halifax that year on board the research ship *Hudson*, seeking data with which to test the new ideas about sea floor spreading. But the *Hudson's* dredge can only skim small rock samples from the bottom of the sea and provides no way to pinpoint where these samples came from. To get hard facts, Hall learned on his first marine geology field trip, one has to drill.

A year later, Hall and his colleagues began drilling into ocean floor from the margin of the mid-Atlantic volcanic islands: Bermuda in 1972, and in the following year, San Miguel in the Azores (where, quite literally, they got into hot water: their borehole pierced a reservoir of geothermal steam which is now being harnessed for electric power). In 1974 he was on board the deep ocean drilling ship *Glomar Challenger* when, for the first time, its drill string probed downwards through 3 km of ocean, through a thin veneer of muddy sediments, and then some 600 m into basaltic ocean crust. In 1978 he and his co-workers set up a temporary field laboratory in Iceland, and there, all summer long they examined rock cores that were being recovered by a drill rig from Noranda, Quebec; the cores presented a continuous, vertical profile of 3.5 km of sea floor.

Drilling ever deeper, from ships and from shore, organizing ever larger scientific teams, raising funds for ever larger budgets, publishing extensively, Hall became a driving force in marine geology. Much has been learned from the efforts of Hall and of scientists from many countries whom he has



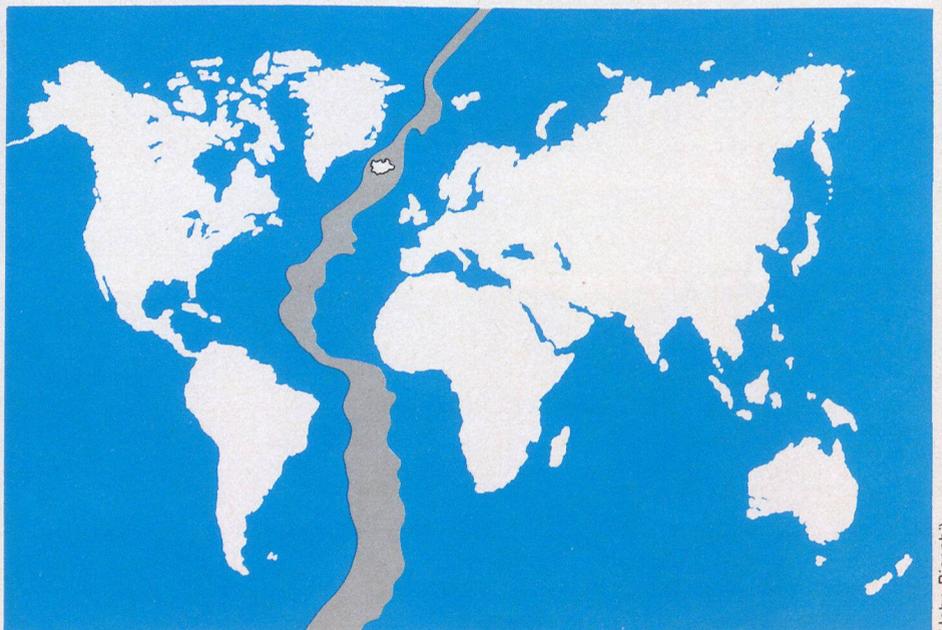
(Dalhousie University) (Université Dalhousie)

James Hall examines a map of Iceland indicating where the Mid-Atlantic Ridge emerges from the sea.

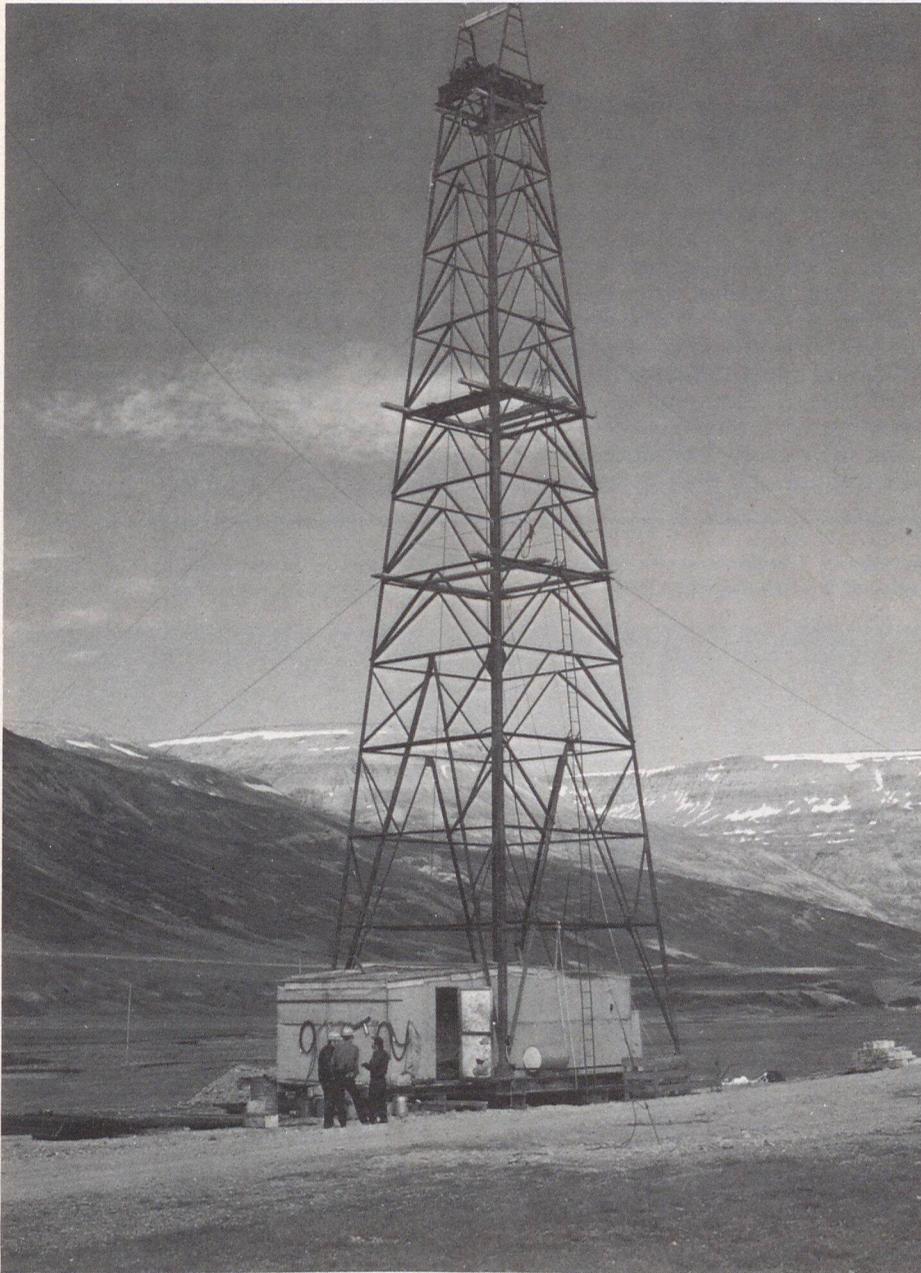
James Hall examine une carte de l'Islande indiquant où la dorsale médio-atlantique émerge de la mer.

Oceanic ridges, especially the spine of mountains bisecting the floor of the Atlantic, provided the most vivid clue leading to the continental drift model.

Ce sont les dorsales océaniques, et tout spécialement celle qui bissecte le fond de l'Atlantique, qui ont fourni les indices qui militent le plus en faveur du modèle de la dérive des continents.



(John Bianchi)



À défaut de pétrole, cet atelier de forage situé en Islande a ramené des échantillons rocheux qui illustrent le mécanisme de la dérive des continents.

Instead of oil, this drilling rig in Iceland brought up rock samples illustrating the mechanism of continental drift.

En 1971, Jim Hall est venu au Canada pour enseigner à l'Université Dalhousie et pour étudier les fonds marins. Il appareillait la même année d'Halifax à bord du navire océanographique *Hudson*, à la recherche de données qui permettraient de vérifier la validité des nouvelles théories relatives à l'expansion du fond des mers. Mais la drague de l'*Hudson* ne peut ramasser que de petits échantillons de roches se trouvant sur le sol marin sans pouvoir les localiser avec précision. Hall devait apprendre au cours de sa première expédition géologique marine que pour obtenir des données sûres il faut forer.

Aidé de ses collègues, il entreprenait l'année suivante des forages en partant de la marge des îles volcaniques médio-atlantiques, soit aux Bermudes en 1972 et à San Miguel aux Açores en 1973 (où ils se retrouvèrent littéralement dans l'eau bouillante, leur sondage ayant percé un réservoir de vapeur qui est maintenant en voie d'être utilisé pour produire de l'énergie électrique). Il se trouvait à bord du navire de forage *Glomar Challenger*, en 1974, quand pour la première fois le carottier atteignit une mince couche de sédiments boueux après avoir franchi 3 km d'océan, puis la croûte basaltique qu'il forait sur quelque 600 m d'épaisseur. Toujours avec ses collaborateurs, il mit en place en Islande, en 1978, un laboratoire de campagne temporaire où ils étudièrent pendant tout l'été des carottes de roche prélevées à l'aide d'un appareil de forage de Noranda (Québec) et représentant une coupe verticale continue de 3,5 km de fond marin.

Atteignant des profondeurs encore plus grandes, en mer et à terre, organisant des équipes scientifiques toujours plus importantes, recueillant des fonds pour des budgets sans cesse croissants, publiant sans arrêt, Hall devint une cheville ouvrière dans le domaine de la géologie sous-marine. Ses efforts, et ceux des scientifiques de nombreux pays qu'il a aidés à s'organiser en un groupe connu sous le nom d'International Crustal Research Drilling Group, ont permis d'apprendre beaucoup de choses.

Si l'on examine une carotte de roche du fond marin on peut voir à son sommet une fine couche de sédiments, suivie d'épanchements de lave à structure en coussins, de formes bombées et fréquemment de cette couleur violacée de la lave qui s'est refroidie sous l'eau; puis, des dykes feuilletés, c'est-à-dire du basalte solidifié évoquant les cartes d'un

nographiques qui ont exploré la plus impressionnante chaîne montagneuse sous-marine de la planète, longue de 65 000 km et traversant tous les océans, ont relevé d'intrigantes anomalies et configurations magnétiques qui revêtent la forme de longues bandes de sol marin ayant une intensité magnétique tantôt plus faible, tantôt plus forte que prévue. En 1963, deux géologues britanniques réussirent à démontrer qu'elles devaient effectivement être présentes si les dorsales médio-océaniques représentaient le point de jonction entre des plaques divergentes et le renouvellement du fond océanique.

Examinons, par exemple, la dorsale médio-atlantique. La plaque nord-américaine (sur laquelle se trouve le Canada) s'éloigne de la plaque eurasiennne au rythme d'environ 2 cm par an; les fissures qui apparaissent dans le fond

marin en expansion le long de cette dorsale sont comblées à mesure par des montées de lave. Il arrive parfois que ces éruptions sous-marines atteignent la surface et c'est ainsi qu'en 1963 le cuisinier d'un bateau de pêche, voyant la mer bouillonner, assista à la naissance, non loin des côtes de l'Islande, d'une nouvelle île volcanique, appelée Surtsey. Comme le magnétisme terrestre s'inscrit dans la lave pendant qu'elle se refroidit, nous disposons dans le substratum rocheux des océans d'un enregistrement du passé magnétique de la planète. Soudée au bord de fuite des plaques dérivantes, la roche nouvellement formée amorce le voyage qui l'éloigne lentement du lieu qui l'a vu naître avec les configurations magnétiques qui correspondent, spatialement, à l'histoire temporelle des nombreuses fluctuations du champ magnétique terrestre.

(Université Dalhousie) (Dalhousie University)

helped organize into the International Crustal Research Drilling Group.

Looking at a typical rock core from the ocean floor one sees, at its top, a thin layer of sediments; under this come the pillow lavas, rounded, often purple shapes characteristic of lava cooled underwater; then, the sheeted dykes — basalt frozen like so many playing cards in the fissures characteristic of a spreading sea floor; below, the greenish, coarse-grained gabbro, lava which never reached the surface but froze here at depth; and in the mysterious regions lying still deeper, the heavy rock of frozen magma chambers and of the mantle.

Hall and his scientific partners have become adept at reading the messages written in such cores and in numerous papers they have reported their surprising interpretations:

- The outpouring of lava that forms the ocean floor, for instance, is not continuous; major eruptions occur once every 10 000 years or so, each fed by lava from a distinct magma chamber.
- Drill cores tell of volcanoes fighting to rise above the waves only to sink again and again beneath the weight of accumulating lava.
- One of the biggest surprises — the oceanic crust has been tilted, rotated, and structurally distorted.
- And, though the fact of sea floor spreading has been well established, no source has yet been found for the strange magnetic stripes. Drills probing for details within an anomalously magnetized block of crust reveal not the uniformly magnetized rock expected but instead a magnetic jumble.

The ocean floor, in short, is far more complicated than the tidy picture sketched by plate tectonics theory a decade ago. "After years of drilling merrily away," says Hall, "we failed to find the simple patterns we were looking for."

Usually when Hall says "we" he is referring to his close friend and collaborator, Paul Robinson. They met on board the *Glomar Challenger*, found they both were bitten by the ocean floor bug, and have since productively melded their specialities: Hall is an expert on rock magnetism, Robinson on structure and geochemistry. Robinson has taken three years leave from the University of California to work alongside Hall.

For Hall and Robinson, their next scientific expedition to study the ocean floor is not over water, but on land — the island of Cyprus. With the help of almost \$2 million from science funding agencies in other countries, from Canada's Natural Sciences and Engi-

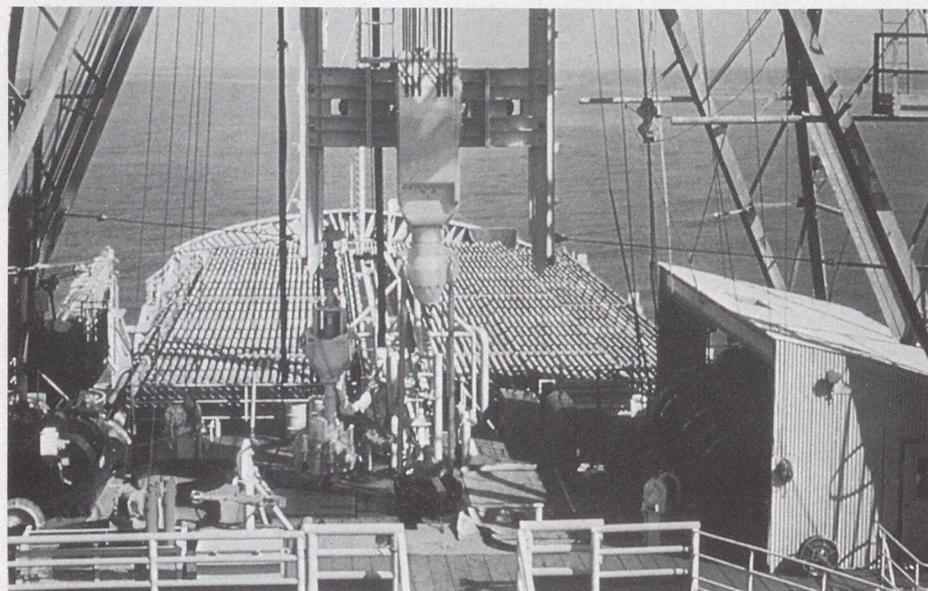
## NSERC

Apart from the operating grant that Jim Hall receives from the Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) to keep his university laboratory running, he also gets what is known as a strategic grant. This added funding is provided because Dr. Hall's research is in one of the areas that NSERC has identified as vital to the national interest: oceans (the others are energy, communications, agriculture, environmental toxicology, and the recently introduced area of biotechnology). Hall is no stranger

to the study of rock samples retrieved from kilometres below the ocean floor, as a cursory glance back on his work reveals. A decade ago, he and fellow Dalhousie University Professor Fabrizio Aumento led a project on the scientific research ship *Glomar Challenger* that featured an international team of scientists drilling for seafloor rock samples along the Mid-Atlantic Ridge; this spine of undersea mountains runs down the central part of the Atlantic ocean. That work was also funded by NSERC when it functioned as NRC's Office of Grants and Scholarships.

The *Glomar Challenger* at sea — site of the forging of the Hall-Robinson collaboration.

En mer, avec le *Glomar Challenger* où s'est forgée la collaboration entre Hall et Robinson.



neering Research Council and the International Development Research Centre, Hall and Robinson, a Canadian drilling crew, and an international team of almost 100 earth scientists are now at work on the eastern Mediterranean island. They are recovering more than 4 km of drill core from a chunk of ocean floor which somehow, during the collision between the African and Eurasian plates, was thrown onto the island of Cyprus, where it is known as the Troodos mountains.

It is an ambitious project. The plan includes investigating what Robinson calls "the plumbing system" beneath an exhausted copper mine. Hot springs on the ocean floor become, when fossilized, the ore bodies such as Cyprus was famed for in antiquity (the words "Cyprus" and "copper" in fact, are synonymous) and many of those we mine today. Such studies may well lead to predictions of where ore occurs, and

perhaps to new prospecting tools. It is probable that drilling below the Troodos range will also yield information on underground reserves of water, a precious commodity on semiarid Cyprus. As well, earth scientists from many Third World countries have been invited to attend eight-week-long training sessions in Cyprus, to learn about Canadian diamond drilling, groundwater exploration, and marine geology.

The overriding goal, of course, is to find more facts about the ocean floor, and with them as raw material, to attempt the feat that challenges all scientists — to add new ideas to our stock of truths. □

## Séan McCutcheon

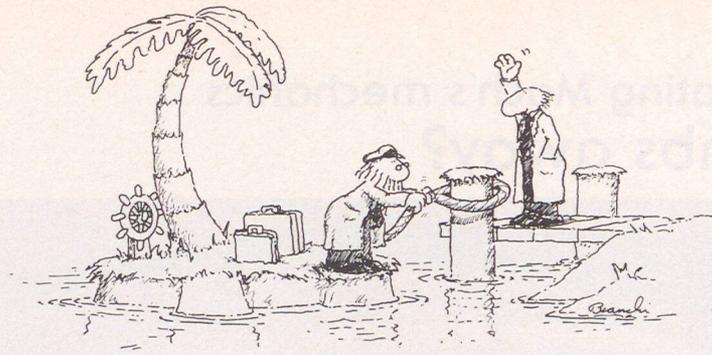
*Séan McCutcheon is a freelance writer working in Montréal.*

jeu de cartes emprisonnées dans les fissures caractéristiques des fonds marins en expansion; vient ensuite de la lave n'ayant jamais pu atteindre la surface, le gabbro verdâtre à gros grains qui s'est solidifié dans les profondeurs; enfin, dans les mystérieuses régions situées à plus grande profondeur, on arrive à la roche dense des chambres de magma solidifié et du manteau.

