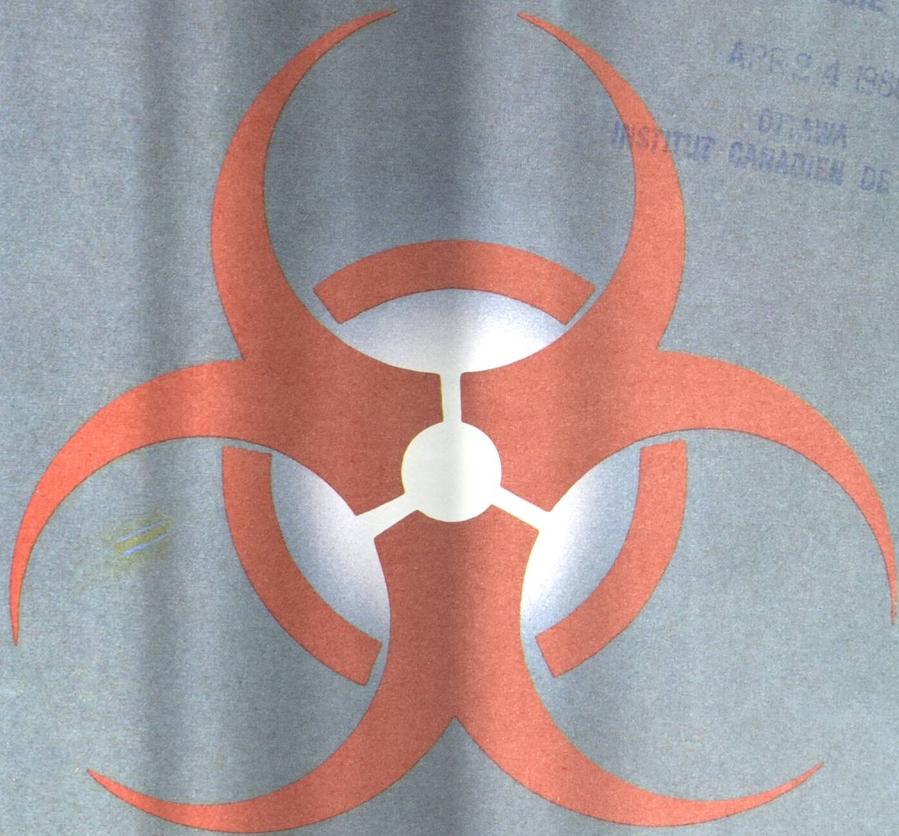


22
4155
#2
1780

SCIENCE DIMENSION

1980/2

CANADA INSTITUTE FOR S.T.E.
APR 24 1980
OTTAWA
INSTITUT CANADIEN DE L'É.T.



BIOHAZARDS/LES RISQUES BIOLOGIQUES

SCIENCE DIMENSION



National Research Council Canada
Conseil national de recherches Canada

Vol. 12, No. 2, 1980

ISSN 0036-830X

Indexed in the Canadian Periodical Index
This publication is available in microform.

CONTENTS

-
- 4 Safest risk in town**
Pathogen laboratory
-
- 8 Reducing the risks**
High security recombinant DNA laboratory
-
- 10 Lights in the lobbies**
Apartment security
-
- 14 Stereo-orthophoto mapping**
Transfer of modern technology to developing countries
-
- 18 Light gas makes heavy impact**
Hydrogen fuel for the future
-
- 22 Piloting under pressure**
Graduates granted incentives
-
- 26 Stars on the wane**
Gone with the wind
-

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

Editor-in-chief Loris Racine

Editor Wayne Campbell

Executive Editor Joan Powers Rickerd

Design Acart Graphic Services

Editorial Production Coordinator Patricia Montreuil

Printed in Canada by Dollco

31159-9-0742

Fermentation first at PRL Teamwork on the Prairies

For years, biologists have been examining the poppy plant and attempting to remove cells from the plant and culture them in fermenters for the production of opiates. The mix of substances that make up opium is, after all, of great medical and pharmaceutical importance. Morphine, one of opium's active ingredients, is medicine's drug of choice for killing pain, while codeine, another component of the opiate mix, is widely used as an analgesic (pain-killer) and antitussive agent (cough suppressant). Recently, workers at the National Research Council's Prairie Regional Laboratory in Saskatoon succeeded in obtaining cultures of poppy cells that yield one of these valuable compounds.

"The most important compound of the opiates, specifically the morphinane alkaloids, is codeine," says PRL's Dr. Wolf Kurz. "It has a much wider commercial application than the other, stronger analgesics in the alkaloid family."

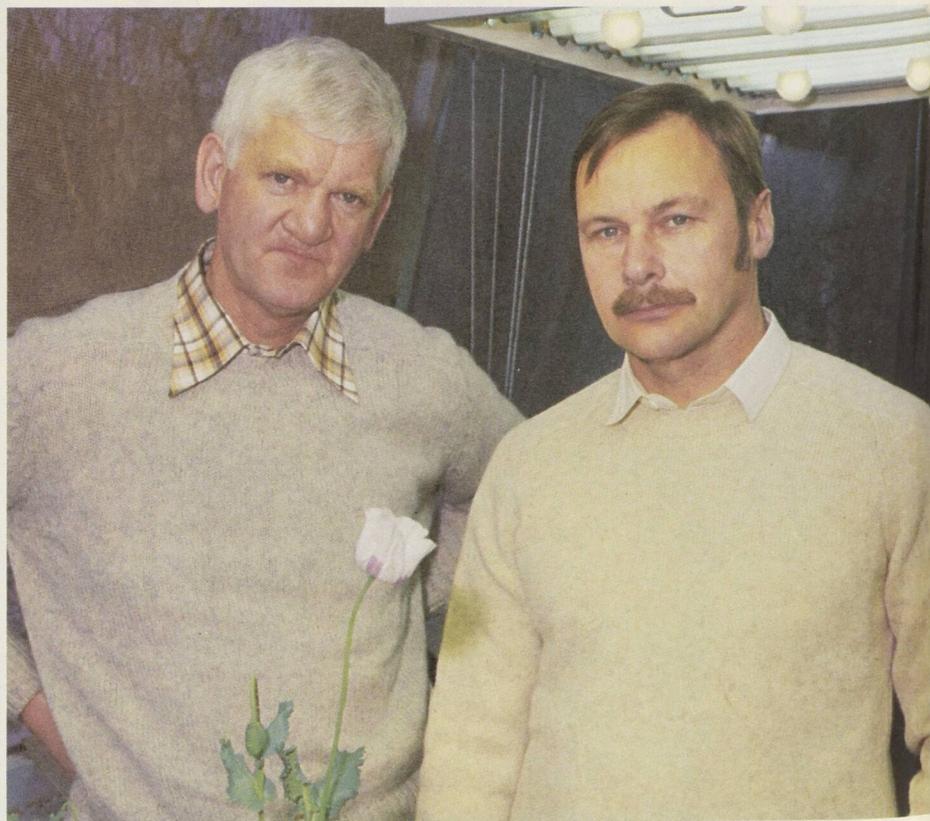
Kurz, who is adept at growing cells with his own specially-designed fermentation equipment, works with another PRL scientist, Dr. Fred Constabel, whose expertise lies in isolating the cell lines that act as Kurz's raw material. In fact, the codeine work is only one of several cell culture projects that bring the two scientists together.

Cell biologists, particularly those in Ger-

many, the U.S.A. and Japan, have tried for years to grow poppy cells containing commercial amounts of these analgesic alkaloids without avail. The advantages of such a breakthrough: it may remove Western medicine's reliance on imported plant materials and could tighten up the security system surrounding the transport and processing of these important pain-killing drugs. Kurz and Constabel, fortunate in selecting the right poppy variety, have come up with laboratory conditions that favor the growth of the so-called "giant" cells which resemble the latex vessels of the poppy that contain the milk from which opium is derived.