Hall et ses collaborateurs scientifiques déchiffrent maintenant avec facilité les messages que recèlent ces carottes et ils ont communiqué leurs étonnantes conclusions dans les nombreuses communications qu'ils ont publiées:

- Les effusions de lave qui forment les fonds océaniques ne sont pas continues comme on pourrait le penser; il ne se produit d'éruptions majeures que tous les 10 000 ans environ, chacune de celles-ci étant alimentée par de la lave provenant d'une chambre magmatique différente.
- Les carottes témoignent de la lutte que les volcans ont dû livrer pour surgir des vagues avant de sombrer et surgir de nouveau, en un cycle sans fin, sous le poids de la lave accumulée.
- Une des découvertes les plus surprenantes est que la croûte océanique a subi des basculements, des rotations et des déformations structurales.
- Bien que l'on soit parvenu à démontrer la réalité de l'expansion des fonds marins, l'origine des étranges bandes magnétiques n'a pas encore été expliquée. Les sondages effectués dans un morceau de croûte présentant une anomalie magnétique n'ont pas permis de confirmer la magnétisation uniforme attendue, révélant au contraire un méli-mélo magnétique.

En résumé, le fond des océans est infiniment plus compliqué que le schéma



ordonné que nous donnait il y a dix ans la théorie de la tectonique des plaques. "Après des années de forage, nous n'avons pas encore mis en évidence les configurations simples que nous recherchions", précise Hall.

Pour Hall, "nous" désigne deux personnes, lui-même et son ami et collaborateur Paul Robinson. Ayant découvert, après s'être rencontrés sur le *Glomar Challenger*, qu'ils étaient tous deux des mordus de la géologie sous-marine, ils décidèrent de combiner leurs compétences. Hall est un expert du magnétisme des roches et Robinson des structures et de la géochimie. Robinson a obtenu un congé de trois ans de l'Université de Californie pour travailler avec Hall.

Leur nouvelle campagne d'étude des fonds marins ne se déroule pas sur mer mais sur terre, et plus précisément dans l'île de Chypre. Bénéficiant d'une aide atteignant presque 2 millions de dollars d'organismes de financement scientifique étrangers, du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, et du Centre de recherches pour le développement international, Hall et Robinson, une équipe de sondage canadienne, et une équipe internationale composée de quelque cent scientifiques spécialistes des sciences de la Terre travaillent actuellement sur cette île de l'est de la Méditerranée. Ils prévoient de

recueillir plus de 4 km de carottes provenant d'un bloc de sol marin qui, on ne sait trop comment, a été précipité au cours d'une collision entre les plaques africaine et eurasienne sur l'île de Chypre où il est maintenant connu sous le nom de massif volcanique Troódos.

Il s'agit certes d'un projet ambitieux comprenant l'investigation de ce que Robinson appelle le "réseau d'adduction" situé sous une mine de cuivre désaffectée. En se fossilisant, les sources chaudes du sol marin deviennent des gisements de minerais comme ceux qui ont fait la célébrité de Chypre dans l'antiquité ("Chypre" et "cuivre" sont des synonymes) et certains de ceux que nous exploitons aujourd'hui. Ces études nous permettront peut-être de déceler des gisements et de nous doter de nouveaux outils de prospection. Il est également probable qu'en effectuant des forages sous la chaîne montagneuse Troódos on pourra évaluer les réserves souterraines d'eau car l'eau est précieuse sur cette île semi-aride qu'est Chypre. Des scientifiques de nombreux pays du Tiers-Monde ont également été invités à des séances de formation de huit semaines à Chypre pour se familiariser avec les méthodes canadiennes de sondage au diamant, de prospection des nappes d'eau souterraines et de géologie sous-marine.

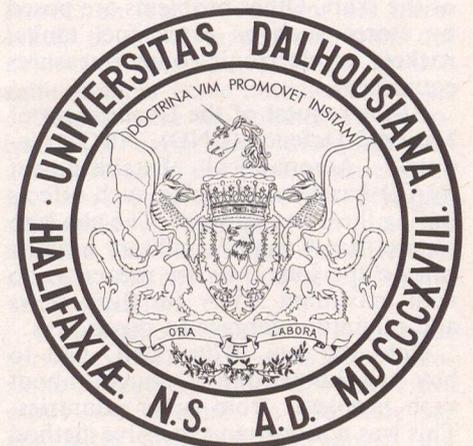
L'objectif ultime étant, bien entendu, de recueillir de nouvelles données sur les fonds marins pour être en mesure de relever le défi qui confronte tous les scientifiques: enrichir notre patrimoine de connaissances. □

Texte français: Claude Devismes

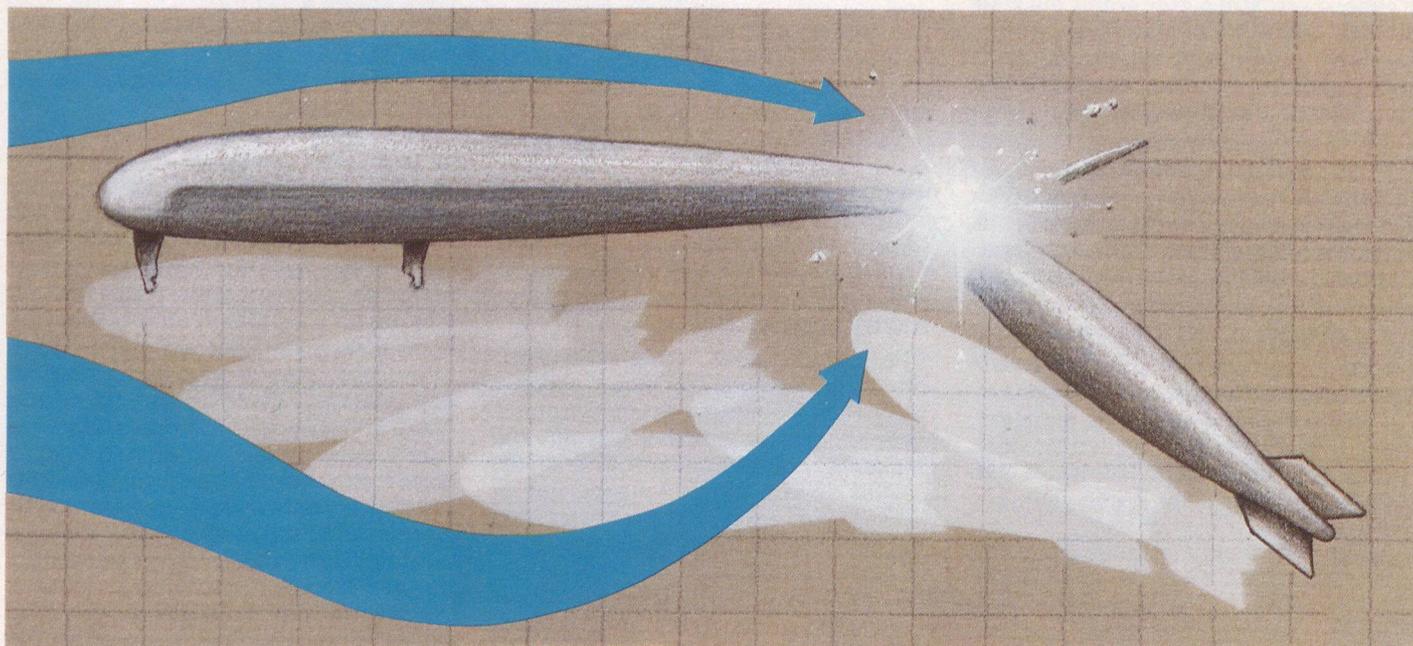
## CRSNG

En plus de la subvention pour dépenses courantes de recherche que lui verse le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) pour l'exploitation de son laboratoire universitaire, Jim Hall bénéficie également de ce que l'on appelle une subvention thématique. Ces fonds additionnels sont mis à sa disposition parce que les travaux de recherche du Dr Hall tombent dans l'un des domaines que le CRSNG considère comme d'intérêt vital pour le pays. Il s'agit en l'occurrence des océans (les autres étant l'énergie, les télécommunications, l'agriculture et la toxicologie de l'environnement, et le tout nouveau domaine de la biotechnologie).

Comme le révèle un examen rapide de ses travaux, Hall n'est pas un nouveau venu dans l'étude des échantillons de roche prélevés à des kilomètres de profondeur dans le sol océanique. Il y a dix ans, avec son collègue de l'Université Dalhousie, le professeur Fabrizio Aumento, il a dirigé une campagne de forage avec l'aide du navire océanographique *Glomar Challenger* et avec la participation d'une équipe internationale de scientifiques pour recueillir des échantillons rocheux du fond marin le long de la dorsale médio-atlantique, chaîne de montagnes sous-marines qui traverse le centre de l'océan Atlantique. Ces travaux étaient également financés par le CRSNG, alors appelé Bureau des subventions et bourses du CNRC.



## Mediating Mach's mechanics Bombs away?



(John Bianchi)

At the speeds at which modern fighter aircraft travel, approaching or even exceeding the speed of sound, strange things sometimes happen if they're loaded with externally carried cargo (usually fuel tanks, bombs, or other weapons). The pilot finds the aircraft difficult to fly, it loses stability, and severe vibrations occur. Sometimes these vibrations become so violent that they are uncontrollable, developing into what aerodynamics scientists call "flutter," and lead to break-up of the vehicle.

When stores (in military parlance, anything carried externally by a military aircraft) are released near the speed of sound (transonic speeds), a whole new set of problems can arise. It's even possible for something as heavy as a bomb, after falling a metre or so, to rise as the aircraft moves ahead, and collide with the tail section of the craft. Other problems are posed by stores such as extra fuel tanks, rockets, or electronic countermeasures equipment.

At the request of the Department of National Defence (DND), NRC's National Aeronautical Establishment (NAE) has been studying such effects during the past two years. The aim is to ensure that Canada's military aircraft can do the jobs they are meant to do with maximum safety for their crews and minimum damage to themselves.

Until the late 1970s, DND had to buy the knowledge it sought about such problems from other countries. This was not only an expensive method

of problem solving, it was not very far-sighted. A contract had to be drawn up for every individual problem encountered, and DND had not identified a Canadian group to deal with problems that were unique to Canada.

The NAE efforts are part of an overall program to acquire complete Canadian capability for what it calls "stores clearance," meaning the safe carriage and release of external stores on aircraft. This involves, besides NAE, Canadair and, of course, DND itself.

NAE calls its project Aircraft External Stores Clearance. More and more military aircraft stores are being carried externally these days, because most of them are so big in relation to the aircraft that they cannot be carried inside.

"We're concerned mainly with the external stores problems of military strike aircraft in this laboratory," says Dennis Brown, of NAE, "the kind of stores that extend the range of the aircraft, or are part of its weapons system."

Aircraft weapons were first carried outside the aircraft fuselage (body) in the early days of aerial warfare. Later, particularly during the Second World War, they were carried inside; bombs, for example, were dropped out of bomb-bays. But, as high-thrust engines became available, the weapons could be shifted outside and carried in considerable numbers, mainly from pylons attached to the lower surface of the wings.

Airflow around underwing containers can cause them to loft when released and strike the aircraft.

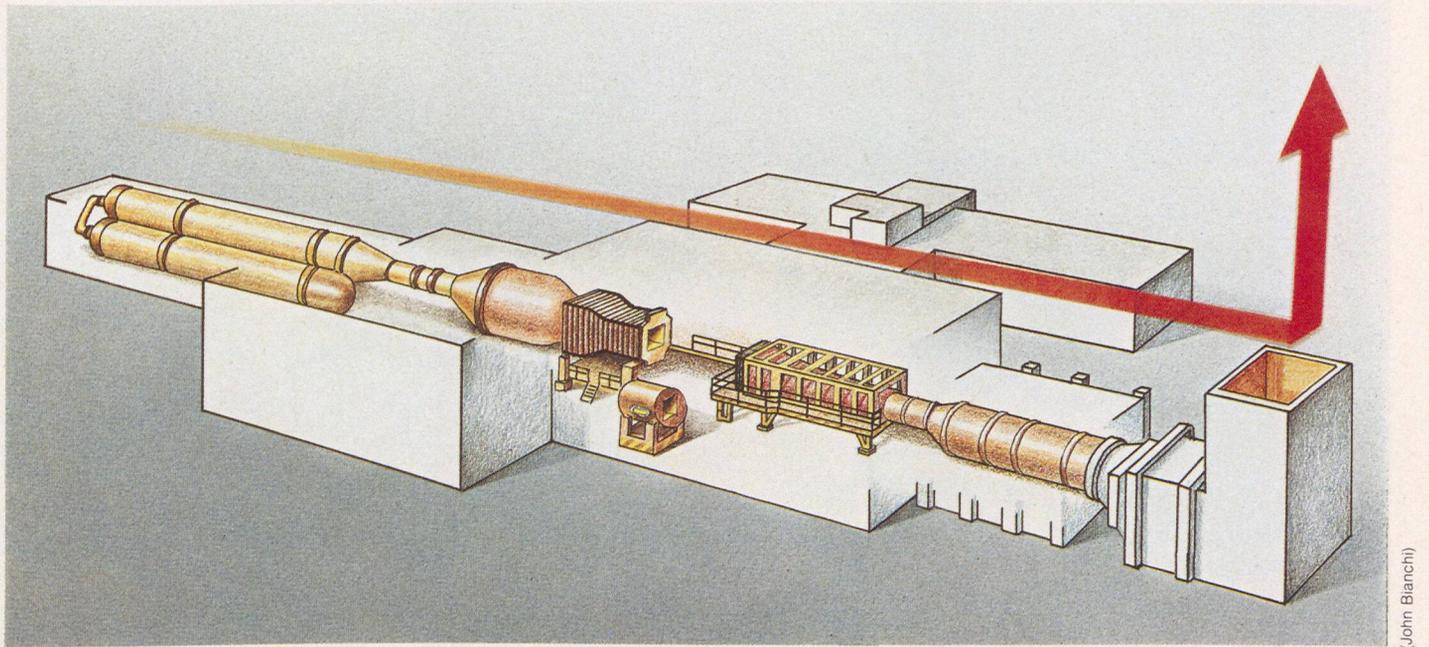
L'écoulement aérodynamique autour des charges externes peut provoquer la remontée de la charge après son largage et sa collision avec l'avion.

Problems became evident when the speed at which such stores were carried and released became progressively higher. Large and unexpected aerodynamic forces were generated, which caused instabilities and even break-up of aircraft during carriage; another hazard was tumbling and collisions between bombs and aircraft after release. Even without external stores, aircraft travelling at around the speed of sound experienced problems, but carrying stores made the problems worse.

NAE's approach to the solution of such problems is partly theoretical and partly experimental. Some of the experiments are carried out with models in a wind tunnel to measure the aerodynamic characteristics of the shapes of the stores to be carried. This is done using models of the aircraft and their cargoes; force-measuring devices are installed in the models to determine what happens under simulated flying conditions. The results can be scaled up to show what would happen in actual flight conditions, and the approximation can be a good one according to Dr. Brown.

He uses the word "approximation" because, of course, conditions with models in wind tunnels are not exactly the same as those found in flight. For

# Échec à Mach Bombes larguées?



Il se produit parfois d'étranges phénomènes lorsque les chasseurs à réaction modernes approchent ou dépassent la vitesse du son avec des charges externes comme des réservoirs de carburant, des bombes ou d'autres armes. Le pilotage devient difficile, l'appareil perd sa stabilité et est soumis à des vibrations intenses. Celles-ci sont parfois si violentes qu'elles deviennent incontrôlables et qu'elles conduisent à la désintégration de la machine après passage par un stade intermédiaire que les aérodynamiciens appellent le flottement (flutter).

Lorsque les charges externes d'un avion de combat sont larguées à des vitesses approchant la vitesse du son, toute une série de problèmes entièrement nouveaux peut apparaître. Il est même possible qu'après son largage un objet aussi lourd qu'une bombe remonte et heurte la partie arrière de l'avion. D'autres problèmes sont posés par des charges comme les réservoirs supplémentaires de carburant, les roquettes, ou l'équipement de contre-mesures électroniques.

L'Établissement aéronautique national (ÉAN) du Conseil national de recherches s'est attaqué il y a deux ans à l'étude de ces problèmes sur la demande du ministère de la Défense nationale (MDN). L'objectif est de s'assurer que l'aviation militaire canadienne peut accomplir sa mission avec un maximum de sécurité pour ses équipages et un minimum de dommage aux machines.

Jusque vers la fin des années 70, le MDN devait s'adresser à l'étranger pour obtenir les connaissances dont il avait besoin dans ce domaine et c'était non seulement une solution coûteuse mais également à courte vue. Il fallait rédiger un contrat pour chaque cas et le MDN n'était pas parvenu à trouver une seule compagnie canadienne qui soit en mesure d'étudier les problèmes spécifiquement canadiens.

Les travaux de l'ÉAN entrent dans le cadre d'un programme global visant à acquérir une compétence canadienne absolue pour ce qu'il appelle "l'emport et le largage des charges", c'est-à-dire le transport et le largage en toute sécurité des charges accrochées sous les aéronefs. Outre l'ÉAN, Canadair, et bien entendu, le MDN, participent à ces travaux.

L'ÉAN appelle son projet "Aircraft External Stores Clearance". Un nombre croissant de charges militaires sont aujourd'hui accrochées sous les avions parce qu'elles sont trop volumineuses pour être placées à l'intérieur des machines.

Écoutons Dennis Brown de l'ÉAN: "Ce laboratoire s'intéresse surtout aux problèmes que crée l'emport de charges externes qui prolongent le rayon d'action d'un avion militaire ou qui font partie de ses systèmes d'armes."

On a commencé pour la première fois à accrocher des armes à l'extérieur du fuselage des avions dès les débuts de la guerre aérienne. Par la suite, et notamment au cours de la Seconde Guerre mondiale, les bombes furent

Ohman et ses collègues soumettent des charges externes à des essais de rendement dans la soufflerie à hautes vitesses du CNRC située près de l'Aéroport international d'Ottawa. Les maquettes sont placées dans la veine d'essai (isolée au centre) et dans des chambres à haute pression (à gauche) qui permettent des vitesses pouvant atteindre Mach 4,5.

Ohman and his colleagues test aircraft stores' performance in high speed tunnel located near Ottawa's International Airport. Models are placed in the test chamber (portrayed detached at center) and high pressure tanks (at left) permit test velocities up to Mach 4.5.

placées dans une soute. Avec l'avènement des réacteurs à forte poussée, il devint possible d'accrocher un nombre important de charges à l'extérieur de la machine, surtout sous les ailes.

Les problèmes de transport et de largage de charges ont surgi lorsque la vitesse des avions militaires s'est accrue. Des forces aérodynamiques considérables et inattendues sont entrées en jeu, provoquant des instabilités et même la désintégration des avions en vol; l'autre danger qu'il a fallu éliminer est le basculement et les collisions entre les bombes ou les roquettes et l'avion après le largage. Les avions volant à des vitesses proches de la vitesse du son éprouvant déjà des difficultés en configuration lisse on imagine facilement que l'addition de charges externes ne pouvait qu'aggraver la situation.

L'approche retenue par l'ÉAN pour sortir de cette impasse est à la fois théorique et expérimentale. Une partie des essais sont exécutés en soufflerie sur maquettes munies d'instruments qui



(McDonnell-Douglas)

one thing, the model aircraft is not really flying — it is held in place in the tunnel by a support, which introduces interference. Also, in some tests, the stores are supported independently of the carrier aircraft model and able to move under control so as to simulate the conditions of free fall. These differences, however, are taken into account in the subsequent analyses.

There are other differences too. For example, forces generated in flight are the result of a number of factors: flight speed, the speed of sound, the size of the stores, and air density and viscosity. The most important quantity required for duplicating flight conditions is the Mach number, which is the ratio of the velocity of flight to the speed of sound in air. Fortunately, this can be exactly duplicated in NAE's 1.2 m by 1.2 m blowdown wind tunnel at Uplands in Ottawa.

Another significant quantity, called the Reynolds number, involves the flight speed, size of the store, air density, and air viscosity. This number is an

The variety of shapes reflects the many tasks modern aircraft can undertake. Canada's new fighter, in U.S. Navy colors, shown with wing tanks, bombs, and other weaponry.

important scaling factor, allowing a researcher to scale up the viscous and inertial forces of air acting on a small model in the wind tunnel, thus providing values of these forces acting on a full-sized vehicle in flight. Because the models used in the tunnel are so small (typically 1/16th of full size), the Reynolds number cannot always be duplicated in the tunnel. However, this is not too serious a restriction, because corrections based on experience can be applied to the experimental results.

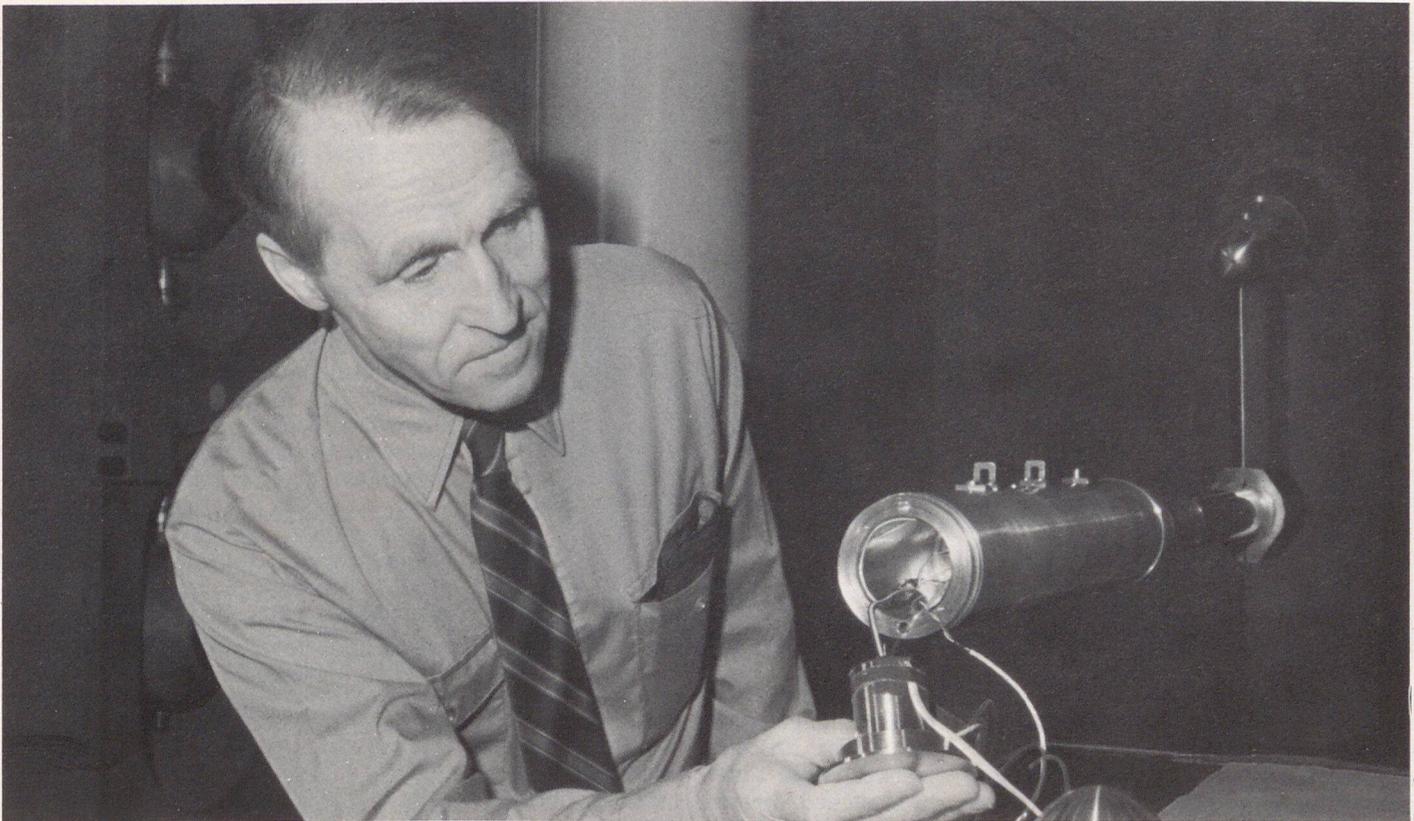
How will experimental work in the wind tunnel benefit DND? When the military purchases a new aircraft such as the CF18, it must be used for specific tasks that involve carrying certain stores. As time goes by, the aircraft is certain to be called upon to perform new tasks that could not have been foreseen by its designers. This means

Les variations de formes sont dictées par les nombreuses missions que les avions modernes peuvent accomplir. Le nouveau chasseur canadien, ici aux couleurs américaines, équipé de réservoirs d'ailerons, de bombes et d'autres armes.

the military must have a way of determining whether the aircraft can safely do what is intended for it.

An obvious way to get this kind of information is to use the airplane itself and actual-size stores in a series of trial flights. By following the aircraft with chase planes equipped with cameras, it is possible to record, for example, the trajectory of a released bomb. But that would be extremely expensive, because many flights would be required, and dangerous for the pilot if something went wrong.

"With well-conducted wind-tunnel tests," says Dr. Brown, "we can measure and calculate what the path will be if the store is dropped, and we can say with reasonable certainty if the aircraft can carry out a given task safely. The military would still need flight tests, but they would be fewer and safer. In a



(Dan Getz)

permettent de mesurer les caractéristiques aérodynamiques de l'avion avec des charges de différentes formes et, selon le Dr Brown, on arrive ainsi à une approximation suffisamment précise des paramètres correspondant à un vol réel.

Il ne peut en effet s'agir que d'une "approximation" parce qu'il n'est évidemment pas possible de reproduire exactement en soufflerie les conditions d'un vol réel. Pour commencer, la maquette ne vole pas réellement. Elle est maintenue en position dans la veine d'essais de la soufflerie à l'aide d'un dard (support) qui introduit des interférences. Notons aussi qu'au cours de certains essais les charges sont montées sur des supports indépendants de la maquette porteuse et sont mobiles pour permettre de simuler les conditions d'une chute libre. On tient bien entendu compte de ces différences au cours des analyses qui suivent les essais.

Il existe également d'autres différences. Il faut savoir que les forces mises en jeu au cours d'un vol sont le résultat d'un certain nombre de facteurs comme la vitesse de l'appareil, la vitesse du son, les dimensions des charges, ainsi que la densité et la viscosité de l'air. Le paramètre le plus important pour reproduire les conditions de vol est le nombre de Mach qui est le rapport de la vélocité de l'appareil à la vitesse du son dans l'air. Fort heureusement, ces conditions peuvent être reproduites avec exactitude dans la

soufflerie de 1,2 m x 1,2 m de l'ÉAN qui se trouve à Uplands près d'Ottawa.

Un autre paramètre important, qui fait intervenir la vitesse de l'avion, les dimensions de la charge, la densité et la viscosité de l'air, est le nombre de Reynolds. Ce nombre est un important facteur d'échelle qui permet aux chercheurs d'extrapoler les forces de viscosité et d'inertie de l'air agissant sur une petite maquette dans une soufflerie pour obtenir les valeurs de ces forces agissant sur un avion grandeur réelle en vol. Mais comme les maquettes utilisées en soufflerie sont très petites (généralement 1/16 du véhicule), le nombre de Reynolds ne peut pas toujours y être reproduit. Ce n'est toutefois pas un grave handicap car des corrections fondées sur l'expérience peuvent être appliquées aux résultats des essais.

Quels sont donc les avantages des essais en soufflerie pour le MDN? Lorsque les militaires achètent un nouvel avion comme le CF18 c'est pour lui confier des missions bien déterminées impliquant le transport de certaines charges. Avec le temps, il est certain qu'on demandera à l'avion d'effectuer d'autres missions qui pourraient fort bien ne pas avoir été prévues par ses concepteurs. Ce qui veut dire que les militaires doivent avoir une méthode qui leur permette de cerner les limites de la machine.

La façon la plus évidente d'obtenir ce genre d'information est d'utiliser

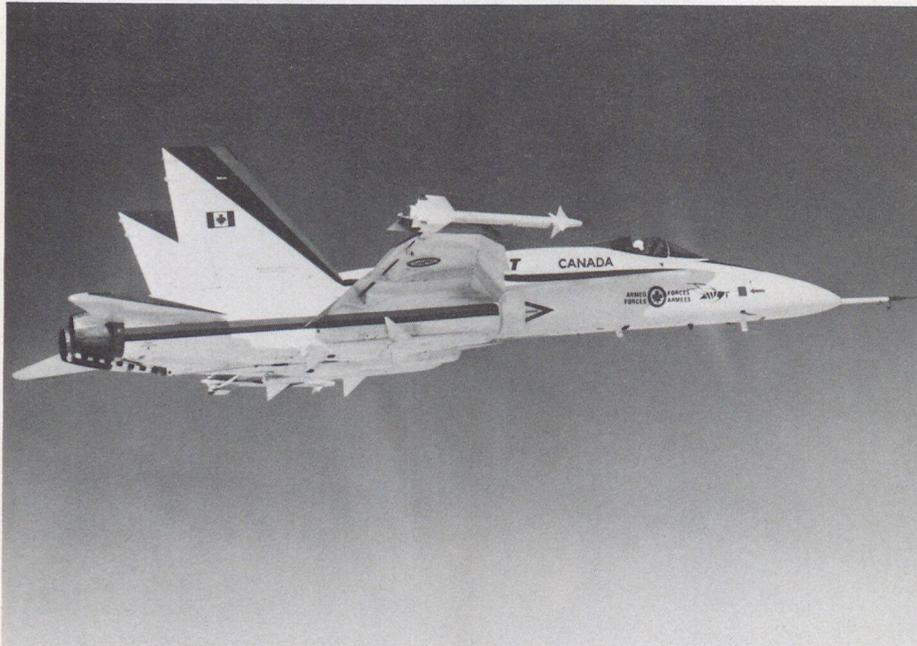
Lars Ohman: "On serait parfois tenté de penser que l'étude aérodynamique s'arrête à la peau de l'avion."

Lars Ohman: "Sometimes it seems as if aerodynamic design stops at the aircraft's skin."

l'appareil lui-même et des charges réelles au cours d'une série de vols d'essais. En suivant l'avion avec des appareils de poursuite équipés de caméras il serait possible, par exemple, de filmer le largage et la trajectoire d'une bombe. Mais l'opération serait extrêmement coûteuse car elle nécessiterait de nombreux vols, et elle serait dangereuse pour le pilote si les choses venaient à mal tourner.

Le Dr Brown reprend: "Des essais en soufflerie bien conçus nous permettent de mesurer et de calculer la trajectoire de la charge larguée et de savoir avec un degré de certitude suffisant si la machine peut exécuter une mission donnée en toute sécurité. L'armée devra encore effectuer des vols d'essais mais en bien moins grand nombre et avec beaucoup moins de risques. D'une façon générale, nous pouvons établir des limites fiables pour des applications données avec des charges déterminées."

Il existe cependant des problèmes qui ne peuvent être résolus que par des vols d'essais. Récemment, Ben Lee et Fred Ellis, également de l'ÉAN, ont participé à un programme de vols d'essais sur un CF5 à l'Aerospace Engineering Test Establishment de Cold Lake dans l'Alberta.



DND (MDN)

What stresses play on these slender, winged missiles at the speed of sound?

À quelles forces ces roquettes élançées munies d'ailettes sont-elles soumises à la vitesse du son?

The DND has already had the experience of having to buy knowledge from other countries that could have been acquired through Canadian expertise. When the federal government decreed in the 1960s that its aircraft should no longer carry nuclear bombs, the CF104 was modified to take more conventional high-explosive bombs. This involved equipping the aircraft with a twin-stores carrier under each wing to increase the load-carrying capacities.

The wing-like twin-stores carrier had been used by Germany's Luftwaffe for its own CF104s and the Germans had learned how to deal with problems they experienced when these stores were released. Not having any in-house capability to solve such problems, Canada turned to the Germans for the information, but had to pay for it.

Again, with the CF5, Canada had to pay the Dutch to apply a flutter clearance method they had developed and later to train Canadair personnel in flight tests to use it.

This piecemeal approach to solving aerodynamic problems was obviously unsatisfactory, and DND has taken steps to improve the situation. In January 1980, NAE officially began to work with DND to develop its own expertise in the area.

While the NAE project is specifically designed to assist in solving military aircraft problems, it actually has much wider implications. The work on buffeting and flutter has direct application to civilian aircraft development,

more general way, we could draw safe boundaries for specific applications with specific stores."

For some problems, however, flight test is the only viable approach. Recently, Ben Lee and Fred Ellis, also of NAE, took part in a shuttle flight test program on a CF5 at the Aerospace Engineering Test Establishment in Cold Lake, Alberta.

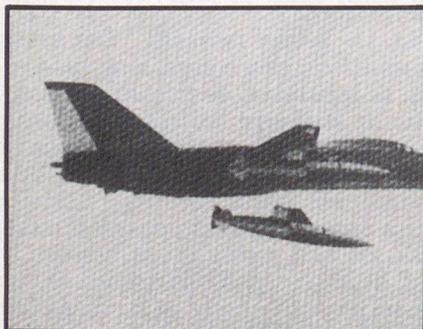
As explained by Dr. Lee, there is a certain velocity that an aircraft may not exceed if the dangerous structural vibration known as flutter is to be avoided. This velocity can be influenced by the weight, type, and suspension of the stores carried. It is determined in practice by carefully flying a loaded aircraft, instrumented with accelerometers in the wing tips.

After reaching a predetermined safe

the accelerometer signals relayed to the ground by telemetry and analysed "on-line." This procedure is carried out repeatedly until flutter velocity is closely approached. If the damping is deemed insufficient, the test is terminated. The telemetry data are later further analyzed by NAE on a computer.

In the end, what all this will produce is a guide for safe operation of a specific aircraft when carrying out specific tasks. This, in turn, will be translated into simple instructions that a pilot can follow in his operating manuals.

The NAE work is considerably more complicated than it appears from such a description. For one thing, it involves development of computer programs from the theoretical and wind-tunnel data to plot trajectories of released stores.



speed, the pilot increases his speed by a small amount and then excites a shake in the aircraft through what is known as a "stick pulse" — a rapid movement of one of the control surfaces (for example, the aileron). The amount of damping of the wing at the speed (that is, the degree to which the aircraft structure checks the vibration induced by the stick pulse) is determined from

"This in itself is a considerable field," said Lars Ohman, head of NAE's High Speed Laboratory, where the project is being carried out.

"Such work is going on in other countries, but you can't buy knowledge like that off the shelf. You can't even use it without knowing what it's about through actual experience. You have to do it yourself."

as has the work on transonic aerodynamics; solving the problem of airflow interference between the engine nacelle (housing) and the wing or tail surfaces is a good example. □

**David Spurgeon**

*David Spurgeon is a freelance writer working in Ottawa.*

Pour éviter que les ailes de ce Starfighter ne soient endommagées au cours du tir ses lance-roquettes sont montés sur des mâts qui protègent la voilure.

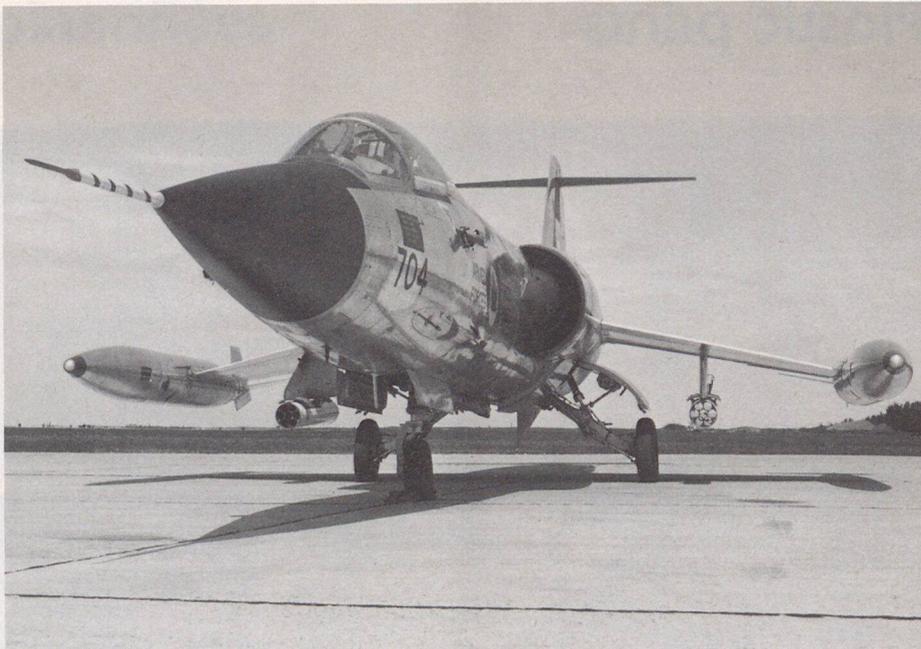
Rocket tubes are carried on extensions under the wing of this Starfighter to prevent wing damage during firing.