While other scientists have been aware of these giant cells, coaxing the plant to grow and produce opiate alkaloids in culture has been the big problem. Says Kurz: "It not only depends upon the plant cultivar (or variety) you use, but on the growth medium as well, in other words what nutrients and hormones you provide the cell with to grow." The PRL scientists recently published their findings in the scientific journal *Phytochemistry*, and patents on the process are now pending in a number of countries, Canada, the United States, Germany and Japan, to name a few. □

Wayne Campbell



Drs. Fred Constabel and Wolf Kurz. Teamwork is the key. (Photo: Prairie Regional Laboratory)

Les Drs Fred Constabel et Wolf Kurz. La collaboration est la clef de la réussite. (Photo: Laboratoire régional des Prairies)

Une première en fermentation au LRP Résultat d'un travail d'équipe

Depuis de nombreuses années des biologistes essaient d'extraire des cellules de pavot et de les cultiver dans des fermenteurs pour obtenir des narcotiques. Les différentes substances qui composent l'opium ont, après tout, une grande importance médicale et pharmaceutique. La morphine, un des principaux actifs de l'opium, est un analgésique très utilisé en médecine, alors que la codéine, autre élément entrant dans sa composition, est largement utilisée comme sédatif et antitussif. Des chercheurs du Laboratoire régional des Prairies du Conseil national de recherches, à Saskatoon, sont récemment parvenus à réaliser des cultures de cellules de pavot produisant un de ces utiles composés.

«Le plus important des alcaloïdes narcotiques, et tout particulièrement de la morphinane, est la codéine», nous a dit le Dr Wolf Kurz, du LRP. «Elle a des applications commerciales beaucoup plus étendues que les autres analgésiques plus puissants de la famille des alcaloïdes.»

Kurz, qui est passé maître dans l'art de cultiver des cellules dans un fermenteur de sa conception, travaille avec un autre scientifique du LRP, le Dr Fred Constabel, qui s'est spécialisé dans l'isolement des familles cellulaires dont Kurz se sert comme matière première. Les travaux sur la codéine ne représentent d'ailleurs qu'une partie des activités qui ont amené les deux scientifiques à collaborer.

Les cytologistes, surtout ceux d'Al-

lemagne, des États-Unis et du Japon, cherchaient depuis longtemps mais sans succès à cultiver des cellules de pavot renfermant des quantités commercialisables de ces alcaloïdes analgésiques. Le gros avantage d'une telle réussite est qu'elle pourrait libérer la médecine occidentale de sa dépendance vis-à-vis des plantes importées et permettre de renforcer les mesures de sécurité dont le transport et le traitement de ces précieuses substances sont entourés. Kurz et Constabel, qui ont eu la bonne fortune de sélectionner la bonne variété de pavot, sont parvenus à réaliser les conditions de laboratoire qui favorisent le développement de ce que l'on appelle des cellules géantes ressemblant aux laticifères véhiculant le jus dont on tire l'opium.

Les autres chercheurs connaissaient bien l'existence de ces cellules géantes mais la grosse difficulté était de faire pousser la plante et d'en tirer des alcaloïdes narcotiques. Kurz précise: «Il ne suffit pas que la variété utilisée soit bien choisie, il faut aussi que vous fournissiez à la cellule les éléments nutritifs et les hormones qui lui conviennent, c'est-à-dire un terrain favorable à sa croissance.» Les scientifiques du LRP ont récemment publié leurs résultats dans *Phytochemistry*, et des demandes de brevets ont été déposées dans plusieurs pays dont le Canada, les États-Unis, l'Allemagne et le Japon. □

Texte français: Claude Devismes

SCIENCE DIMENSION



Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

Vol. 12, N° 2, 1980

ISSN 0036-830X

Cité dans l'Index de périodiques canadiens

Cette publication est également disponible
sous forme de microcopies.

SOMMAIRE

5 Un danger sans risque

Le laboratoire de pathogénie

9 Mieux vaut prévenir que guérir

Une installation pour les manipulations génétiques

11 Innovation dans les halls d'entrée

Sécurité dans les immeubles

15 La cartographie à l'aide de la stéréo-orthophotographie

Un transfert de technologie moderne aux pays en voie de développement

19 Un gaz léger lourd de promesses

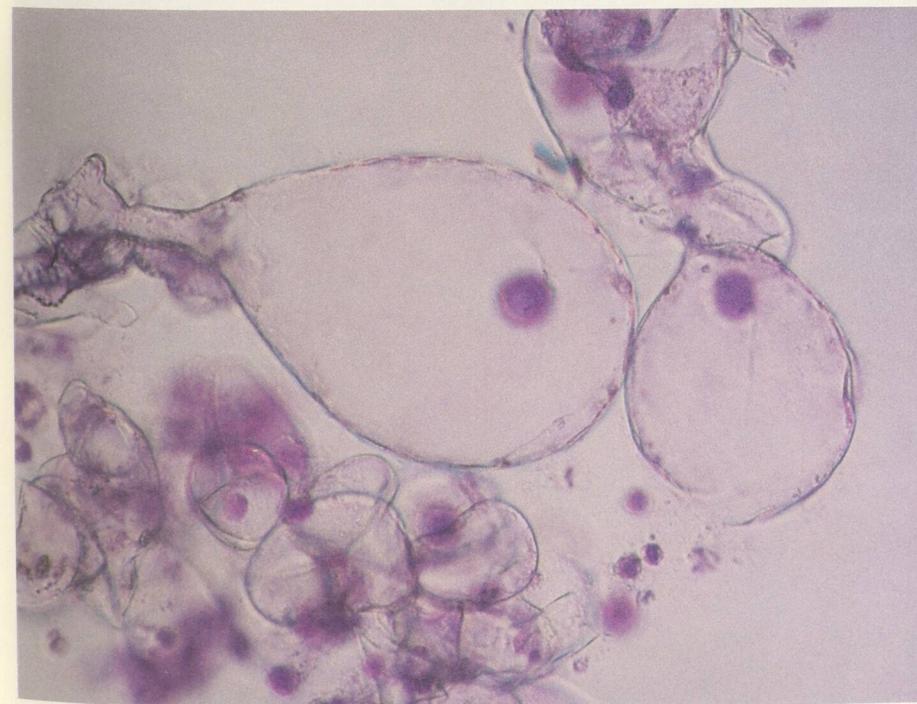
L'hydrogène, carburant pour l'avenir

23 Le pilotage sous pression

On aide les diplômés

27 Étoiles à l'agonie

Autant en emporte le vent



Enlarged under the microscope and stained, the giant poppy cell in the centre produces opium alkaloids. (Photo: Prairie Regional Laboratory)

On peut voir sous grossissement microscopique, au centre, une cellule «géante» de pavot productrice d'alcaloïdes d'opium. (Photo: Laboratoire régional des Prairies)

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

Directeur Loris Racine

Rédacteur en chef Wayne Campbell

Rédacteur exécutif Joan Powers Rickerd

Conception graphique Acart Graphic Services

Coordonnatrice de la rédaction Patricia Montreuil

Imprimé au Canada par Dolco

31159-9-0742

Pathogen laboratory Safest risk in town

Dr. Kenneth G. Johnson, NRC Staff Microbiologist, has his office on the top floor of the main Council building on Sussex Drive in Ottawa. Impressions: smells of formaldehyde and acetone; windows with stone casements, overlooking the Gatineau Hills; children's artwork on the wall: *I'm Mr. Microbe. Won't you study me?*

Ken Johnson is talking about acceptable risk. "All technology has hazards, the old as well as the new. In terms of deaths caused, coal mining is more dangerous than nuclear power. Cars are powered by poison-gas generators, and electricity enters homes at voltages that can kill.

"By contrast, we've done our best in the Division of Biological Sciences to make

our research into bacterial pathogens not just safe, but as safe as humanly possible. My cigarette smoke is probably the most hazardous thing you'll be exposed to on this floor."

Ken Johnson is principal designer and user of the NRC Pathogen Laboratory, whose door stands less than four yards away from where he talks. A few yards farther, past more doors and pressure barriers, are kilograms of micro-organisms causing gonorrhoea, cholera and meningitis. They have been produced there, in the heart of a medium-sized city, for more than four years. They have caused not a single infection. The Path Lab is beyond doubt one of the *safest* risks in town.