Comme l'explique le Dr Lee, il existe un seuil de vitesse, susceptible de varier avec le poids, le type et le mode de suspension de la charge transportée, qu'un avion ne doit pas franchir si l'on veut éviter cette dangereuse vibration structurale que l'on appelle le flottement. Pour le découvrir on fait voler avec toutes les précautions nécessaires un avion muni de charges externes et d'accéléromètres montés en bout d'ailes.

Après avoir atteint une vitesse de sécurité prédéterminée, le pilote augmente légèrement la vitesse et déclenche les vibrations par une action sur le manche qui imprime un mouvement rapide à l'une des gouvernes (l'aileron, par exemple). Le degré d'amortissement de l'aile à cette vitesse (c'est-à-dire le degré de vibration induite que la structure de l'aéronef peut encaisser) est déterminé à l'aide des signaux provenant des accéléromètres et recueillis par télémétrie au sol, puis analysés "en direct". Cette procédure est répétée jusqu'à ce que l'on arrive très près de la vitesse de flottement. Si l'amortissement est jugé insuffisant on met un terme à l'essai. Les données de la télémétrie sont ensuite analysées plus en détail sur un ordinateur de l'ÉAN.

On aura finalement un guide d'utilisation fiable d'un avion donné pour une mission donnée. Ceci se traduira ensuite en instructions simples qu'un pilote trouvera dans ses manuels.

La mission de l'ÉAN est considérablement plus compliquée que pourrait



(DND) (MDN)

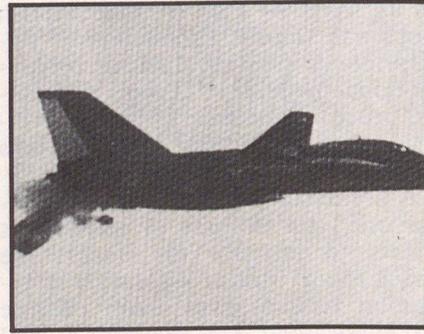
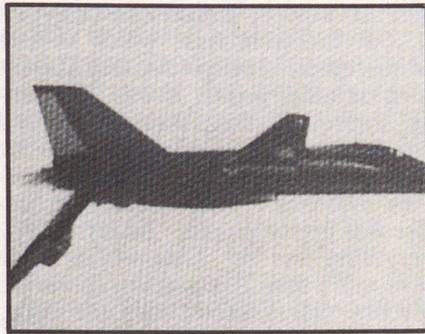
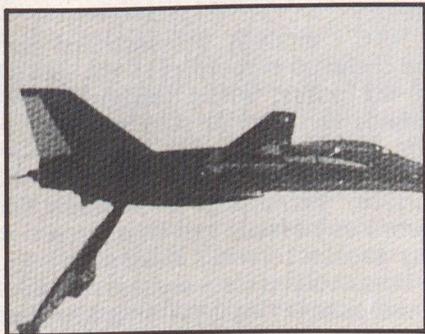
déjà là d'un domaine très vaste. D'autres pays font la même chose mais leurs connaissances ne sont pas à vendre et elles ne vous seraient d'ailleurs d'aucune utilité si vous n'avez pas conduit vos propres essais. Vous n'avez pas le choix, il vous faut absolument passer par là."

Le MDN s'est déjà trouvé dans l'obligation d'acheter à d'autres pays des connaissances qui auraient pu être acquises sur place si l'on avait eu les compétences nécessaires. Lorsque le gouvernement fédéral a décrété dans les années soixante que ses avions ne pourraient plus désormais transporter de bombes nucléaires, le CF104 a été modifié pour être en mesure de transporter des bombes de grande puissance mais classiques. Il fallait pour cela équiper les appareils de mâts d'accro-

Plus tard, avec le CF5, le Canada a dû cette fois payer les Néerlandais pour appliquer une méthode d'élimination du flottement qu'ils avaient mis au point et ultérieurement y former en vol des équipages de Canadair.

Cette approche artisanale pour résoudre les problèmes aérodynamiques était de toute évidence inacceptable et le MDN a pris des mesures pour améliorer la situation. En janvier 1980, l'ÉAN a commencé officiellement à travailler avec le MDN pour acquérir les compétences qu'il n'avait pas dans ce domaine.

Bien que l'objectif du projet de l'ÉAN consiste avant tout à résoudre des problèmes affectant des avions militaires, ses implications sont beaucoup plus vastes. Les travaux en cours sur le tremblement et le flottement ont



le laisser supposer la description qui précède. Elle exige entre autres la mise au point de programmes informatiques à partir des calculs théoriques et des données recueillies en soufflerie pour établir les trajectoires des charges larguées.

Laissons la parole à Lars Ohman, chef du laboratoire des hautes vitesses de l'ÉAN où se fait le travail: "Il s'agit

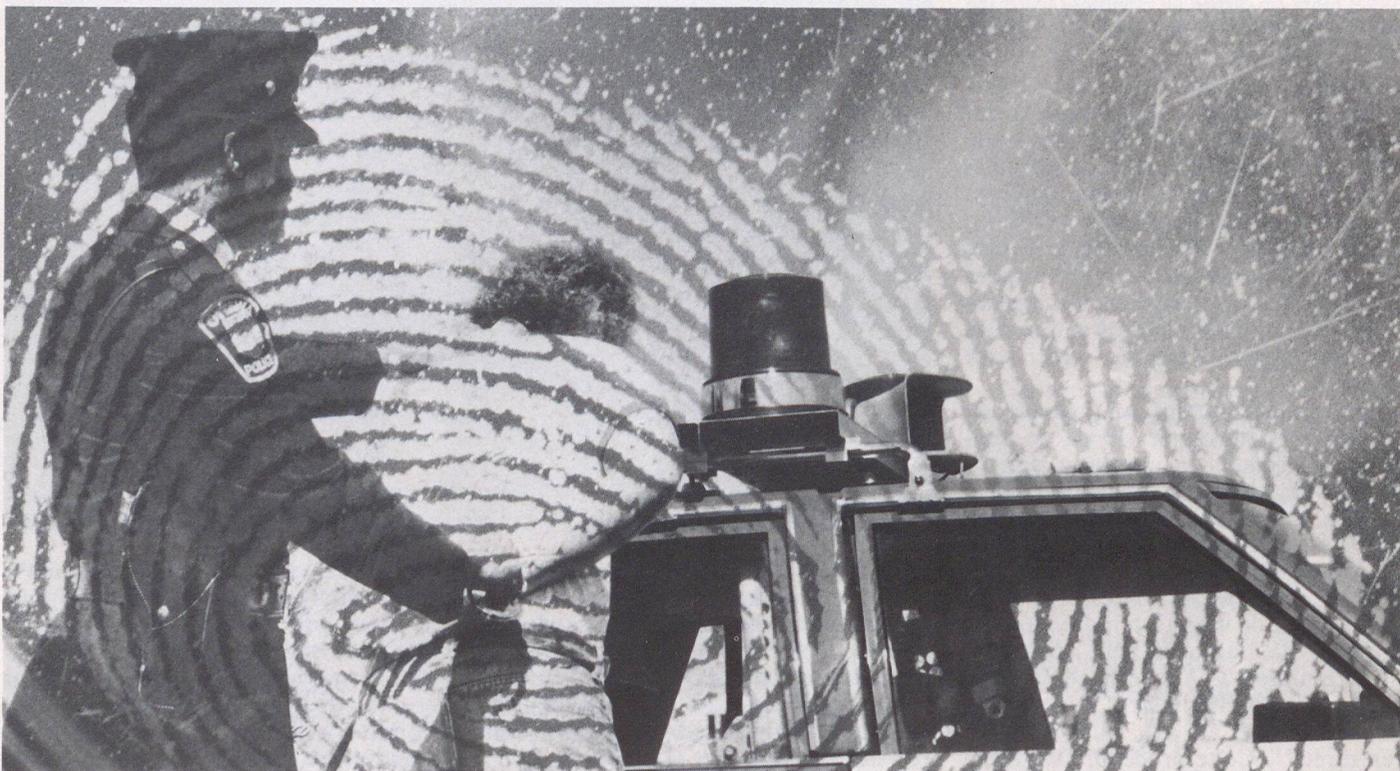
de charger doubles sous chaque aile pour accroître leur capacité d'emport.

L'aviation militaire d'Allemagne fédérale avait déjà utilisé ces mâts d'accrochage à profil aérodynamique sur ses propres CF104 et résolu les problèmes de larguage. N'étant pas outillé pour résoudre des difficultés de cette nature, le Canada avait dû s'adresser aux Allemands et payer la facture.

des applications directes dans le domaine de l'aviation civile comme en a d'ailleurs la recherche sur l'aérodynamique transsonique; la solution apportée aux problèmes d'écoulement entre les fuseaux-moteurs et les gouvernes de la voilure ou de l'empennage en fournit un bon exemple. □

Texte français: Claude Devismes

# Plastic prints



While an agitated store owner berates the investigating officer for "not doing his job and stopping these break-ins," his colleague, a quiet man in civilian clothes, wanders about the store, apparently without purpose. A discarded cigarette wrapper catches his eye. Carefully retrieving it, the glistening plastic joins the few other objects he considers evidence. His quest completed, he leaves his uniformed colleague to the proprietor's wrath. An hour's laboratory work causes the cellophane to give up its secret — a set of vivid whitish loops and whorls. Production of fingerprints on plastics, difficult by conventional methods, will soon be standard procedure because of the perseverance of a North Bay Identifications officer, Constable Paul Bourdon.

A policeman's job is often a thankless one, and in spite of television's efforts to improve the image, the "back room" role of laboratory investigation remains even more obscure and unrewarded. Says Bourdon: "ID men sift through evidence seeking that touchstone of mystery novels, the fingerprint." Certain surfaces, such as plastic, fail to relinquish their evidence, while others, at best, require finesse. The Federal Bureau of Investigation in the United States concedes that even "good" surfaces known to bear prints give up their secrets only 5 per cent of the time.

"Much of the problem," says Bourdon, "is in the techniques we have available. The most common is dusting with one of several available powders. Fine powders are delicately brushed over the likely print area and adhere to the soft, thin layers of skin oil deposited. The print is then developed by separating ridges and depressions. Too heavy a hand and the gentle brush becomes a broom, sweeping away the evidence."

If the detecting material is a vapor, then this kind of danger can be avoided, but the technique, which utilizes iodine fumes, is insensitive and doesn't work on older prints. It was this fuming approach that Bourdon found attractive when he began his search for a better approach to obtaining fingerprint evidence. "My research procedure was pretty simple," he says. "Try everything and see what works." He spent more than five years evaporating solvents, paints, model airplane dope, and other chemicals in closed containers with samples of plastic film bearing his own prints. His son Joe, meanwhile, moved from secondary school to university studies in chemistry and contributed to the search.

Like Goodyear's accidental discovery of vulcanizing rubber, Bourdon unexpectedly found that cyanoacrylate esters, slightly volatile chemicals used to make today's super glues, developed

the prints in the container. Once it was identified, Paul and Joe set about testing the full potential of their discovery.

"Although chemical testing to elucidate the mechanics of the method took place at NRC under the direction of Dr. J. Watkin," he notes, "the field tests, most important to us, took place in Victoria, B.C. The system not only produced excellent results on plastic, but raised them on a weapon that had been dusted without success — and after it had rested five years on a shelf!"

NRC's analysis demonstrated that the chemical evaporates to the surface of the prints, where unknown compounds in the print start polymerization going. In a word, the prints become a hard plastic that adheres to the surface, permitting a photographic record to be made and firmly resisting any attempt to sweep them away.

Bourdon's efforts have produced a transportable finger printing kit called Visuprint. The unit allows an investigating officer to test objects for prints at the scene of a crime. They are placed in the chamber and the circulating fumes reveal visible prints in less than 30 min. The patented system is now being marketed in North America, and Bourdon has already received European inquiries. □

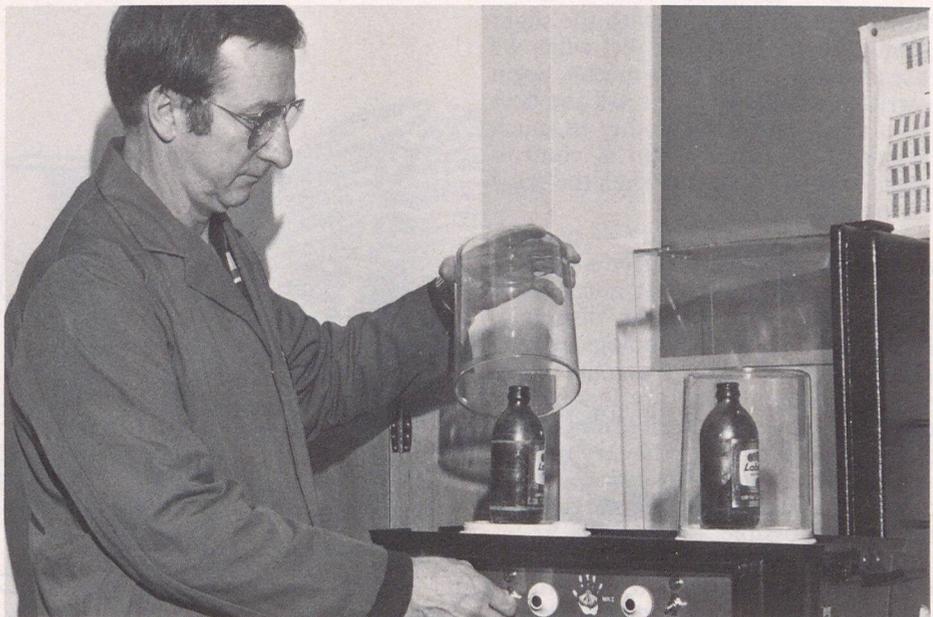
**Stephen A. Haines**

# Des empreintes plastifiées

Pendant que l'agent enquêteur subit les foudres du propriétaire qui l'accuse de "ne pas faire son travail et de ne rien faire pour empêcher les cambriolages", son collègue, homme aux manières discrètes habillé en civil, circule entre les allées du magasin, apparemment sans but. Tout à coup, l'emballage d'un paquet de cigarettes jeté négligemment attire son attention. Il le ramasse avec précaution et le met avec les quelques autres objets susceptibles de constituer des preuves. Son inspection terminée, il quitte le magasin, laissant à son infortuné collègue le soin d'apaiser la colère du propriétaire, et va s'enfermer dans son laboratoire dont il ne ressortira qu'une heure plus tard après avoir percé le secret de l'emballage de cellophane: des empreintes digitales dessinant un joli motif de volutes blanchâtres.

S'il était autrefois difficile de faire apparaître des empreintes digitales sur du plastique à l'aide des méthodes traditionnelles, cela pourrait désormais s'avérer chose facile grâce à la persévérance d'un policier de North Bay chargé de l'identification des suspects, l'agent Paul Bourdon. Le travail du policier est souvent ingrat et, malgré les efforts déployés au petit écran pour redorer le blason de cette profession, le rôle effacé de l'enquêteur chargé des analyses de laboratoire, pour moins connu qu'il soit, est tout aussi peu gratifiant. Bourdon nous explique ce rôle: "L'enquêteur chargé de l'identification examine minutieusement les pièces à conviction afin d'y déceler toute empreinte susceptible de permettre l'identification du suspect." Certaines surfaces, comme le plastique, refusent de livrer leurs secrets tandis que d'autres exigent pour ce faire beaucoup d'habileté. Le *Federal Bureau of Investigation* des États-Unis reconnaît que même les surfaces qui retiennent bien les empreintes digitales ne révèlent leurs secrets que dans 5% des cas.

"Une grande partie du problème", précise Bourdon, "vient des techniques utilisées. La plus courante consiste à saupoudrer la surface susceptible de porter des empreintes au moyen de fines poudres et de les appliquer à l'aide d'un pinceau afin qu'elles adhèrent à la pellicule mince et molle laissée par les huiles de la peau. Les crêtes et les creux qui apparaissent alors correspondent aux empreintes du suspect. Il suffit toutefois d'une pression trop forte pour que le délicat pinceau se transforme en balai et efface d'un seul coup toute preuve."



(Joe Bourdon)

Paul Bourdon demonstrates his Visuprint on-site investigation unit, developed with support from NRC's Industrial Research Assistance Program.

L'agent Paul Bourdon, faisant la démonstration du module de détection portatif Visuprint mis au point avec l'assistance du Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC.

En se servant d'un gaz vaporisé, on évite ce danger. Cependant cette technique, qui fait appel à des vapeurs d'iode, n'est efficace que dans le cas d'empreintes fraîches. Bourdon s'en inspira toutefois pour essayer de trouver un meilleur produit. "Ma démarche était très simple", ajoute-t-il. "Tout essayer jusqu'à ce que je trouve le bon". Il passa plus de cinq ans à faire des essais de vaporisation avec des solvants, des peintures, des colles et d'autres produits chimiques qu'il plaçait dans un contenant fermé où se trouvaient également des échantillons de film de plastique portant ses propres empreintes. Pendant ce temps, son fils Joe était passé des bancs de l'école secondaire aux laboratoires de chimie de l'université et il put le seconder dans ses travaux.

À l'instar de la découverte de la vulcanisation du caoutchouc par Goodyear, c'est par hasard que Bourdon découvrit que les esters cyanoacryliques, produits chimiques légèrement volatils utilisés dans les "super colles" modernes, révélaient les empreintes des échantillons du contenant. Après avoir identifié la substance miraculeuse, Paul et Joe entreprirent d'explorer toutes les possibilités offertes par leur découverte.

"Les essais chimiques visant à élucider le mécanisme de la réaction ont eu lieu au CNRC sous la direction du Dr J. Watkin", explique Paul, "toute-

fois les essais sur le terrain, à nos yeux les plus importants, ont été effectués à Victoria, C.-B. Non seulement cette technique produit-elle d'excellents résultats avec les plastiques mais elle a également permis de relever des empreintes sur une arme ayant déjà fait l'objet d'une tentative infructueuse d'identification avec des poudres... après que celle-ci eut séjourné cinq années sur une étagère."

L'analyse du CNRC a montré que les vapeurs du produit en question provoquent la polymérisation de composés chimiques inconnus que recèlent les empreintes se trouvant à la surface de l'objet traité. Bref, celles-ci se transforment en un plastique dur et adhérent qui résiste obstinément à toute tentative d'effacement. Il ne reste plus qu'à photographier les empreintes pour la postérité...