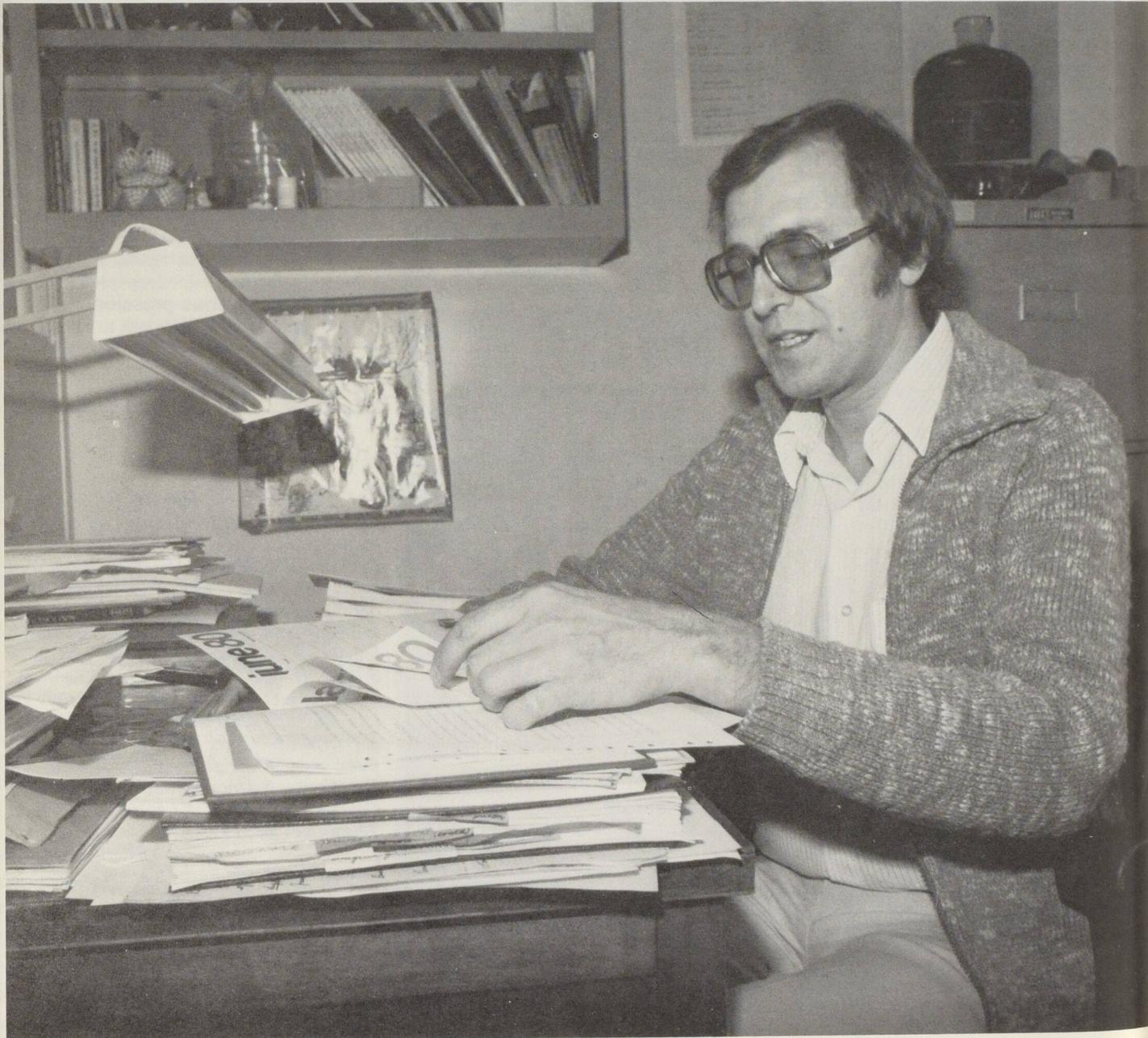
Ken Johnson: "Scientists once suspected

that every human ailment was caused by its unique microbe. In turn, all pathogenic bacteria were thought to do their damage by secreting organic poisons called toxins. We now know about many other things besides bacterial toxins that make people sick: allergies, parasites, viruses. Pathogenic bacteria are only part of this crowd."

The bacterial part of "this crowd" has, moreover, seemed to be controllable in recent years. The inoculations, drugs and

Ken Johnson: "Under perfectly controlled conditions, nature does what she bloody well pleases." (Photo: Bruce Kane, NRC)

Ken Johnson: «Le comportement des bactéries semble parfois défier les lois de la nature.» (Photo: Bruce Kane, CNRC)



Le laboratoire de pathogénie

Un danger sans risque

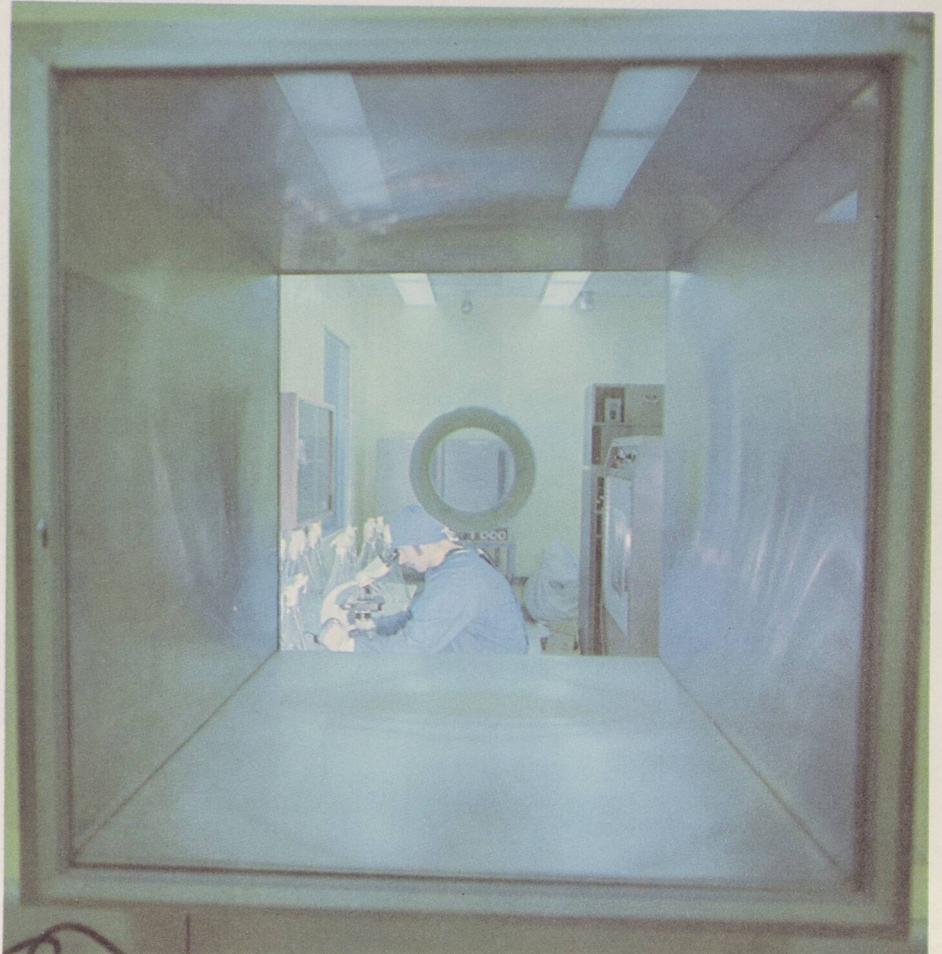
À l'étage supérieur de l'édifice principal du Conseil national de recherches, situé sur la promenade Sussex, à Ottawa, se trouve le laboratoire du Dr Kenneth G. Johnson, microbiologiste. L'odeur de formaldéhyde et d'acétone qui y règne, les fenêtres aux châssis de pierre faisant face aux collines de la Gatineau, les dessins d'enfants suspendus au mur et portant la légende: «*Je suis M. Microbe. Voulez-vous m'étudier?*», ne manquent pas de susciter une foule d'impressions chez le visiteur.