Des efforts de Bourdon est né un module de détection portatif appelé Visuprint. Cet appareil permet à l'agent enquêteur de procéder, sur les lieux mêmes du crime, à la détection d'empreintes sur des objets: ceux-ci sont placés à l'intérieur de l'appareil et en moins de 30 min les empreintes deviennent visibles. Ce module, actuellement fabriqué sous licence, est maintenant commercialisé en Amérique du Nord et des pays européens s'y intéressent également. □

Texte français : Line Bastrash

# Stilling the quaking hand

## Corralling maverick nerves

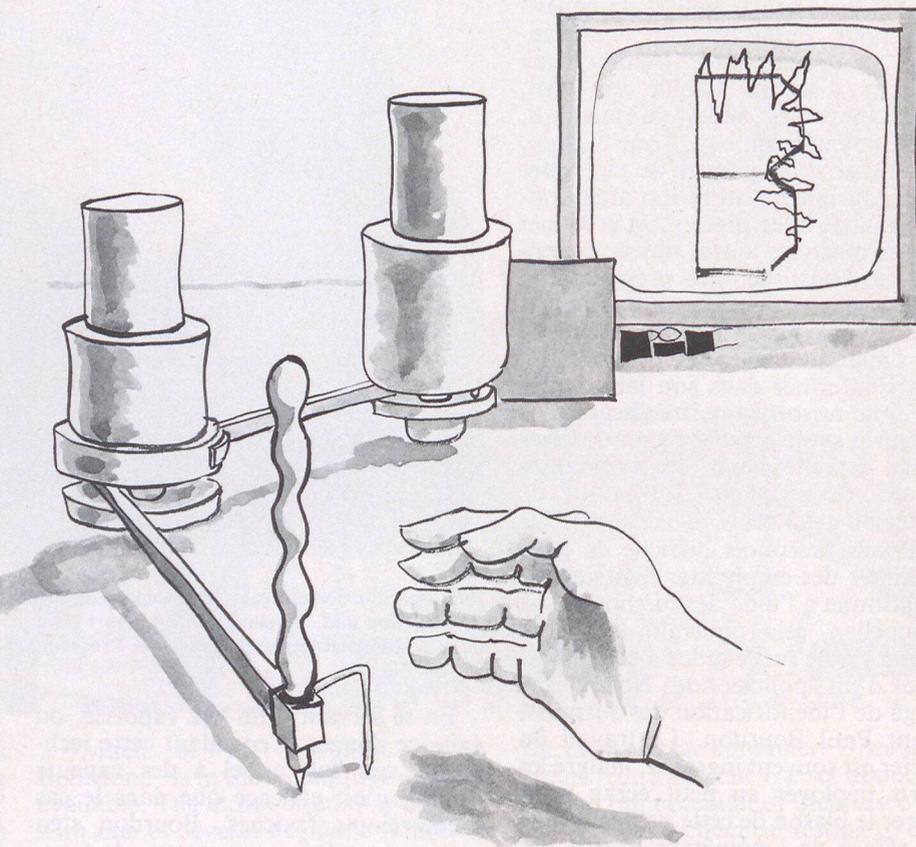
Most of us are familiar with the slight tremor of the hands we feel when we face an audience to give a speech, begin a written examination, or ask the boss for a raise. It doesn't bother us much because the tremor often is controllable, or it will go away when the crisis has passed.

Many people in Canada — perhaps as many as 80 000 — suffer a kind of tremor that is similar but much more serious, and can even be disabling. Their tremors are pathological, the worst of them known as "intention tremor" because they are induced or aggravated by an intended movement of a muscle. The more they try to control them, the less they succeed, and otherwise ordinary muscle movements become impossible.

Such a situation faces men, women, and sometimes children with a multitude of maladies, including cerebral palsy, Parkinson's disease, multiple sclerosis, chronic alcoholism, and brain injury.

Larry Korba of NRC's Division of Electrical Engineering, Medical Engineering Section, hopes to help such people, especially children, since his section has many projects with the Ottawa Crippled Children's Treatment Centre. The approach he is using is known technically as an "adaptive damping system."

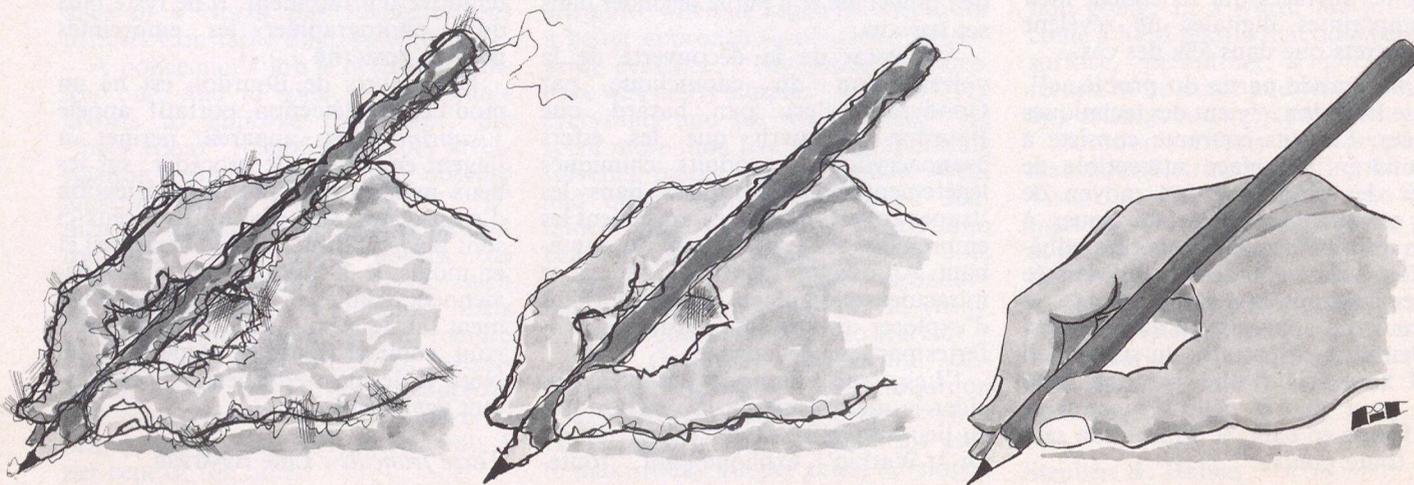
Damping, in an electrical or mechanical sense, means putting a check on an oscillation. For example, good electrical design in a stereo power amplifier reduces "ringing" in the reproduction of transient sounds by preventing the oscillation of the electrical signal from carrying on indefinitely once the sound



(Peter Pickersgill)

has stopped. A mechanical example is the action of a shock absorber on an automobile when it "damps" the up-and-down oscillation of a wheel on hitting a pothole while the car is in motion. Korba is attempting to

dampen the oscillatory movements of the hands of those with pathological tremor by electro-mechanical means, by opposing the muscular movements with a mechanical force in the opposite direction.



(Peter Pickersgill)

## Pour avoir la main sûre

# L'amortissement des tremblements pathologiques

Nous connaissons tous ce léger tremblement des mains qui nous afflige lorsque nous devons nous adresser à un auditoire, passer un écrit ou demander une augmentation au patron. Ce tremblement ne nous incommodé pas de façon sérieuse car il est souvent contrôlable et disparaît aussitôt que notre émotion se dissipe.

Mais pour quelque 80 000 Canadiens il n'en est pas de même, car ils sont atteints de tremblements beaucoup plus sérieux pouvant même être handicapants. Ces tremblements sont pathologiques et les plus sérieux sont appelés "tremblements intentionnels" parce qu'ils sont déclenchés ou aggravés par les mouvements volontaires des muscles. Plus la victime essaie de les maîtriser, plus ils deviennent incontrôlables, rendant impossibles les mouvements musculaires les plus ordinaires.

Ces troubles affectent les hommes, les femmes et parfois les enfants



(Peter Pickersgill)

atteints de l'infirmité motrice cérébrale, de la maladie de Parkinson, de la sclérose en plaques, d'alcoolisme chronique ou de lésions cérébrales.

Grâce à ce que l'on appelle en langage technique "un système d'amortissement adaptatif", M. Larry Korba, de la section de génie médical de la Division de génie électrique du CNRC, espère pouvoir aider ceux qui en sont victimes et notamment les enfants puis-

que sa section et le Centre de soins pour les enfants infirmes d'Ottawa travaillent ensemble sur de nombreux projets visant à améliorer le sort de ces petits malades.

Au sens électrique ou mécanique du terme, l'amortissement consiste à diminuer l'amplitude d'une oscillation. C'est ainsi, par exemple, qu'un amplificateur bien conçu assure la réduction du "rebondissement" dans la repro-

duction des sons transitoires en empêchant les oscillations du signal électrique de se perpétuer indéfiniment après l'arrêt du son. Comme exemple mécanique, on peut prendre l'amortisseur d'une automobile en mouvement, dont le rôle est "d'amortir" les oscillations verticales de la roue. En ce qui concerne Larry Korba, il s'intéresse à l'amortissement des mouvements oscillatoires des mains chez les personnes

The damping device he has constructed looks a little like a pantograph, a machine used by draftsmen that allows them to copy drawings to different scales. It is made of brass and consists of two arms connected to two articulating joints. Both joints consist of electrically controlled servosystems: direct-current motor, a gear box, and a potentiometer.

This damping device will be used to allow a person with tremor to try to copy a model letter he will see on a computer-generated cathode-ray tube (CRT) display. At the same time, the screen will show the letter he is drawing for comparison with the model. The person grasps a stylus attached to one of the arms of the damping device and attempts to copy on a table the shape of the model letter displayed on the CRT screen. The potentiometers are connected mechanically to the arms, and a change in angular motion made by the patient changes the position of the potentiometer rotor and, through a computer, the amount of voltage supplied to the motor. The motor will provide, in return, a rotational force proportional to the tremor and opposite in direction.

Since the change in angular motion of the damping device's arm is proportional to the oscillations of the person's tremor, the motor's move-

ment will oppose these oscillations and consequently damp them out.

That, at any rate, is the theory behind the device. It has not yet been evaluated. "The big problem," says Larry Korba, "is to calculate the coefficients." The frequencies of tremors of this kind are between 5 and 10 cycles per second. In the damping device, the potentiometer determines the position, velocity, and acceleration of the joint to be damped. A computer takes that information and calculates the appropriate drive signal to be applied to the motor for correction or damping of movement.

Korba has been held up in his work by the slow supply of some necessary components, but hopes to have the device in full operation sometime in 1982. It will then be tested on individuals with pathological tremors. If it works, besides making possible muscular movements that users previously found impossible, the device could have a long-term curative effect in some types of tremor. However, this would obviously not be possible in cases in which physiological damage had occurred, for example in Parkin-

Larry Korba demonstrates his adaptive damping system. The device can assist in diagnosis and therapy of muscular tremors and lead to design improvements in other devices for the handicapped, such as this open-format keyboard.

son's disease or some types of brain or nervous system injury.

The computer used with the damping device is a small, personal type now widely available in retail outlets. Korba's colleagues in the Medical Engineering Section, notably Dr. Jim Swail, Nelson Durie, Peter Nelson, and Robin Black, are studying other applications for such computers, for example their use by the physically handicapped.

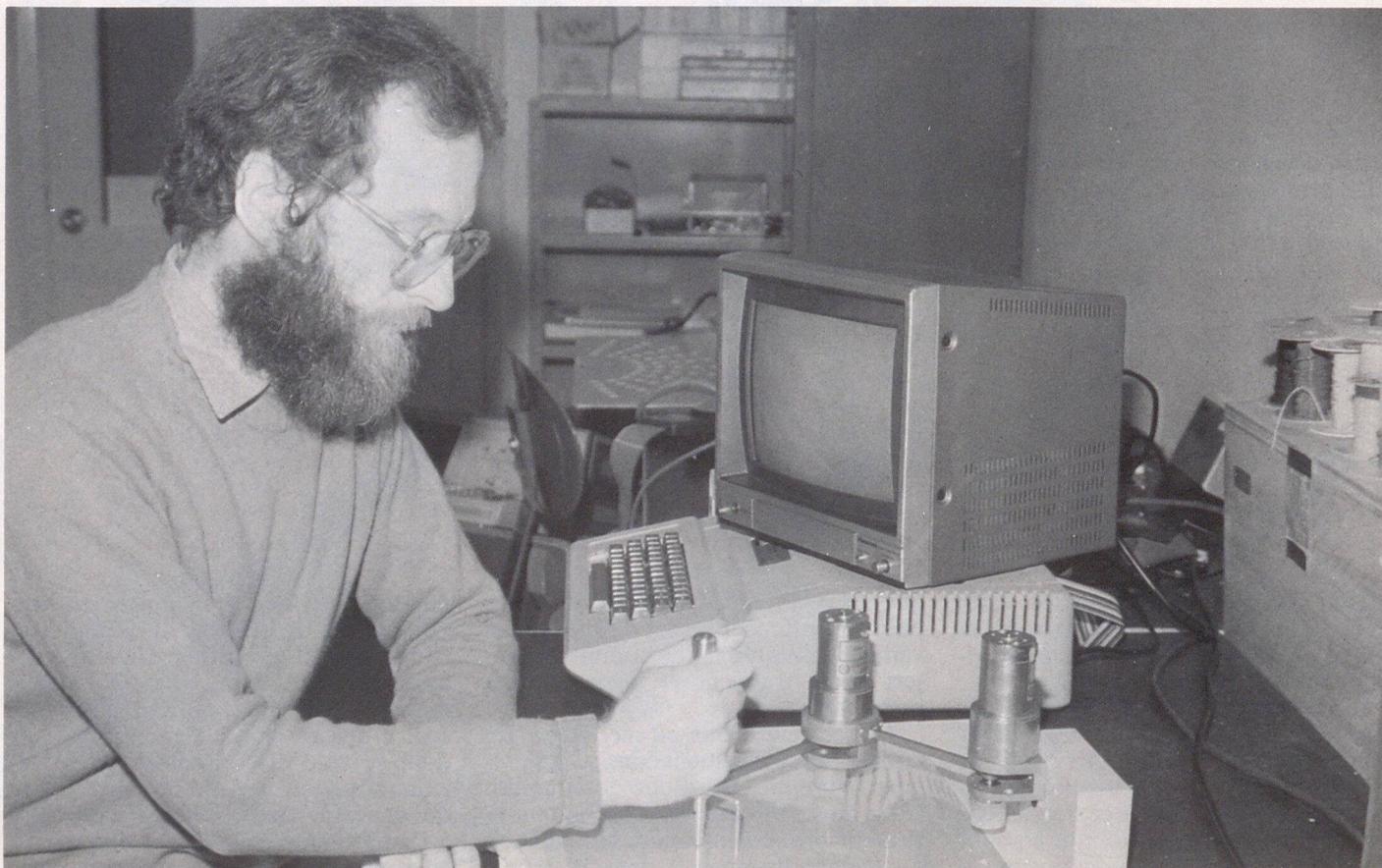
Two possibilities for those who cannot manage the conventional keyboard are an expanded keyboard with more space between the keys and a joystick movement that would move a cursor right or left to point to letters showing at the bottom of the screen.

Another application of interest is computer-generated speech for the blind that would allow the computer to tell them what's on the screen, thus permitting the blind to do text editing. □

### David Spurgeon

*Dr. David F. Spurgeon is a freelance writer working in Ottawa.*

Larry Korba fait la démonstration de son système d'amortissement adaptatif. Ce dispositif peut aider à diagnostiquer et à traiter certains tremblements musculaires et conduire à l'amélioration d'autres équipements destinés aux handicapés comme, par exemple, ce clavier spécial.



atteintes de tremblements pathologiques. Il utilise pour cela des moyens électromécaniques qui permettent d'opposer une force mécanique antagoniste aux mouvements musculaires.

Le dispositif d'amortissement qu'il a conçu ressemble à un pantographe, instrument dont se servent les dessinateurs pour reproduire des dessins à différentes échelles. Fait en cuivre, il est constitué de deux bras reliés à deux articulations à servocommande électrique, comprenant chacune un moteur à courant continu, une boîte de vitesse et un potentiomètre.

À l'aide de ce dispositif, une personne affectée de tremblements peut essayer de reproduire une lettre modèle affichée sur un écran cathodique informatisé. Pour cela, la personne saisit un stylet relié à l'un des bras du dispositif et reproduit sur une tablette la forme de la lettre modèle qui lui est présentée. À mesure que la lettre est tracée, elle apparaît sur l'écran pour faciliter la comparaison avec le modèle. Les potentiomètres sont reliés mécaniquement aux bras et tout changement angulaire des mouvements du sujet change la position du curseur circulaire des potentiomètres et, par l'intermédiaire d'un ordinateur, la tension d'alimentation du moteur. Celui-ci, en retour, produit une force de rotation proportionnelle au tremblement mais en sens opposé.

Étant donné que l'amplitude des vibrations du bras du dispositif est proportionnelle à celle des tremblements, les mouvements déclenchés par le moteur ont un effet antagoniste sur ces oscillations et, de ce fait, ils les amortissent.

C'est le principe de base du dispositif. Il reste toutefois à l'évaluer. "Le plus grand problème que présente son utilisation", explique Larry Korba, "réside dans le calcul des coefficients." La fréquence des tremblements de ce type peut aller de 5 à 10 cycles par seconde. Dans le dispositif d'amortissement, c'est le potentiomètre qui détermine la position, la vélocité et l'accélération de l'articulation que l'on désire amortir. Les données obtenues sont analysées à l'aide d'un ordinateur qui détermine l'intensité du signal devant être transmis au moteur pour assurer la correction ou l'amortissement du mouvement correspondant.

Les travaux de Larry Korba ont été retardés par des impondérables qui ont affecté la livraison de certains composants essentiels, mais il espère que son dispositif sera prêt au cours de l'année 1982. On l'essaiera ensuite sur des personnes affligées de tremblements pathologiques et, si tout marche bien, ses utilisateurs pourront exécuter des mouvements qui leur étaient jusqu'alors interdits avec la perspective

pour certains d'entre eux d'une guérison à long terme. Il est évident, toutefois, qu'on ne peut l'envisager chez les personnes atteintes de la maladie de Parkinson ou d'autres types d'affections résultant d'une lésion cérébrale ou du système nerveux.

L'ordinateur associé au dispositif d'amortissement est un modèle de petites dimensions très répandu sur le marché. Quelques collègues de Larry Korba, notamment le Dr Jim Swail, Nelson Durie, Peter Nelson et Robin Black, de la section de génie médical, étudient d'autres applications de ces ordinateurs, leur utilisation par des personnes physiquement handicapées étant l'une d'entre elles.

Un de leurs projets porte sur la mise au point, pour les personnes qui ne peuvent pas se servir d'un clavier ordinaire, d'un clavier dont les touches seraient plus espacées et qui serait muni d'un petit manche à balai permettant le déplacement latéral gauche ou droit d'un curseur pour désigner les lettres apparaissant au bas d'un écran.