Laissons le Dr Ken Johnson nous parler de la sécurité de ses recherches: «La technologie a toujours présenté des dangers, qu'elle soit primitive ou avancée. Le travail dans les mines de charbon s'est avéré bien plus dangereux que l'exploitation de l'énergie nucléaire à en juger d'après le nombre de décès occasionnés dans les deux cas. Les gaz d'échappement de nos automobiles sont non moins nocifs et l'électricité que nous utilisons arrive à nos domiciles avec une tension pouvant causer la mort.

«Par contre, à la Division des sciences biologiques, nous avons fait de notre mieux pour nous assurer que nos recherches sur les bactéries pathogènes sont non seulement sûres, mais aussi sûres que possible. La fumée de ma cigarette est probablement l'élément le plus dangereux auquel on puisse être exposé sur cet étage.»

C'est à une distance d'environ 4 m du laboratoire de pathogénie du CNRC que se tient le Dr Ken Johnson, premier utilisateur de cette installation et principal responsable de sa conception. Quelques mètres plus loin, séparés de lui par des portes et des espaces en surpression, se trouvent des kilogrammes de micro-organismes de la blennorragie, du choléra et de la méningite. C'est dans ce laboratoire, au coeur d'une ville moyenne, qu'ils ont été cultivés depuis plus de quatre ans. Ils n'ont jamais occasionné une seule infection. Le laboratoire de pathogénie est incontestablement l'un des dangers les moins menaçants qui puissent exister dans la ville.

Rendons la parole au Dr Johnson: «Autrefois les scientifiques pensaient que toutes les maladies qui affectaient l'être humain étaient causées par des microbes particuliers. De même, on croyait que l'effet néfaste des bactéries pathogènes était dû à des poisons organiques, appelés toxines, qu'elles sécrétaient. Aujourd'hui, nous savons qu'en plus des toxines bactériennes, il existe un grand nombre d'autres facteurs pouvant causer des maladies, à savoir: les allergies, les parasites, les virus. Les bactéries pathogènes ne sont que l'un des éléments de la série.»



Au cours des dernières années, par ailleurs, la science a trouvé des armes contre ces organismes. Grâce aux vaccins, aux médicaments et à l'hygiène, leurs effets ont été atténués. Cependant le succès même de ces mesures préventives semble avoir encouragé une certaine insouciance chez l'homme moderne qui néglige son immunisation. Cette attitude est bien risquée.

Les épidémies ont-elles été enrayerées pour toujours au Canada? «Ceux qui le croient risquent d'avoir des surprises déplaisantes», ajoute le Dr Johnson. «Les toxines bactériennes ne sont pas soudainement devenues bénignes. On estime que la toxine Botulinum D est environ trois millions de fois plus virulente que la strychnine. Chaque cas de salmonellose confirme que ces substances sont encore redoutables.»

Le bouclier de la médecine préventive nous protégera-t-il toujours? Il est bien connu que chez les bactéries le code génétique régissant les activités biochimiques est souvent le siège de modifications aboutissant à la neutralisation des antibiotiques. Des souches de bactéries qui n'ont jamais été exposées à la tétracycline s'avèrent soudainement résistantes à cette substance et ce phénomène est peut-être le résultat de

l'échange constant de gènes entre bactéries. Les scientifiques doivent donc essayer d'expliquer cette «tendance à la virulence» et, pour ce faire, il leur faut étudier les processus qui entrent en cause.

Voilà ce qui nous amène au laboratoire de pathogénie. C'est à cet endroit que les scientifiques étudient notre perpétuel ennemi commun. Leur objectif est d'expliquer comment les toxines agissent sur l'être humain et, à partir des résultats qu'ils auront obtenus, d'essayer de combattre leurs effets aussi bien chez l'homme que chez l'animal.

Pour les besoins de ces travaux, il est nécessaire de cultiver en parfaite contention quelques-unes des bactéries les plus virulentes. Suivons le Dr Ken Johnson dans son tour du laboratoire de pathogénie: «Ce laboratoire est, en réalité, une grande enceinte hermétique», nous dit-il. «À l'intérieur, l'air circule continuellement à travers des filtres puissants et, avant d'être évacué, il est stérilisé à une température de 700° C. Un dispositif permet de baisser la pression de l'air à l'intérieur du laboratoire en fonction de l'importance du danger afin d'empêcher la propagation de particules à l'extérieur de ses parois. Ce laboratoire est

sanitation of public health programs have cushioned its effects. Yet the very success of these measures seems to have made modern man complacent, lax about keeping up his immunization "shots". There may be danger waiting here.

Are epidemics in Canada really things of the past? "We may be in for a bad surprise," says Johnson. "Bacterial toxins have not suddenly become benign. The virulence of Botulinum D toxin has been roughly estimated at three million times that of strychnine. Every case of salmonella poisoning demonstrates that toxins remain a threat."

Might preventive medicine's wall of defence prove only temporary? Bacteria are notorious for juggling their biochemical makeup to neutralize antibiotics. Strains that have never been exposed to tetracycline suddenly turn up with immunity to it, perhaps because genes are shuffled regularly from one bacterial species to another. Scientists must now attempt to check this "trend to virulence". To do that, they must monitor it.

That's where the Path Lab comes in. Here scientists seek to know our ancient common enemy. Their goals are an understanding of how toxins act to poison us and, based on that knowledge, how to control toxic diseases in both animals and men.

To do this, some of the world's most deadly bacteria must be cultivated in perfect isolation. Ken Johnson begins a guided tour of the Path Lab: "In essence, it's a large sealed box. Air inside it continually passes through high-efficiency filters; before it's exhausted, it's heat-

sterilized to 700°C. A gradient ensures that the higher the hazard, the lower the air pressure, making it almost impossible for airborne particles to leave the laboratory. There are three rooms, arranged in a dead-end chain with a single door. At the end of the chain is the room that actually produces the pathogens."

The machinery that does this is sealed and automatic. The first time humans need to touch a micro-organism is after it has been grown to maturity, "harvested", and killed. Everything affecting its growth is strictly controlled and recorded on charts... "But you have to remember that if we already knew everything about these pathogens, we wouldn't be studying them. Bacteria obey an old law which states that, under perfectly controlled conditions, nature does what she bloody well pleases."

Ken Johnson's group is attempting to understand how toxin molecules are constructed, how they function, and how they originate. The ultimate goal: the framework for a synthetic pharmacology, tailoring medicines to both specific individuals and pathogens, healing without producing undesirable side-effects or creating drug-resistant bacteria — elegant medicine.

Johnson and his colleagues are now investigating strains of *Escherichia coli* which cause diarrhoea in animals and man. "It's an expensive problem when you consider stock deaths, lost work time, and human misery. Although in one form or another an invariable resident of the human intestine, *E. coli* has somehow — perhaps quite recently — picked up two genes which code for two diarrhoea-

producing toxins. One of these, called LT, is immunologically cross-reactive with cholera toxin. The other, ST, is a fascinating little substance of relatively low molecular weight that can shrug off half an hour of steam sterilization and come out functioning. ST is a poor antigen, which is why we humans can succumb to it repeatedly: we produce few antibodies in response to it.

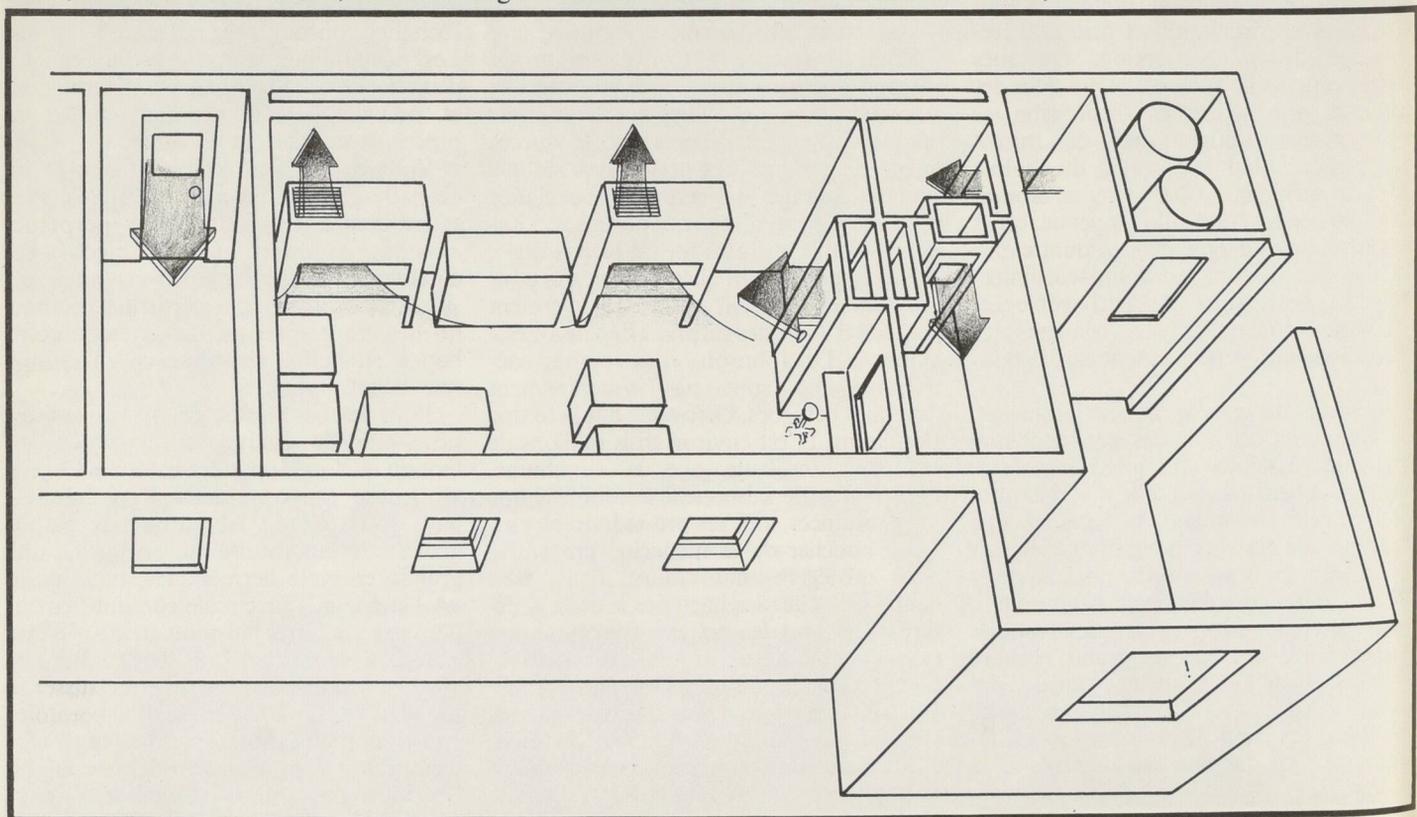
"ST appears to comprise two distinct components. Whether these are two sections of the same molecule is anyone's guess — that's one of the frontiers of our research. We've established that *E. coli* optimizes its ST production under conditions matching those in the living human gut. We also know that production of the ST toxin depends on the presence of sulphur: no sulphur, no ST.

"And yet we still don't know what either of the two *E. coli* toxins accomplishes chemically for the cells producing it. Certainly, neither ST nor LT is 'meant' as a poison: the cell is simply going about its usual business, and it's pure chance that our bodies take offence. There's lots to learn about all this, and at the Pathogen Lab we hope to do our share." □

Bill Atkinson

Because the air pressure is lower inside the laboratory, airflow is always inward. It moves out only through filters (at arrowheads) which block passage of all microscopic life forms, including viruses. (Graphic: John Bianchi)

L'écoulement de l'air s'effectue vers l'intérieur, la pression de l'air y étant plus basse. Des filtres (voir flèches) empêchent tout organisme (y compris les virus) de s'échapper vers l'extérieur. (Illustration: John Bianchi)





constitué d'une suite de trois pièces contiguës auxquelles on ne peut accéder que par une seule porte. C'est dans la pièce la plus reculée que l'on cultive les micro-organismes pathogènes."

L'équipement utilisé pour ces besoins est contenu dans une enceinte hermétique et automatique. Lorsque les bactéries atteignent leur maturité, elles sont «récoltées» puis tuées et ce n'est qu'à ce moment-là qu'elles sont manipulées par des êtres humains. Tous les facteurs pouvant affecter leur croissance sont strictement contrôlés et enregistrés sur des tableaux... «Mais», reprend le Dr Johnson, «il ne faut pas oublier que si nous connaissons toutes les caractéristiques de ces bactéries, nous ne les étudierions pas. Leur comportement semble parfois défier les lois de la nature.»

Le groupe de chercheurs du Dr Johnson essaie de déterminer les processus de synthèse, le mécanisme d'action, et l'origine des molécules de toxine. L'objectif de ces recherches est de créer une pharmacologie synthétique qui rendrait possible la production de médicaments permettant de lutter contre des micro-organismes spécifiques ou pathogènes, pouvant guérir sans causer d'effets secondaires indésirables, et auxquels les bactéries ne pourraient devenir résistantes... Une

thérapeutique raffinée.

Le Dr Johnson et ses collègues étudient actuellement des souches d'*Escherichia coli* causant la diarrhée chez l'animal et l'homme. «Cette bactérie», nous explique-t-il, «peut causer des dégâts considérables, qu'il s'agisse des têtes de bétail perdues, du temps gaspillé et de l'indisposition éprouvée chez les êtres humains. L'*E. coli*, qui fait toujours partie de la flore intestinale de l'homme, a hérité d'une certaine façon (peut-être assez récemment) de deux gènes responsables de la synthèse de toxines provoquant la diarrhée. L'une d'entre elles, appelée LT, provoque une réaction immunologique identique à celle du choléra. L'autre, appelée ST, est une substance au poids moléculaire relativement faible et pouvant résister à une demi-heure de stérilisation à la vapeur sans que son activité en soit altérée. Cette toxine est un antigène peu efficace en ce sens qu'elle ne déclenche pas une production suffisante d'anticorps capables de neutraliser son effet toxique, et c'est pour cette raison que les êtres humains peuvent lui succomber à plusieurs reprises.

«Il semble que la toxine ST soit composée de deux éléments très distincts. Il reste cependant à savoir si ceux-ci correspondent à deux sections d'une même molécule. C'est une question à laquelle nos

Doris Bilous (à l'avant) et Barbara Sinnot, toutes deux techniciennes du laboratoire de pathogénie, effectuent des mesures biochimiques de routine. L'objectif de leurs travaux est l'explication de la synthèse des molécules des toxines et l'élaboration d'une pharmacologie synthétique. (Photo: Bruce Kane, CNRC)

Doris Bilous (foreground) and Barbara Sinnot, technicians in the Pathogen Laboratory, perform routine biochemical assays. The ultimate goal: understanding how toxin molecules are constructed, and a synthetic pharmacology. (Photo: Bruce Kane, NRC)

recherches ne nous ont pas encore permis de répondre. Nous avons toutefois prouvé que la production de cette toxine était optimale dans des conditions semblables à celles prévalant dans l'intestin humain et nous savons également que le soufre est un élément indispensable à sa synthèse.

«Pourtant, nous ignorons toujours à quelle fin ces deux toxines sont produites. Il est évident que le fait qu'elles agissent comme des poisons n'est pas «intentionnel». Leur synthèse est un processus normal chez la bactérie et c'est par pur hasard qu'elles affectent l'organisme humain. Cette question présente encore de nombreux mystères et, au laboratoire de pathogénie, nous espérons pouvoir en élucider quelques-uns.» □

Texte français: Annie Hlavats

Coping with coli

High security recombinant DNA laboratory

And you thought gold was expensive! Consider this: interferon, a chemical messenger produced in minute amounts by our cells has a retail price of \$50 million a GRAM (\$1,500,000,000 an ounce!) An effective antiviral agent with suspected antitumor activity, interferon is expensive because of the great difficulty in purifying it. Until recently, doctors had little hope that this wonder drug would even be available in required quantities.