L'autre possibilité qui les intéresse est un système informatisé de synthèse de la parole qui lirait à haute voix des textes affichés sur un écran pour que des aveugles puissent effectuer des travaux de rédaction. □

*Texte français : Annie Hlavats*



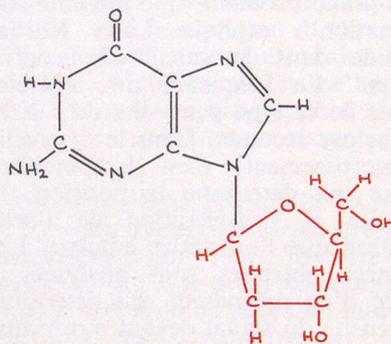
# Licensed to heal

The American Food and Drug Administration announced in March that the first antiviral drug ever to be licensed will be used to treat the symptoms of Herpes simplex 2 or genital herpes — a disease from which 20 million Americans now suffer. Scheduled for release in June, the drug's generic name is acyclovir. It isn't a cure, but for some of the victims it will decrease the time and pain involved in the outbreaks. It will also reduce the time during which a person transmits the disease to others. Although the exact nature of acyclovir's action is not yet known, its molecular structure is similar to that of guanosine, a molecule that forms part of the virus's DNA. Because the shapes of the drug and guanosine are similar, acyclovir blocks an enzyme (DNA polymerase) which is necessary for the reproduction of the virus. Of crucial importance, the drug is nontoxic to humans and only extremely small amounts are needed.

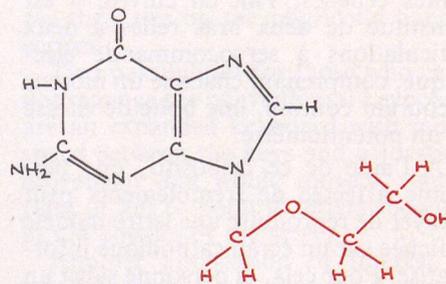
This announcement is of interest to NRC's Dr. George Birnbaum and former Research Associate Dr. Miroslaw Cygler, who recently reported the three-dimensional structure of acyclovir (*Biochemical and Biophysical Research Communications*, Vol. 10, No. 3, pp. 968-974, 1981). In cooperation with Dr. Jaroslaw Kusmierk and Dr. David Shugar of the Academy of Sciences, Poland, Birnbaum and Cygler examined acyclovir using a technique known as X-ray diffraction, a method which pinpoints the relative positions of all the atoms in the molecule. When the shape of such a molecule is known, it is then possible to try and correlate it with the activity of that molecule. As a key must fit a lock, the reaction of these molecules with other molecules in the body depends on their shape. This structural knowledge allows chemists to modify the molecule — prune an atom here, add one there — to improve its biological activity.

Acyclovir is the second in a series of compounds, acyclonucleosides, to be studied by X-ray diffraction. Any of these, perhaps with a little modification, might become a useful drug. As the discovery of penicillin precipitated a long line of antibacterial agents, perhaps this first antiviral agent will be just as revolutionary. Although clinical testing will be done by others, Dr. Birnbaum intends to elucidate the molecular structures of other substances in this new class of compounds. □

Margaret Shibley Simmons



guanosine



acyclovir

The shapes of guanosine and acyclovir are so similar that the virus is unable to recognize the difference and incorporates acyclovir into its DNA, thus blocking an enzyme necessary to the reproduction of the virus.

La guanosine et l'acyclovir sont si semblables que le virus est incapable de les différencier. Dans sa confusion, il incorpore dans son ADN de l'acyclovir qui inhibe la production d'une enzyme indispensable à sa reproduction.



Dr. George Birnbaum uses X-ray diffraction to pinpoint the positions of each atom in a molecule.

Le Dr George Birnbaum se sert de la diffraction des rayons X pour déterminer l'emplacement de chaque atome à l'intérieur d'une molécule.

(Alii Kurtis)

(Alii Kurtis)

# Échec à l'herpès

Au mois de mars dernier, la Food and Drug Administration des États-Unis a annoncé l'octroi d'une licence, la première du genre, pour la production d'un médicament destiné au traitement des symptômes de l'herpès génital dont souffrent actuellement vingt millions d'Américains. Ce médicament, qui a reçu le nom d'acyclovir, est le premier agent antiviral connu; il a été lancé sur le marché au mois de juin. Bien qu'il ne garantisse pas le rétablissement complet des personnes affectées par ce virus, il permet, dans certains cas, de réduire la sévérité et la fréquence des éruptions qui caractérisent ces infections ainsi que la durée de la période de contagion. La nature précise de l'acyclovir n'a pas encore été élucidée, mais on sait que sa structure moléculaire rappelle celle de la guanosine, molécule entrant dans la composition de l'ADN viral. En fait, c'est grâce à cette ressemblance que l'acyclovir peut inhiber l'ADN polymérase, enzyme intervenant dans la reproduction du virus. L'acyclovir a également d'autres propriétés importantes: il ne présente aucune toxicité pour les êtres humains et s'avère très efficace à de très faibles doses.

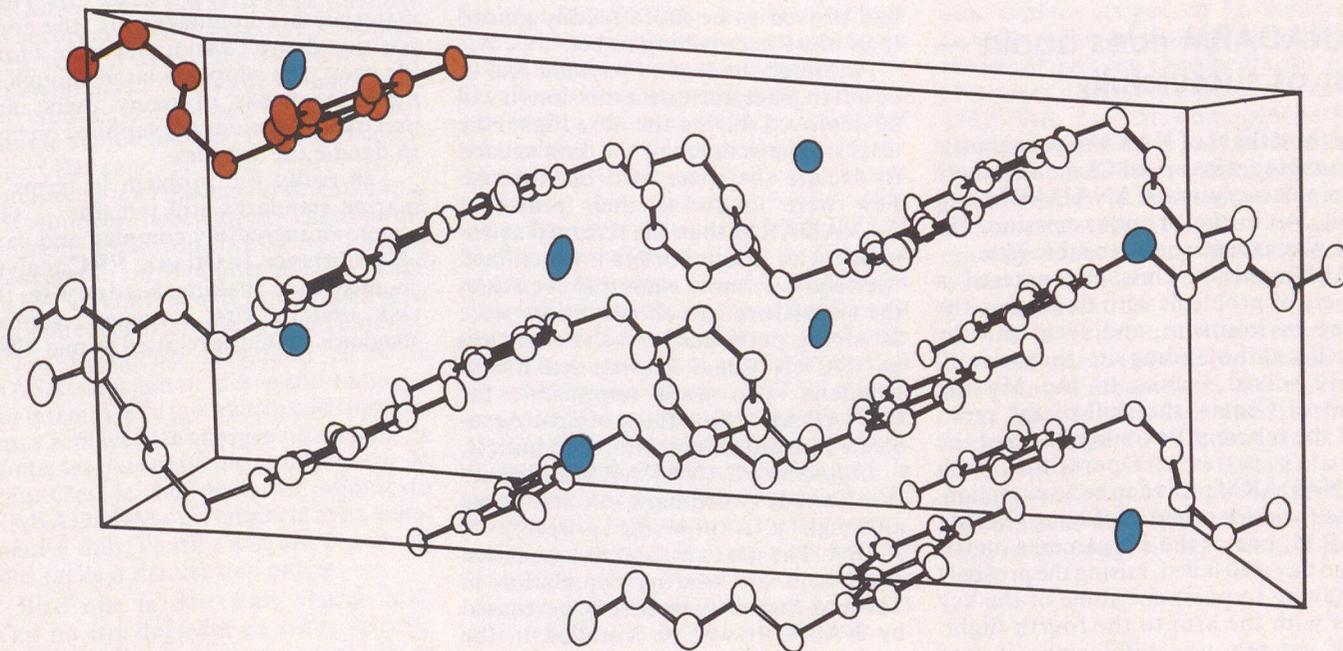
Le lancement de ce médicament revêt un intérêt particulier pour le Dr George Birnbaum du CNRC et le Dr Miroslaw Cygler, ancien attaché de recherche de cet organisme, qui ont récemment publié un article sur la structure tridimensionnelle de l'acyclovir (*Biochemical and Biophysical Research Communications*, Vol. 10, N° 3, pp. 968-974, 1981). En collaboration avec les Drs Jaroslaw Kusmierek et David Shugar, de l'Académie des sciences de Pologne, les Drs Birnbaum et Cygler ont étudié l'acyclovir à l'aide d'une méthode faisant appel à la diffraction des rayons X. Cette méthode permet aux scientifiques de déterminer l'emplacement relatif de tous les atomes à l'intérieur d'une molécule et, partant, d'établir une corrélation entre sa configuration et son activité. En fait, c'est bien la configuration en question qui commande les interactions des molécules de l'organisme entre elles, tout comme celles d'une clef avec la serrure correspondante. Connaissant cette corrélation, les chimistes peuvent modifier une molécule en lui ajoutant ou en lui retranchant des atomes et améliorer ainsi son activité biologique.

L'acyclovir est le second d'une série de composés appelés acyclonucléosides que les scientifiques étudient à l'aide de la diffraction des rayons X et qui pourraient peut-être, après avoir subi quelques modifications, manifester des propriétés thérapeutiques très intéressantes. Il est possible que la découverte de ce premier agent antiviral s'avère aussi révolutionnaire que celle de la pénicilline, qui a engendré le lancement d'une série d'agents antibactériens. Cette perspective a incité le Dr Birnbaum à s'intéresser aux autres composés de cette famille et, même s'il en laisse l'essai clinique à d'autres laboratoires, il espère bien arriver à caractériser leur structure moléculaire. □

Texte français : Annie Hlavats

Ce tracé, produit à l'aide d'un ordinateur, représente 12 molécules d'acyclovir (1 en rouge) et 8 molécules d'eau (en bleu), telles qu'on les retrouve dans un cristal.

Computer-generated plot, showing 12 molecules of acyclovir (1 in red) and 8 molecules of water (in blue) as they are packed in a crystal.



## STARLAB

Last February, delegates from three Pacific Rim nations, Australia, Canada, and the United States, and observers from the United Kingdom met in Victoria and Vancouver, B.C., to continue planning a new instrument for space research. STARLAB, a 1 m telescope equipped with a camera and spectrograph, will be carried aloft by the Space Shuttle in the late 1980's for placement on one of NASA's proposed Space Platforms. The instrument, to be built at a cost of \$80-100 million, will "see" in the ultraviolet and infrared frequencies as well as the visible, and have a field of view large enough to examine extended objects like gas and dust clouds, star clusters, supernova remnants, and planetary atmospheres. As such, STARLAB will complement NASA's Space Telescope (scheduled for launch in 1985), a 2.5 m instrument with an extremely narrow field of view that gives detailed images in visible light. Unlike the Space Telescope, which will remain in orbit for many years, STARLAB will fly "missions" of only six months' duration. At the end of each observing period it will be recovered by the Shuttle and returned to earth for maintenance and insertion of new instrument packages.

The February meeting marked a transition from general planning of the scientific programs to engineering studies.

## CANADARM rides again — just as successfully

The third flight of NASA's space shuttle *Columbia* again carried Canada's remote manipulator system CANADARM into orbit. As in the previous mission, the arm was exceptionally trouble-free.

Although the crew encountered a variety of problems with *Columbia*, the space environment, and even with the weather at the landing site, they were all easily solved thanks to the Mission Control Center, the skill of the crew, and the inherent flexibility of all of the shuttle's systems. Operations with CANADARM proved to be no exception.

As the crew began deploying CANADARM, one of the TV cameras on the cargo bay wall failed, raising the prospect of having to postpone some of the key tests with the arm to the fourth flight. This camera was vital since it was needed by the astronauts for reberthing one of the two payloads the arm was to deploy. Deployment of this payload

was therefore cancelled, and NASA decided to carry out some of the CANADARM tests stated for this payload on the other payload instead. Then, the TV camera mounted on the CANADARM wrist failed! This camera had always been considered essential for aligning the arm with the special target or grapple fixture on the payload to be deployed. Fortunately, both the mechanism that retained the other payload in the cargo bay and its grapple fixture were located where the astronauts could view them through the cabin window. A procedure was quickly developed and confirmed using one of the simulators at the Johnson Space Center in Houston and the Flight Director gave a GO for deployment of the payload, called the Plasma Diagnostics Package or PDP. Astronaut Gordon Fullerton then entered the necessary coordinates for the PDP into *Columbia*'s computer, pressed the PROCEED button on CANADARM's control panel and watched the arm move itself automatically and smoothly to the intended position directly over the payload. Capture of the payload by CANADARM and subsequent deployment were straightforward.

NASA and Canadian engineers made friendly wagers as to how long it would take the astronauts to perform the reberthing tasks, that is, putting the package back into the cargo bay. Estimates ranged as high as 46 min. The CANADARM deputy project head won with a time of only 6 min. CANADARM had proved to be more readily guided than most were willing to bet.

Although the second payload had to be left in place during the mission (it will be deployed during the next flight) the tests still gave much of the data needed to declare the space arm operational. Few were louder in their praise of CANADARM than the returned astronauts, who told reporters it functioned "perfectly . . . more smoothly even than the simulators." Such comments were satisfying particularly to the engineers at NRC's National Aeronautical Establishment, who were responsible for CANADARM, and those of Spar Aerospace Limited in Toronto, who built it.

*Columbia*'s CANADARM still wears the Canada wordmark on its sleeve although it is now the property of NASA. The next arm and its associated equipment are nearing completion in Toronto, the first of three to be purchased by NASA. It will be installed in the orbiter *Challenger* later this year.

## Marine reference materials

International regulations require that debris to be dumped at sea, most often the dredged sludge from a harbour, be analysed for certain toxic substances. To analyse these accurately, however, a reference is needed — a material of known composition, similar to the materials to be tested. NRC recently announced the production of a series of marine sediment reference materials.

Two such materials with reliable determinations of 13 trace-level elements and 12 other inorganic constituents developed by Dr. Shier Berman's analytical chemistry laboratory at the National Research Council in Ottawa have been released for distribution to other laboratories. In 1982, three others were released by the Atlantic Research Laboratory (ARL) for which levels of polychlorinated biphenyls (PCBs) have been determined. In the Marine Analytical Chemistry Standards Program, ARL and the Division of Chemistry in Ottawa have cooperated to produce these references, until now available nowhere in the world.

According to the ARL's Dr. Roger Guevremont and Dr. David Jamieson, the materials conform to all the required characteristics of such references as outlined in a recent paper by the ARL team (*Trends in Analytical Chemistry*, January 1982, Vol. 1, No. 5). Their materials are homogeneous (the composition doesn't vary); they have a long life span; the supply is large enough to meet the needs of many users; and precise instructions are supplied on how to handle the samples.

The really big problem in terms of marine standards still remains — seawater, an incredibly complex and variable substance. In Ottawa, NRC analytical chemists are making headway in the task, and the first seawater reference standards should be released by mid-1982.

# En bref . . .

## Un bis pour CANADARM

Le télémanipulateur CANADARM a accompagné pour la troisième fois sur orbite la navette spatiale *Columbia* de la NASA. Cette fois encore, le bras spatial s'est remarquablement comporté.

*Columbia*, l'environnement spatial et même les conditions météorologiques au moment de l'atterrissage ont causé quelques difficultés à l'équipage mais elles furent toutes facilement surmontées grâce au Centre de contrôle de la mission, à la compétence de l'équipage et à la grande souplesse inhérente de tous les systèmes de la navette. CANADARM s'est acquitté de sa mission avec le même succès.

Alors que l'équipage libérait le télémanipulateur de ses attaches, une des caméras de télévision montée sur la paroi de la soute tombait en panne. L'une des deux charge utiles que le bras devait sortir ne pouvant être remise en place sans elle, la NASA décidait donc de se servir de l'autre charge utile pour effectuer certaines des expériences prévues avec celle-ci. C'est alors que la caméra du poignet du télémanipulateur tombait en panne à son tour! Cette caméra avait toujours été considérée comme indispensable pour aligner le bras sur la pièce d'arrimage de la charge utile à mettre en oeuvre. Fort heureusement, le mécanisme immobilisant l'autre charge utile dans la soute et sa pièce d'arrimage étaient parfaitement visibles des astronautes. On arrivait rapidement à s'accorder sur la manoeuvre à exécuter en se servant de l'un des simulateurs du Johnson Space Center de Houston et le directeur de vol donnait le FEU VERT pour le déploiement du Plasma Diagnostics Package (PDP). Après avoir communiqué à l'ordinateur de *Columbia* les données nécessaires, l'astronaute Gordon Fullerton pressa le bouton d'exécution sur le pupitre de commande du CANADARM et le bras amena sans difficulté la charge utile au point indiqué.

Les ingénieurs canadiens et de la NASA engagèrent des paris amicaux sur le temps qu'il faudrait aux astronautes pour replacer les charges utiles dans la soute, les plus pessimistes misant sur 46 min. C'est le chef de projet adjoint du CANADARM qui l'emporta avec seulement 6 min, l'outil s'avérant beaucoup plus facile à manier que prévu.

Bien que la deuxième charge utile n'ait pu être déplacée au cours de cette mission (elle le sera au cours de la prochaine), les essais ont cependant permis de recueillir une grande partie des données nécessaires pour déclarer le

télémanipulateur bon pour le service. Les astronautes ont vanté des mérites, déclarant aux journalistes qu'il fonctionnait "parfaitement . . . même mieux que les simulateurs". De tels commentaires sont particulièrement encourageants, notamment pour les ingénieurs de l'Établissement aéronautique national du CNRC responsables de sa réalisation et de ceux de Spar Aerospace Limited, de Toronto, qui l'ont construit.

Bien qu'il soit devenu la propriété de la NASA, le CANADARM de *Columbia* exhibe toujours le mot Canada sur sa manche. La construction d'un deuxième exemplaire du télémanipulateur, le premier des trois que la NASA a commandés, ainsi que de l'équipement annexe devant être installés sur "Challenger" vers la fin de l'année, s'achève à Toronto.

## STARLAB

Des représentants de l'Australie, le Canada et les États-Unis, ainsi que des observateurs du Royaume-Uni, se sont réunis à Victoria et Vancouver pour poursuivre la planification d'un nouvel instrument destiné à la recherche spatiale. STARLAB, télescope de 1 m de diamètre muni d'une caméra et d'un spectographe, sera installé sur une plateforme spatiale de la NASA après avoir été amené à pied d'oeuvre vers la fin des années 80 par la navette spatiale. L'instrument dont la construction coûtera de 80 à 100 millions de dollars, "verra" dans l'ultraviolet et dans l'infrarouge ainsi d'ailleurs que dans le visible, et aura un champ de vision suffisant pour examiner les objets étendus comme les nuages de gaz et de poussières, les amas stellaires, les restes de supernovae et les atmosphères planétaires. STARLAB servira de complément au Space Telescope de la NASA dont on prévoit le lancement en 1985; il s'agit là d'un instrument de 2,5 m de diamètre ayant un champ de vision extrêmement étroit donnant des images détaillées en lumière visible. Contrairement au Space Telescope, qui restera en orbite pendant de nombreuses années, STARLAB ne sera utilisé que pour des "missions" de six mois. Au terme de chaque période d'observation il sera récupéré par la navette et ramené à terre pour entretien et insertion de nouveaux instruments.