However, advances in molecular genetics over the last decade have led to new techniques for removing genetic material from one organism and splicing it into the gene pool of another. And these new techniques (often called "genetic engineering") offer the possibility of producing vital pharmacological compounds in large amounts at relatively low cost.

At NRC's Division of Biological Sciences, a lab has been set up to explore the possibilities of this nascent technology and to ensure that risks, if there are any, are minimized. The new technique involves the creation of novel forms of DNA (the universal code of life) by either chemical synthesis or the rearrangement of natural DNA from various cells and viruses. With this technique, NRC scientists hope to transform certain strains of bacteria and yeast into super biological factories capable of producing antibiotics, hormones, enzymes and perhaps even more complex proteins. And all hopefully at a more reasonable cost.

Research on recombinant DNA at NRC is being done almost exclusively with a bacterium called *Escherichia coli* K 12 and the common yeast *Sacharomyces cerevisiae*. Physiologically and genetically, more is known about these organisms than any other species (making for more sure footed research) and, more important, the organisms are crippled so that they cannot survive outside the artificial laboratory environment. This latter form of biological containment provides even greater control than the physical characteristics of the premises.

There are six levels of physical containment for laboratories which carry out experiments involving recombinant DNA. NRC's Division of Biological Sciences now has a containment laboratory at level "C", built at a cost of \$100,000 and designed by a team of the Division's scientists. To ensure protection and security in this new installation and to prevent contamination (which involves micro-organisms getting out or getting in), the room is sealed, sterilized and closely supervised.

All air exhausted directly to the outside must pass through a filter (which has an efficiency of 99.99% relative to the re-

tion of particules of .3 micron — your average bacterium measuring around 2 microns). There is negative pressure between the room concerned and the air source to ensure that contaminated air escapes only through the exhaust system. All the pipes are color-coded for easier identification in case of repair. These and other measures guarantee that no organism will leave the room, even clutched to the scientist's lab coat. And there is a firmly established protocol for washing hands and cleaning work benches. Access is limited, and records are kept of the date and types of experiment performed. Finally, all experimental work to be

carried out must first pass the scrutiny of a committee set up to evaluate the risks involved.

In the early 1970's, molecular biologists recognized that, along with the potential benefits of recombinant DNA work, there might be risks involved, and as such a need for guidelines. These were established by the Medical Research Council of Canada in March 1977 to govern the research done in this field and later were adopted by NRC. While not quite the same as the regulations governing genetic manipulation research in France, Great Britain and the United States, they follow similar lines.

Although reasonably strict at the beginning, when there was little experimental information, the guidelines have since been relaxed for certain types of experiment which were found to be less risky than first thought. Indeed, it has been proposed that recombinant DNA work with the bacterium *E. coli* K 12 no longer be restricted in the United States since it was shown that the microorganism cannot accidentally be made pathogenic by DNA inserts into its gene pool; too, techniques have been developed for splicing the DNA into K 12 genetic material in such a way that it cannot escape to other bacteria.

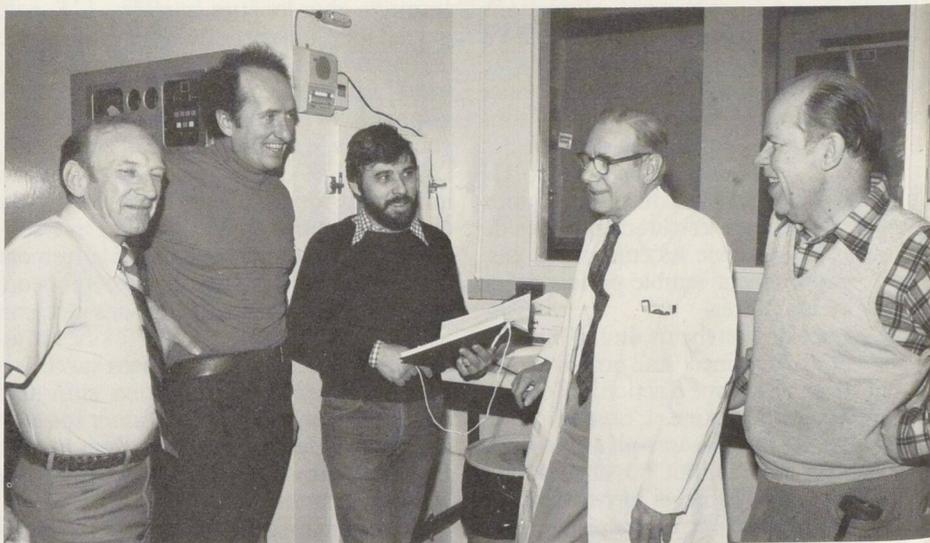
Although American protocols (i.e. there are no laws as such) will probably no longer apply to research work where the *E. coli* bacterium is host to recombinant DNA molecules, this is not yet the case here in Canada. As long as these guidelines are adhered to (guidelines self-imposed by the scientists in the first place) Canadians will have more than adequate protection with the NRC facility. □

Patricia Montreuil



Ginette Dubuc places a sample inside an incubator designed for the growth of *E. coli*. (Photo: Bruce Kane, NRC)

Ginette Dubuc place un échantillon dans un incubateur conçu pour la culture de la bactérie *E. coli*. (Photo: Bruce Kane, CNRC)



The guardians of the new recombinant DNA lab. From left to right: Ken Mittlestadt, Lou Visentin, Vern Seligy (current supervisor), Jerry Harbottle, Stan Martin. (Photo: Bruce Kane, NRC)

Les géôliers de la nouvelle prison pour microbes. De gauche à droite: Ken Mittlestadt, Lou Visentin, Vern Seligy (responsable actuel), Jerry Harbottle et Stan Martin. (Photo: Bruce Kane, CNRC)

Situation sans issue pour E. coli

Une prison dont on ne s'échappe pas

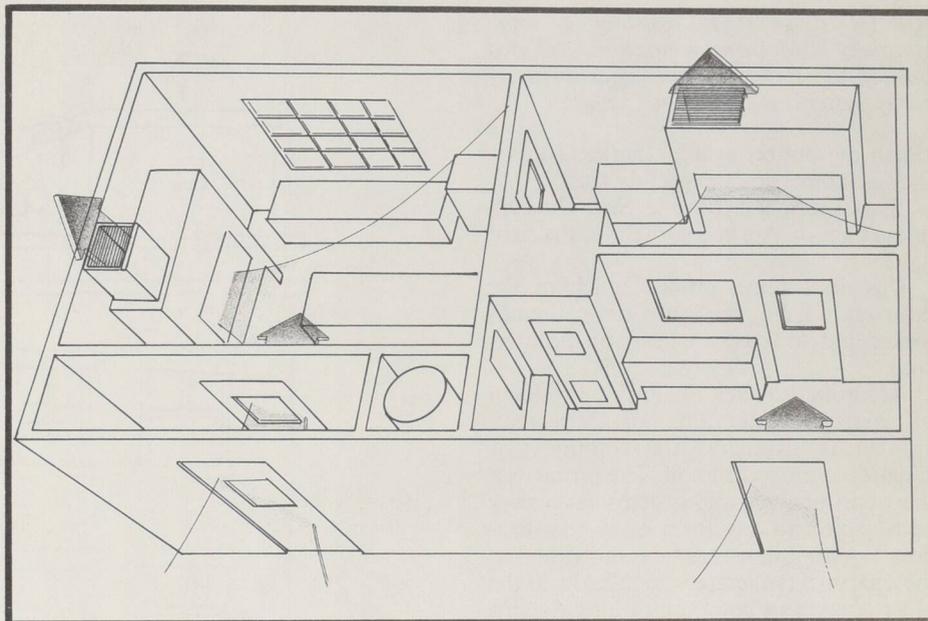
Le prix de l'or a connu des augmentations fulgurantes ces derniers mois. Mais que penser alors du prix actuel de l'interféron: 50 millions de dollars le GRAMME (soit 1 500 000 000 de dollars l'once!) Produit par nos cellules en quantité infimes pour combattre les virus, ce composé chimique pourrait s'avérer efficace contre certains types de cancer. Mais à ce prix, la quantité disponible pour les essais cliniques demeure très restreinte.

Des progrès de la dernière décennie en génétique moléculaire sont nées de nouvelles techniques pour intégrer une partie de l'information génétique d'un organisme au programme génétique d'un autre. Le développement de ces nouvelles techniques (qu'on appelle souvent le «génie génétique») a conduit à la possibilité de produire certains composés pharmaceutiques essentiels à un coût beaucoup plus abordable.

Dans un nouveau laboratoire de la Division des sciences biologiques du CNRC, on explore les possibilités de cette technique de pointe et on s'assure en même temps que les risques qu'elle présente seront réduits au minimum. Ce nouveau domaine de recherche a trait à la création en laboratoire de nouvelles formes de molécules d'ADN (le code génétique de la vie) par la synthèse chimique ou le réarrangement de l'ADN naturel provenant de divers virus et cellules. Grâce à cette technique on espère transformer certaines souches de bactéries et de levures en super usines biologiques capables de produire des antibiotiques, des hormones, des enzymes et peut-être même des protéines plus complexes. Et surtout à un coût plus raisonnable.

Les recherches actuelles du CNRC dans le domaine de la recombinaison de l'ADN sont effectuées presque exclusivement avec la bactérie *Escherichia coli* K 12 et la levure *Saccharomyces cerevisiae*. Ces organismes, les mieux caractérisés qui soient au point de vue de leurs propriétés physiologiques et génétiques, présentent l'avantage de croître facilement aux températures ambiantes. Leur résistance est intentionnellement affaiblie et ils ne peuvent survivre à l'extérieur des conditions artificielles imposées au laboratoire. Cette restriction ou confinement biologique devient alors une barrière encore plus efficace que les dispositifs de confinement employés.

Il existe six niveaux de confinement dans les laboratoires où l'on effectue des expériences de recombinaison de l'ADN. La Division des sciences biologiques du CNRC s'est dotée d'un nouveau laboratoire de niveau «C» (niveau intermédiaire). Construit à un coût de 100 000 dollars, il a été conçu par une équipe de chercheurs de



Because the air pressure is lower inside the laboratory, airflow is always inward. It moves out only through filters (at arrowheads) which block passage of all microscopic life forms, including viruses. (Graphic: John Bianchi)

cette division. Afin d'assurer sécurité et protection dans ce nouveau laboratoire et d'empêcher tout échange d'organisme pathogène avec le monde extérieur, la pièce est isolée, stérilisée et étroitement surveillée.

Tout l'air envoyé à l'extérieur doit passer à travers un filtre capable de retenir 99,99% des particules d'un diamètre atteignant 0,3 « μ » (la bactérie moyenne a un diamètre d'environ 2 « μ » ou millième de mm). La pression de l'air dans le laboratoire est légèrement inférieure à la pression atmosphérique, ce qui fait que l'air du laboratoire ne peut en sortir qu'à travers le système d'évacuation prévu. Chaque tuyau porte un code de couleur, ce qui permet de l'identifier plus rapidement en cas de réparation. Grâce à un ensemble de mesures de ce type, aucun organisme ne peut s'évader du laboratoire, même en s'accrochant aux vêtements d'un chercheur, et un protocole très strict oblige chaque chercheur à se laver les mains et à nettoyer les paillasses où il travaille. L'accès du laboratoire est limité à vingt personnes à la fois et celles-ci doivent consigner dans un registre le déroulement de l'expérience qui a été faite. Chaque expérience doit avoir été scrupuleusement examinée par un comité qui en évalue les risques avant de l'autoriser.

Au début des années 70, les biologistes moléculaires, tout en reconnaissant l'intérêt des recherches dans le domaine de la recombinaison de l'ADN, ont pris conscience de la nécessité de parer à toute éventualité en imposant des mesures de protection très strictes. C'est ce qui a

L'écoulement de l'air s'effectue vers l'intérieur, la pression de l'air y étant plus basse. Des filtres (voir flèches) empêchent tout organisme (y compris les virus) de s'échapper vers l'extérieur. (Illustration: John Bianchi)

conduit le Conseil de recherches médicales du Canada à émettre, en mars 1977, une série de directives régissant les travaux de recherche dans ce domaine. Adoptées par la suite par le CNRC, ces directives sont assez semblables à celles qu'ont mises en vigueur divers autres pays dont les principaux sont la France, la Grande-Bretagne et les États-Unis.

Bien qu'assez strictes à l'origine, elles ont pu récemment être assouplies dans le cas de certains types d'expériences qui s'avèrent beaucoup moins dangereuses qu'on ne l'avait d'abord cru. En effet, on se propose, aux États-Unis, de lever les restrictions affectant les travaux de recombinaison génétique utilisant la bactérie *E. coli*. On a en effet démontré expérimentalement qu'il est impossible de rendre pathogène ce micro-organisme par l'insertion d'ADN dans son patrimoine génétique. On a également mis au point des techniques permettant l'insertion d'ADN dans le matériel génétique de cette souche de *E. coli* de façon à ce qu'elle ne puisse contaminer d'autres bactéries.

Bien que les protocoles américains régissant les expériences de recombinaison d'ADN vont sans doute bientôt cesser de s'appliquer à la bactérie *E. coli*, ce n'est pas le cas ici au Canada. Tant qu'on n'apportera pas de changements à ces directives que, d'ailleurs, les scientifiques se sont eux-mêmes imposées, nous aurons une protection tout à fait convenable avec cette nouvelle installation du CNRC. □

Patricia Montreuil

Buttons and boards

Lights in the lobbies

An IRAP grant is assisting a small company in Montreal which has developed one of the first electronic apartment security systems available in Canada.

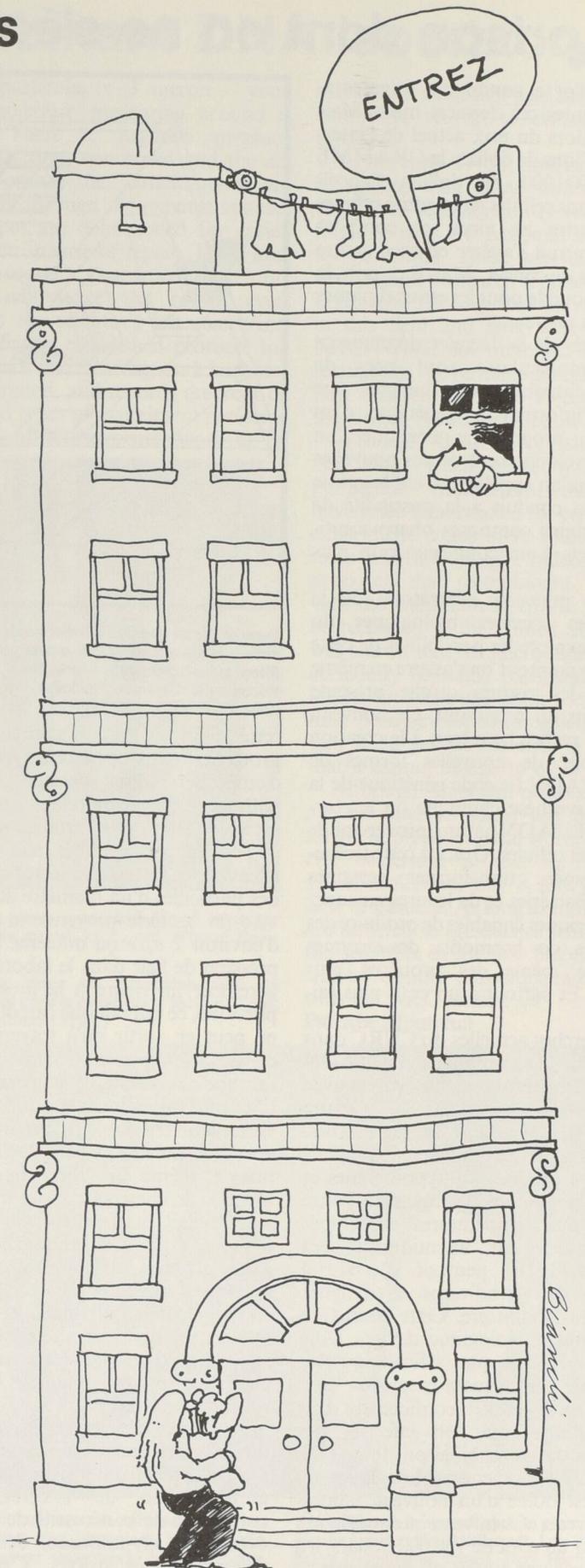
"Push the button again, Charles. I know she's at home; she's expecting us."