La rencontre de février marquait une transition de la planification générale des programmes scientifiques du projet STARLAB aux études d'ingénierie.

## Échantillons de référence marins

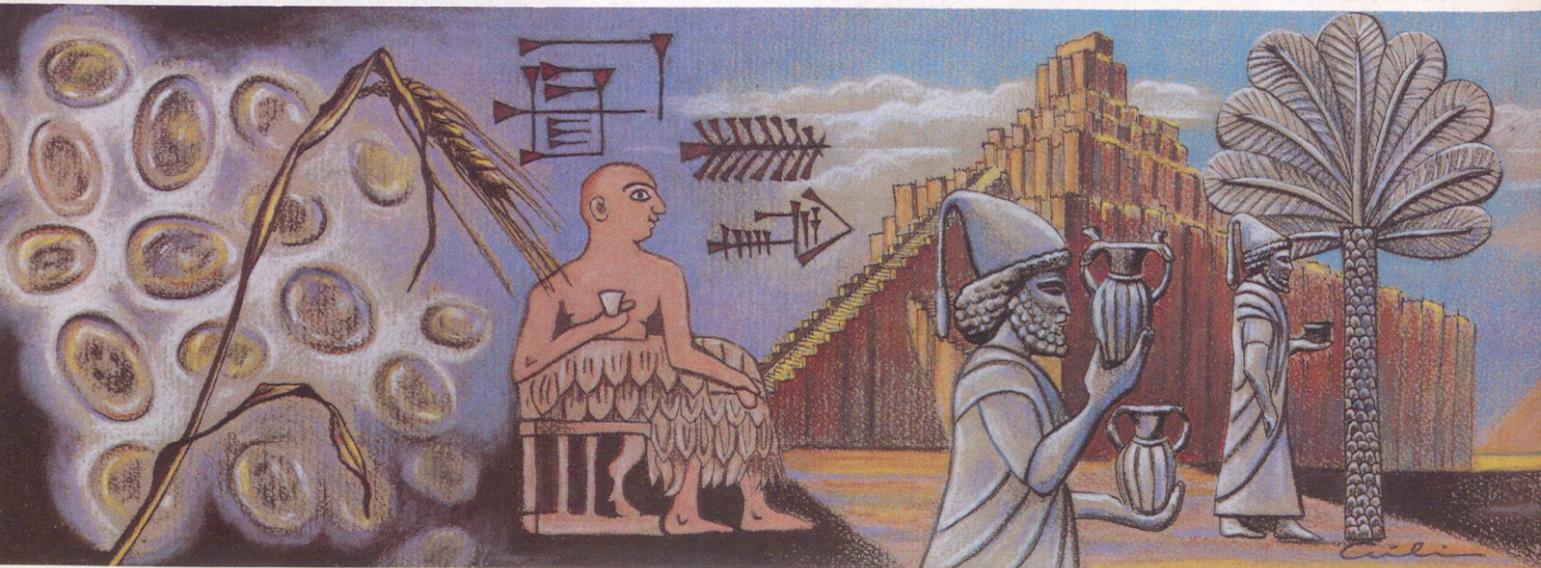
Les règlements internationaux font obligation d'analyser les matériaux devant être rejetés à la mer, comme la vase provenant du dragage des ports, pour voir s'ils contiennent certaines substances toxiques. On effectue cette analyse en s'aidant d'échantillons de référence ayant une composition semblable à celle des matériaux à analyser. Le CNRC a annoncé récemment la création d'une série d'échantillons de référence pour les sédiments marins.

Jusqu'à récemment, seulement deux de ces échantillons étaient disponibles; mis au point par le laboratoire de chimie analytique du Dr Shier Berman du CNRC à Ottawa, ils permettent de déterminer avec précision les concentrations de 13 éléments-traces et de 12 autres constituants inorganiques. Trois autres échantillons servant à déterminer le taux de polychlorobiphényles (PCB) ont été distribués par le Laboratoire de recherches de l'Atlantique (LRA) en 1982. Jusqu'ici de tels échantillons n'existaient nulle part dans le monde et ces résultats sont le fruit d'une collaboration dans le cadre du Programme de standards de chimie analytique marine entre le LRA et la Division de chimie d'Ottawa.

Selon les Drs Roger Guevremont et David Jamieson, du LRA, les échantillons de référence du CNRC répondent aux critères exigés en la matière et énoncés dans un document publié récemment par les chercheurs du LRA (*Trends in Analytical Chemistry*, January 1982, Vol. 1, n° 5): homogénéité (leur composition ne varie pas); longue durée de vie; disponibilité en quantité suffisante pour satisfaire à la demande des nombreux utilisateurs. De plus, des instructions précises accompagnant les échantillons renseignent les utilisateurs sur leur manipulation.

Mais la véritable difficulté en matière de standards marins réside dans la mise au point d'échantillons de référence pour l'eau de mer, substance incroyablement complexe et changeante. Les chimistes du CNRC à Ottawa y travaillent et l'on prévoit que les premiers échantillons de référence pour l'eau de mer seront disponibles avant la fin de 1982.

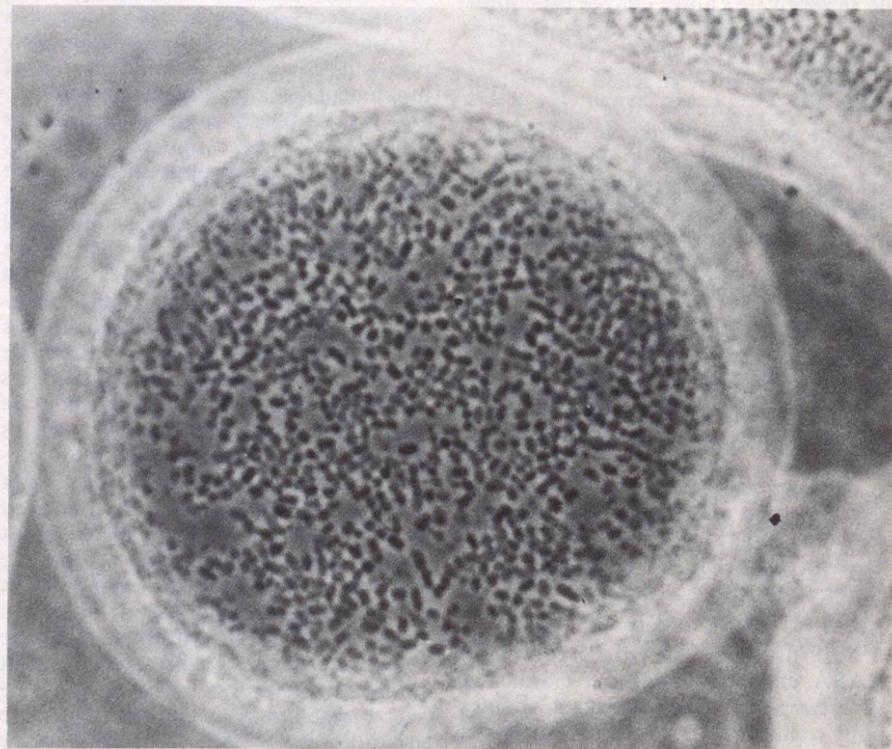
# Biotechnology



Researchers at McGill University in Montreal are helping to sow the seeds of a revolution in technology. They are at work on bugs which can, among other things, soak up radioactive wastes, ferment biomass to acetone and butanol, and make dry oil wells flow again.

One of the papers presented at the conference of the American Chemical Society in Hawaii during the summer of 1980 was entitled "Decontamination of radioactive waste water." In it, members of a team working at McGill University in Montreal disclosed that, after screening numerous bugs, they had found one — *Rhizopus arrhizus*, a common bread mold — with tremendous affinity for uranium and thorium; this microorganism soaked up almost 20 per cent of its weight in these radionuclides.

Three weeks before this disclosure there had been an accident at the Three Mile Island nuclear power plant, and nobody knew how to dispose of the highly radioactive water in its containment building. Not surprisingly, the Montreal researchers were inundated with questions from media and colleagues. They could not help clean up Three Mile Island — it takes decades for practical tools to evolve from basic research. But a practical technology will evolve from the kind of research being done at Montreal; it is now common wisdom that biotechnology will soon revolutionize the fields of

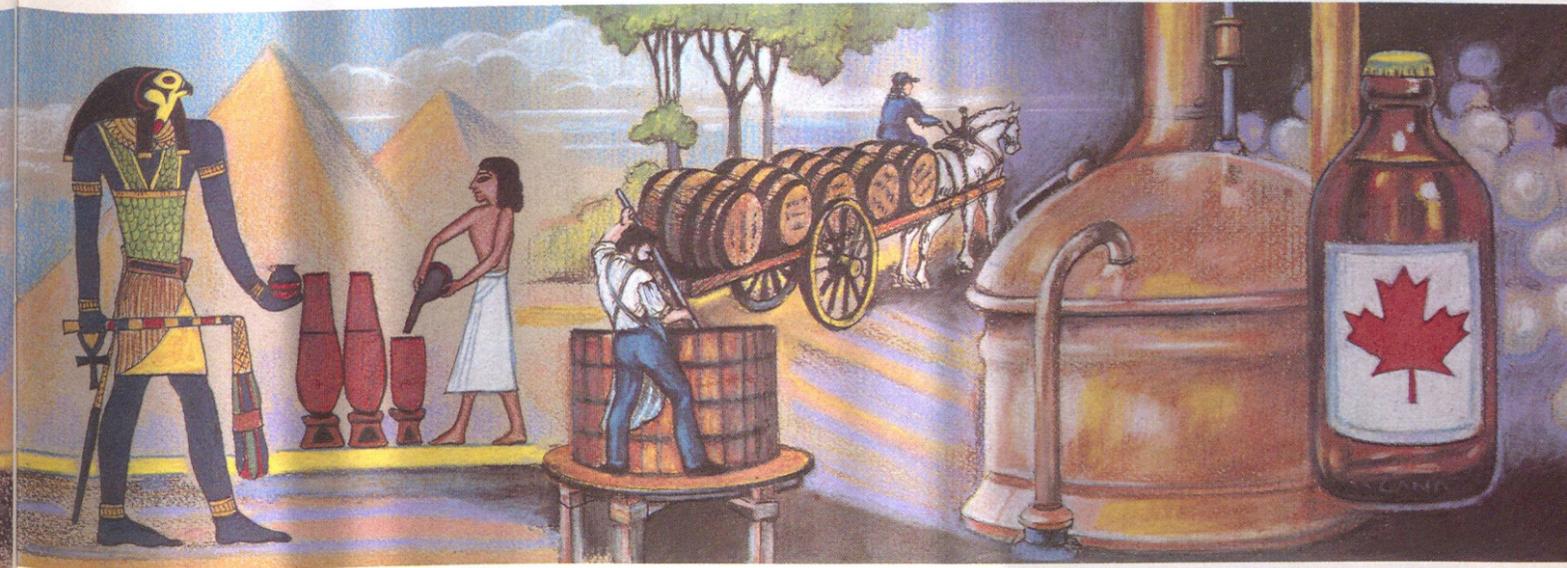


Magnified 600 times under a microscope, this droplet of hydrocarbon (oil) is surrounded by water (dark areas outside sphere) and kept from uniting with other hydrocarbon areas on photo periphery by microbes peppered over the droplet surface. These bugs (*Acinetobacter calcoaceticus*) consume the oil and produce a detergent-like material called a "surfactant" which can be used to enhance the recovery of oil from depleted wells.

Agrandie 600 fois au microscope, cette gouttelette d'hydrocarbure (pétrole) est entourée d'eau (zones sombres en bordure de la sphère). Assaillie par des microbes qui recouvrent sa surface, elle ne peut s'unir aux autres gouttes d'hydrocarbure que l'on voit à la périphérie de la photo. Ces organismes (*Acinetobacter calcoaceticus*) absorbent les hydrocarbures et produisent une substance semblable à un détersif, que l'on appelle un "surfactif", pouvant être utilisée pour améliorer l'efficacité de l'extraction du pétrole résiduaire de puits asséchés.

(McGill University) (Université McGill)

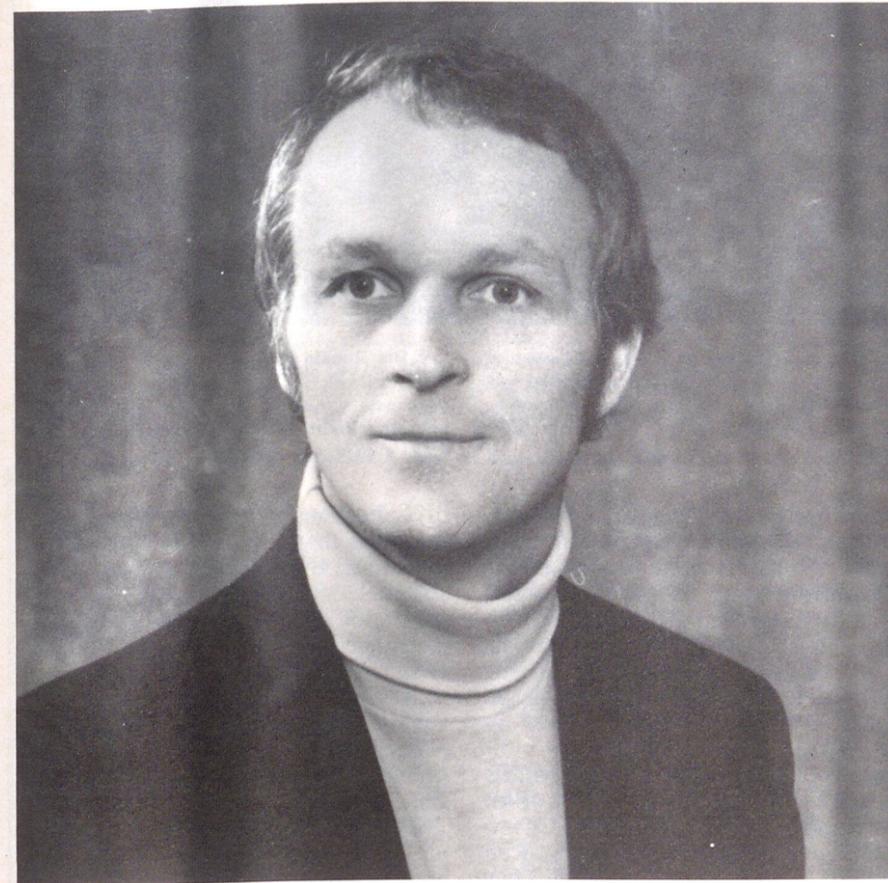
# La biotechnologie



(Aili Kurtis)

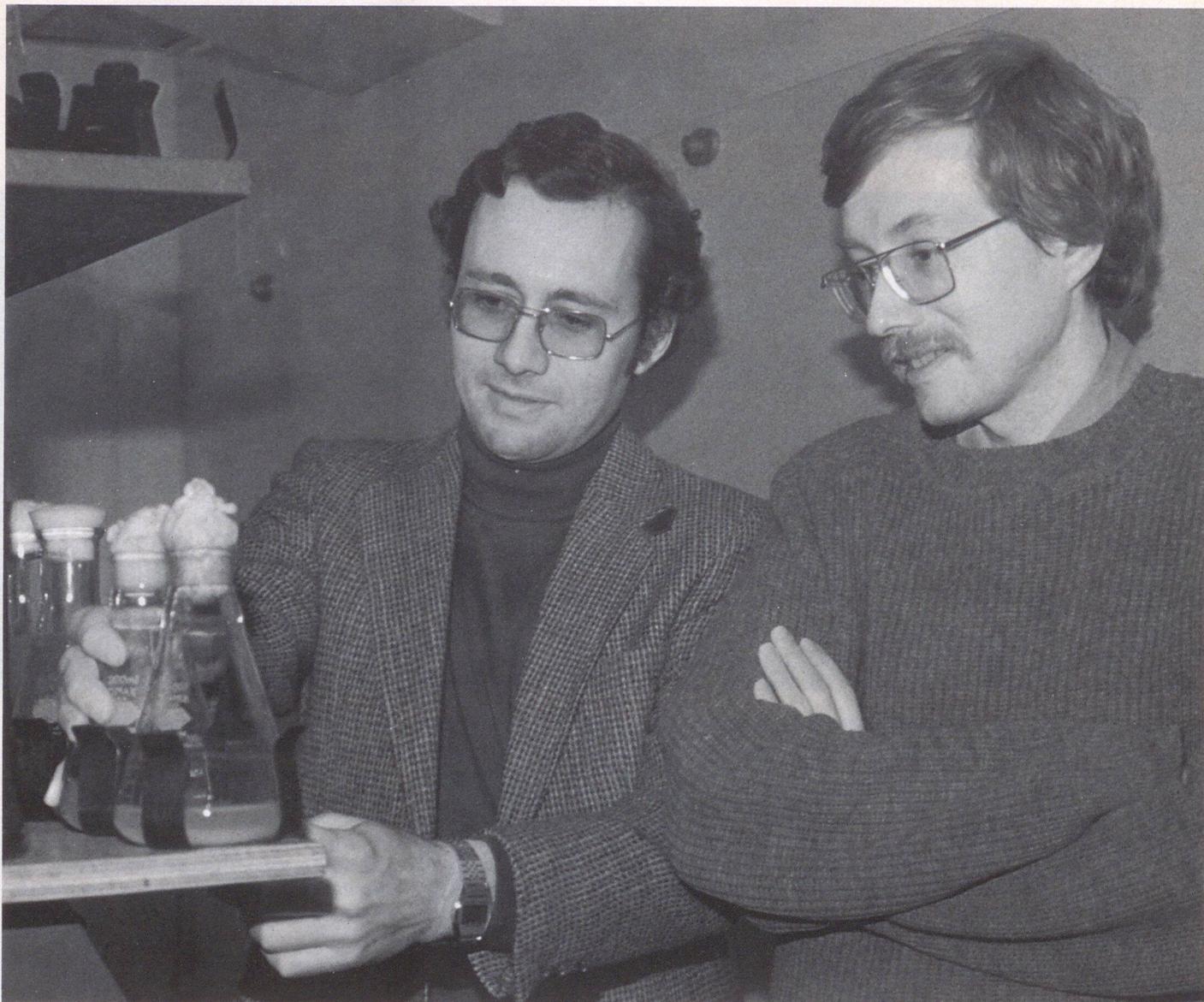
Des chercheurs de l'Université McGill, à Montréal, contribuent à la mise en marche d'une nouvelle révolution technologique. Ils étudient des micro-organismes qui, en plus d'autres propriétés, ont l'aptitude de digérer des déchets radioactifs, de transformer la biomasse en acétone et en butanol et de remettre en service des puits de pétrole asséchés.

L'une des communications présentées lors de la conférence de l'American Chemical Society, à Hawaii, au cours de l'été 1980, était intitulée "Decontamination of radioactive waste water" (La décontamination des eaux usées radioactives). Elle rendait compte des travaux d'une équipe de chercheurs de l'Université McGill, de Montréal, qui après avoir examiné de nombreux micro-organismes ont découvert qu'une moisissure commune du pain, *Rhizopus arrhizus*, manifestait une affinité considérable avec l'uranium et le thorium puisqu'elle peut absorber presque 20% de son poids en éléments radioactifs. Quand on sait que l'accident de la centrale nucléaire de Three Mile Island ne s'était produit que trois semaines avant l'amorce de cette découverte et qu'on ne savait alors que faire pour éliminer l'eau hautement radioactive de l'enceinte de confinement, il n'est pas surprenant que les chercheurs de Montréal aient été inondés de questions par les médias et leurs collègues. Ils ne pouvaient malheureusement intervenir parce qu'il faut beaucoup de temps pour passer de la recherche fondamentale à l'application indus-



Dr. Bohumil Volesky, a member of the McGill interdisciplinary team looking into new ways of using our planet's oldest inhabitants — micro-organisms.

Le Dr Bohumil Volesky, membre de l'équipe interdisciplinaire de l'Université McGill, s'intéresse à de nouveaux procédés permettant d'exploiter les plus anciens habitants de notre planète: les micro-organismes.



pharmaceuticals, energy, food production, chemicals, mining, waste management and much more. Following the Second World War, the dominant technology was nuclear and electronics; we then moved into the computer era; we are now moving from chips to bugs.

**Biotechnology:** the exploitation of the tiny living machines, thousands of times smaller than a grain of sand, which in recycling the molecules of the organic world, also happen to manufacture substances prized by man.

There are hundreds of thousands of species of microbes adapted to an impressive variety of habitats: some flourish at temperatures near the boiling point of water, others prefer a near-freezing temperature; some live in fresh water, others in the sea; some breathe air, others are poisoned by it. Microbes mutate readily, evolve rapidly, and can be genetically engineered for even greater diversity. Life for a microbe is short and intense. A

**Drs. Ronald Neufeld and David Cooper at McGill University. Finding microbes that can soak up radioactive wastes, or others that can be used to squeeze extra oil out of dry wells, takes teamwork.**

typical bacterium, given food and oxygen, can reproduce every 20 min or so. Doubling in numbers and size at this phenomenal rate, its progeny would equal the Earth in bulk at the end of a day — if their growth were not regulated by feedback mechanisms; if, for example, yeasts, which ferment grape sugars to wine, were not poisoned by the very alcohols they produce.

Biotechnology is not new, but what's happening at McGill is. Here, three professors in the department of Chemical Engineering, David Cooper, Ron Neufeld, and Bohumil Volesky, have joined forces to form an interdisciplinary team. With funding from the National Research Council under the Fermentation Technology Program, administered by NRC's Prairie Region-

**Les Drs Ronald Neufeld et David Cooper, de l'Université McGill. La mise en évidence de microbes capables de digérer des déchets radioactifs ou pouvant extraire du pétrole de puits asséchés fait appel à un travail d'équipe.**

al Laboratory, they are working on microbes that can soak up radioactive wastes, on the production of industrial solvents and liquid fuel by fermentation, on microbial surfactants (substances, for instance, which change the surface properties of oil and thus could make "dry" wells flow again), and a number of other projects. (They are not working on the most publicized facet of biotechnology — genetic engineering.)

Ron Neufeld, whose training exemplifies the mix of disciplines in biotechnology, studied microbiology, and after working in industry, took a Ph.D. in chemical/biochemical engineering.

After identifying the bread mold with a pronounced affinity for ura-

trielle, mais il ne fait pas de doute que leurs efforts se verront un jour récompensés. Ne prévoit-on pas d'ores et déjà que la biotechnologie va bientôt révolutionner les industries pharmaceutique, alimentaire, chimique, minière, l'énergie et de la gestion des déchets, pour ne citer que ces exemples. Tout comme les années qui ont suivi la fin de la Seconde Guerre mondiale ont été marquées par l'avènement de l'ère du nucléaire et de l'électronique puis de l'informatique, c'est à l'avènement de l'ère de la biotechnologie que nous assistons aujourd'hui.

La *biotechnologie* est l'exploitation de machines vivantes des milliers de fois plus petites qu'un grain de sable et qui, en recyclant des molécules organiques, produisent des substances très prisées de l'humanité.

Il existe des centaines de milliers d'espèces différentes de microbes adaptées à une impressionnante diversité d'habitats. Certaines d'entre elles se développent à des températures approchant le point d'ébullition de l'eau, d'autres préfèrent des températures très froides proches du point de congélation; certaines vivent dans l'eau douce, d'autres dans l'eau de mer; certaines encore ont besoin d'air pour vivre alors que c'est un poison pour d'autres. Les microbes subissent des mutations spontanées, évoluent rapidement et leur matériel génétique peut être recombinaisonné, ce qui favorise leur diversification. La vie d'un microbe est courte et intense. Dans des conditions favorables, une bactérie peut se reproduire toutes les vingt minutes. A ce rythme phénoménal, le volume de sa progéniture pourrait égaler celui de la terre en une journée si son développement n'était pas limité par des mécanismes particuliers; c'est ainsi, par exemple, que les levures qui réalisent la fermentation alcoolique du raisin sont

détruites par l'alcool même qu'elles produisent.

La biotechnologie n'est pas une science nouvelle, mais les travaux réalisés dans ce domaine par les professeurs David Cooper, Ron Neufeld et Bohumil Volesky, du Département de génie chimique de l'Université McGill, le sont. Dans le cadre d'une subvention qui leur a été accordée au titre du Programme sur la technologie de la fermentation administré par le Laboratoire régional des Prairies du Conseil national de recherches, ils s'intéressent à l'utilisation de micro-organismes pour l'élimination des déchets radioactifs, la production de solvants industriels, de carburants liquides et de surfactifs (substances qui modifient les propriétés de la surface du pétrole et qui, par conséquent, permettent d'envisager l'exploitation des puits "asséchés") ainsi que pour de nombreuses autres applications. (Leurs travaux ne touchent cependant pas le génie génétique.)

Le Dr Ron Neufeld, dont la formation fournit un exemple de la variété de disciplines auxquelles la biotechnologie fait appel, a étudié la microbiologie et, après avoir travaillé dans l'industrie, a obtenu un Ph.D. en génie chimique et biochimique.

"La mise en évidence de l'affinité prononcée des moisissures du pain avec l'uranium et le thorium", explique-t-il, "nous a amenés à nous interroger sur les dimensions possibles d'une colonne filtrante composée de microsphères fongiques; sur la fréquence de renouvellement nécessaire de la charge biologique et sur la réversibilité et la localisation de la réaction. Cependant, pour être en mesure de répondre à ces questions, nous devons d'abord expliquer nos propres résultats, et pour cela commencer par disséquer la paroi cellulaire."

L'isolation d'un micro-organisme intéressant n'est qu'un début. L'ingénieur doit, par la suite, concevoir un environnement (cuves, pompes, tuyauterie, etc.) favorable à son développement et d'où les produits obtenus peuvent être facilement retirés. C'est ainsi que l'équipe de chercheurs a conçu un système de culture à alimentation continue comprenant une membrane poreuse en rotation servant à retenir ou à immobiliser les micro-organismes pendant qu'ils réalisent la transformation de leurs éléments nutritifs en solvants tels que l'acétone et le butanol.

"Les ingénieurs", ajoute le Dr Neufeld, "aiment se servir de modèles; c'est une façon plus simple d'effectuer des expériences." Dans ce cas, les modèles sont mathématiques et, utilisés de concert avec des instruments qui assurent le monitoring permanent de produits chimiques à l'intérieur d'un réacteur, ils permettent d'optimiser l'efficacité de la fermentation. Tout cela grâce à l'ordinateur qui, de surcroît, régularise tous les processus intervenant dans la réaction.

Le Dr Neufeld et ses collègues s'intéressent également aux micro-organismes qui produisent des surfactifs. Ces composés, qui agissent sur des surfaces, s'agglutinent autour de globules de pétrole comme des épingles sur un coussinet, leur tête hydrophile dans la phase aqueuse et leur queue hydrophobe dans le pétrole. Agissant en quelque sorte comme un détersif, ils pourraient faciliter l'extraction du pétrole emprisonné dans le sable ou les roches poreuses. Les surfactifs pourraient également servir à séparer les émulsions de pétrole et d'eau qui sont les produits et les déchets de l'exploitation des sables bitumineux, et augmenter l'efficacité des procédés de récupération du pétrole.

### Les préliminaires de la biotechnologie

L'homme a commencé à se servir de micro-organismes bien avant qu'il ne les connaisse ou que le terme biotechnologie n'ait été inventé. En effet, les Sumériens et les Babyloniens fabriquaient de la bière il y a 8 000 ans et, près de 6 000 ans passés, les Égyptiens utilisaient des levures pour faire lever le pain. Nos ancêtres se servaient également de bactéries et de moisissures dans la préparation des yogourts et des fromages, et la fermentation alcoolique était déjà connue du temps du déluge puisque l'on peut lire dans la Bible, à propos de Noé, qu' "à boire du vin, il s'enivra".

Ce n'est qu'au 17<sup>e</sup> siècle qu'Anton van Leeuwenhoek, en examinant un frottis de résidus dentaires à l'aide de son microscope rudimentaire, put observer pour la première fois des "animacules" en activité qui, en présence d'aliments, se multipliaient indéfiniment.

Au 19<sup>e</sup> siècle, Louis Pasteur élucidait quelques-uns des mécanismes métaboliques complexes intervenant dans la fermentation par les levures et ses travaux lui permirent d'expliquer pourquoi "la bière allemande était meilleure que la bière française".

Ce n'est toutefois qu'au cours de la Première Guerre mondiale que l'on commença à utiliser des micro-

organismes pour des applications autres qu'alimentaires. Travaillant à l'Université de Manchester, Chaim Weizmann (qui devait devenir plus tard le premier président de l'État d'Israël) réussit à isoler des bactéries capables de transformer le maïs ou la mélasse en acétone (utilisée pour rigidifier la toile des ailes des avions ainsi que pour fabriquer de la cordite), en butanol (utilisé pour fabriquer du caoutchouc synthétique) et en d'autres solvants industriels essentiels. Son procédé de synthèse naturelle, rentable jusqu'au milieu des années cinquante, devait être par la suite éliminé par l'abaissement du coût du pétrole qui de ce fait supplanta la biomasse.

nium and thorium, explains Dr. Neufeld, the McGill team has been asking practical questions such as, How large can a column containing this fungus in the form of fragile beads be made? How many times can these metals be washed out of such a "bio-filter"? Where does the biosorption take place? Can the reaction be reversed? "We're starting to question our own findings," says Neufeld. "We're starting to take the cell wall apart piece by piece."

Finding a helpful bug is only the first step. The engineer must then devise an environment — vats, pumps, pipes and so on — in which the microorganism can grow, and from which its products can be removed. To this end the team has designed a way of continuously feeding microbes which are retained or in a sense immobilized by a spinning porous membrane, and which ferment their flow of nutrients, producing solvents such as acetone and butanol.

"Engineers," says Neufeld, "always like to make models; it's the lazy way of doing experiments." The models, in this case are mathematical. With their help, and that of instruments which constantly monitor the chemicals inside the reactor, the subtle cookery of this fermentation is optimized. Computers make this possible, and more important control the laboratory reaction.

Neufeld and his colleagues are also looking at microbes that produce surfactants. These surface-active compounds cluster around oil globules like pins on a cushion, their water-loving heads in the aqueous phase, their water-hating tails buried in the oil. Acting somewhat like a detergent, such surfactants could enable more oil to be pumped from wells in which it is now "stuck" to sand and porous rock. They could also help in de-emulsifying the mixtures of oil and water which are the products and wastes of sands projects and enhanced oil recovery techniques.

All of this work is being carried out at the laboratory scale. "Whether we actually come up with a commercially successful process or not is beside the point," says Neufeld. "We approach this as a training exercise."

Will there be jobs in Canada for the graduate students, the engineers, microbiologists, and chemists now carrying out research with Neufeld and co-workers? At the moment, biotechnology plays an insignificant role in Canada's economy: there are less than five firms or institutes actively working in the field. "We are babes in arms when it comes to biotechnology," says Neufeld. "Canada has been sitting on the sidelines, and if we're going to get



on the bandwagon it will take an enormous and immediate investment."

In the last few years, according to the recent publication of the Science Council of Canada entitled *Biotechnology in Canada: Promises and Concerns*, Japan, West Germany, England, France, and the United States have invested billions of public and private dollars in biotechnology. A task force of Canada's Ministry of State for Science and Technology (McGill's Dr. Vohumil was a member) recently recommended that the federal government spend \$500 million on biotechnology over the next 10 years.

What results would such an investment bring? The biotechnological rev-

olution has sent shock waves through universities, companies, and governments in those countries where it began. The field changes rapidly, competition between scientists is intense, unprecedented, and highly profitable links are being forged between industry and the academy. Some are concerned about the bias and dependence that this trend may introduce, and some are concerned that in circumventing Nature's biological checks and balances, and especially in using recombinant DNA techniques to create new life forms and alter existing ones, we may create grave, unforeseeable dangers.

Others talk, passionately and convincingly, of biotechnology's great promise. One such is McGill graduate Ronald Cape, co-founder and chairman of the first and, in terms of stock market value, largest of the new biotechnology companies, Cetus Corporation of Berkeley, California. Cape, whose doctorate is in biochemistry, spoke recently at a McGill biotechnology symposium. "Anything a chemist can do," he said, "a bug can do better, cheaper, and cleaner. Biotechnology will produce much of what the heavy chemical industry now produces; and some of the small innovative companies of today will be the DuPonts and Monsantos of tomorrow." Bugs are tiny factories; befriend them and they will look after our future. But, insisted Cape, \$500 million is not nearly enough to seed this revolution in Canada. □

**Séan McCutcheon**

*Séan McCutcheon is a freelance writer working in Montreal.*

#### **Biotechnology background**

Man used bugs long before he knew anything about them, or coined the word biotechnology. More than 8000 years ago, Sumerians and Babylonians were making beer. Almost 6000 years ago Egyptians were using yeast to leaven bread. Our forefathers used bacteria and molds to make yoghurt, cheeses — and after the Flood, the Bible tells us, Noah "drank of the wine and was drunken."

It was not until the 17th century that Anton van Leeuwenhoek, examining scrapings from his teeth through his primitive microscope, saw for the first time some of the moving "animacules" which had been providing generation after generation with food and drink.

Louis Pasteur in the 19th century

untangled some of the complex metabolic pathways followed by yeasts during fermentation, and his studies enabled him to answer practical questions such as "Why is German beer better than French?"

During World War I, bugs were put to work for the first time *outside* the food and drink industries. Working at the University of Manchester, Chaim Weizmann (later the first president of Israel) succeeded in isolating bacteria which convert corn or molasses into acetone (used to stiffen the fabric wings of aircraft and to make explosive cordite), butanol (used to make synthetic rubber), and other industrial solvents. His process of natural synthesis remained commercially viable until it was ousted in the mid-1950's when petroleum became cheaper than biomass.

Tous ces travaux sont réalisés à l'échelle du laboratoire. "Notre objectif n'est pas de mettre au point un procédé commercialisable", ajoute le Dr Neufeld, "mais plutôt d'acquiescer de l'expérience."

Les étudiants diplômés, les ingénieurs, les microbiologistes et les chimistes qui collaborent avec le Dr Neufeld et ses collègues trouveront-ils des débouchés au Canada? Le rôle joué par la biotechnologie dans l'économie nationale est actuellement insignifiant. Moins de cinq organismes sont activement engagés dans ce domaine. "La biotechnologie dans ce pays n'en est encore qu'à ses premiers balbutiements", poursuit le Dr Neufeld. "Le Canada a toujours joué un rôle marginal sur ce plan et l'intensification de sa contribution dans ce domaine demanderait l'investissement immédiat d'énormes capitaux."

Au cours des dernières années, et comme en témoigne une récente publication du Conseil des sciences du Canada intitulée *Promesses et aléas de la biotechnologie*, le Japon, l'Allemagne occidentale, l'Angleterre, la France et les États-Unis ont affecté des fonds publics et privés considérables au développement de la biotechnologie. Au Canada, une mission de travail du Ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie (dont le Dr Vohumil de l'Université McGill faisait partie) a récemment recommandé que le gouvernement fédéral consacre au cours des dix prochaines années 500 millions de dollars à la biotechnologie.

Mais quels résultats peut-on attendre d'un pareil investissement? Les ondes de choc de la révolution biotechnologique ont atteint les universités, les compagnies et les gouvernements des pays qui l'ont vu naître. La biotechnologie est un domaine qui évolue rapidement; elle donne lieu à une concurrence intense et sans précédent entre les scientifiques et encourage l'établissement de liens extrêmement avantageux entre l'industrie et les universités. Certaines personnes s'inquiètent de la polarisation et de la dépendance que cette tendance pourrait créer, d'autres craignent que les modifications de l'équilibre biologique naturel, notamment à la suite de recombinaisons génétiques, aboutissent à la création d'organismes nouveaux ou modifiés, susceptibles de présenter des dangers sérieux et imprévisibles.

D'autres encore évoquent de façon passionnée et convainquante les avantages énormes que cette nouvelle technologie laisse entrevoir. L'un de ces partisans est Ronald Cape; diplômé de l'Université McGill, il est cofondateur et président de la Cetus Corporation, à Berkeley, en Californie, qui est la première et la mieux cotée des nouvelles entreprises biotechnologiques. Titulaire d'un doctorat en biochimie, Ronald Cape a récemment donné une conférence à l'Université McGill à l'occasion d'un colloque sur la biotechnologie. "Les micro-organismes peuvent faire tout ce que fait un chimiste et ils peuvent le faire mieux, à meilleur coût et encore plus proprement", a-t-il expliqué. "Éventuellement la biotechnologie sera la principale source de production d'industrie chimique lourde et parmi les petites compagnies novatrices que l'on voit naître aujourd'hui se trouvent les DuPonts et les Monsanto de demain." Les micro-organismes sont des usines microscopiques; traitons-les avec égards et ils pourvoiront à nos besoins futurs. "Mais", souligne le Dr Cape, "500 millions de dollars ne suffiront pas pour semer les germes d'une révolution biotechnologique au Canada." □

*Texte français* : Annie Hlavats

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

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.