"I *am* pushing it, Maude. See? The light doesn't go on. Are you sure this is the right day?"

Upstairs a finger pushes futilely on the door button, but the lobby door remains locked and no voices are heard on the intercom.

According to Jack Shalinsky, President of Astro Productions of Montreal, apartment dwellers are finding this situation all too common. The problem is that apartment security systems have never been subject to any form of standardization, resulting in a variety as individual as the apartments themselves. "Nearly all the older apartment communications systems in use today are either out of date or ineffective," he says. "Even in newer buildings the intercom is installed almost as a design afterthought of the architect, building owner or even the local electrician. They are rarely designed with care and often installed haphazardly. The result is a nightmare of maintenance problems which, after a time, are ignored. Traffic through the lobby door simply becomes a case of propping the door open — sabotaging the whole purpose of the system." Where maintenance is attempted with these old systems, it is often thwarted by the variety of designs. Older units take anything from three or more wires to service one apartment, and breakdowns lead to time-consuming and costly repairs since tracing these systems is difficult. Jack Shalinsky and his company thought they might be able to solve some of these problems.

Shalinsky, who spent a number of years producing electronic sound for performing artists, teamed up with Steven Chalmer, a music teacher with an interest in electronics. Among their early collaborations was a communication system for crane operators on construction sites. Explains Shalinsky: "We operate on the K.I.S.S.S. concept (Keep It Simple, Stupid!), and the communicator followed that principle. Rather than an expensive and complicated radio system, we designed a simple and inexpensive electronic unit based on a pair of wires for each station. It may seem unrelated at first glance, but it led directly to the idea for the apartment house communicator, which is also designed around a pair of wires — one common to the system and one to each apartment. We call this a 'single dedicated wire' technique."



Boutons et panneaux

Innovation dans les halls d'entrée

Une subvention du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) a permis à une petite compagnie montréalaise de mettre au point un des premiers systèmes électroniques de sécurité pour immeubles disponibles au Canada.

«Presse encore le bouton, Charles. Je suis certaine qu'elle est à la maison; elle nous attend.»

«C'est ce que je fais, Maude. Tu vois? La lumière ne s'allume pas. Es-tu certaine qu'elle nous attend aujourd'hui?»

Plus haut, un doigt appuie futillement sur le bouton devant ouvrir la porte, mais la porte du hall reste verrouillée et l'inter-

phone ne fonctionne pas.

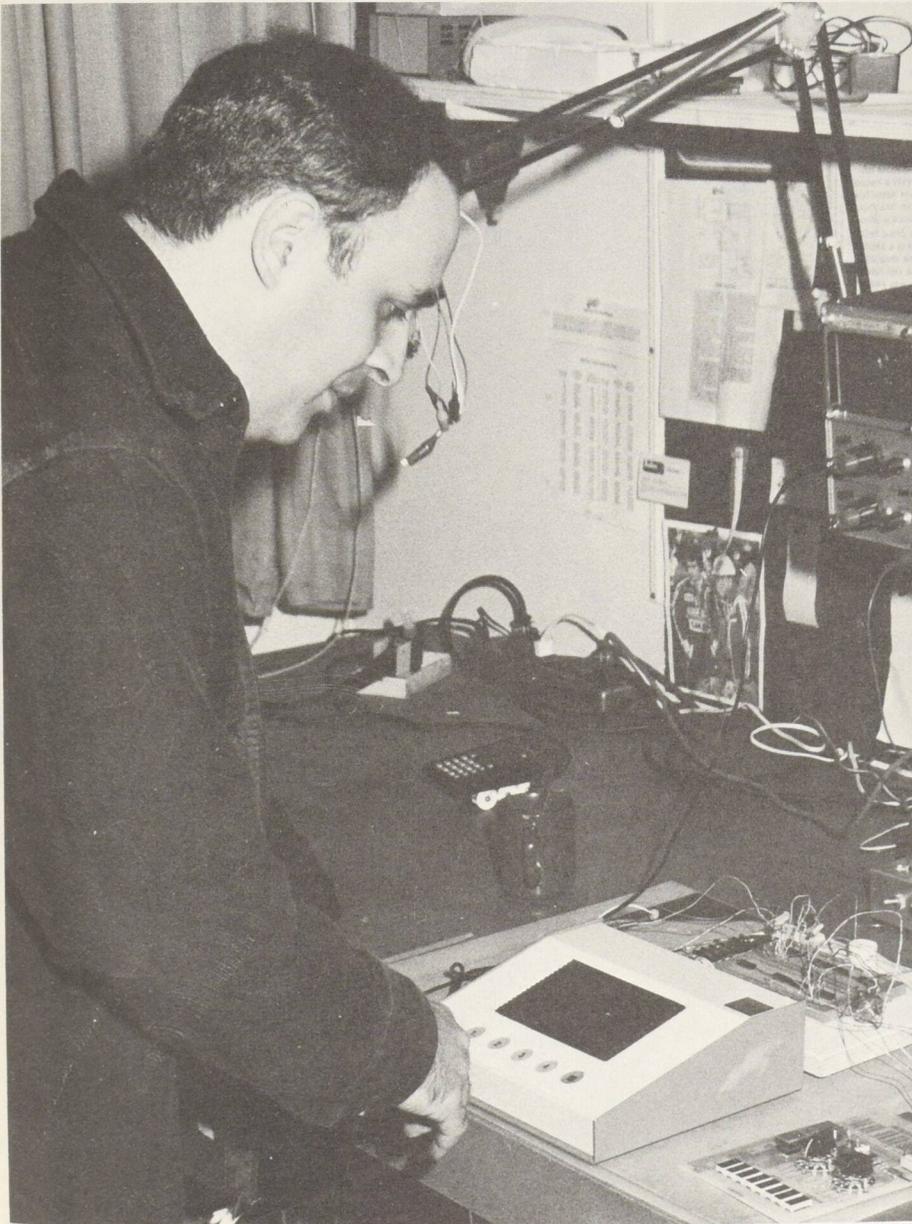
Selon Jack Shalinsky, président d'Astro Productions, à Montréal, les occupants des immeubles considèrent que cette situation se présente trop souvent. Le problème réside dans le fait que les systèmes de sécurité pour appartements ne sont soumis à aucune norme, et affichent, en conséquence, une diversité aussi grande que les immeubles eux-mêmes. «Presque tous les systèmes de communication des vieux immeubles encore en usage aujourd'hui sont démodés ou inefficaces», dit-il. «Même dans les nouveaux immeubles le système d'interphones est souvent conçu après coup, soit par l'architecte, le pro-

prétaire ou même l'électricien local. Il est rarement conçu avec soin et est souvent installé au petit bonheur, occasionnant par la suite des cauchemars au niveau de l'entretien qu'on néglige après un certain temps. Pour permettre la circulation par la porte d'entrée on finit tout simplement par la laisser ouverte, sabotant ainsi le but même de l'existence du système.» Les tentatives d'entretien de ces vieux systèmes sont souvent entravées par la diversité de leur conception. Les plus vieux comportent trois fils ou plus vers chaque appartement, et les pannes occasionnent des réparations longues et coûteuses parce que les plans de ces systèmes ne sont pas faciles à établir. Jack Shalinsky s'est dit que sa compagnie serait peut-être capable de résoudre quelques-uns de ces problèmes.

Shalinsky, qui pendant plusieurs années a produit des arrangements sonores électroniques pour les spectacles de certains artistes, s'est associé à Steven Chalmer, un professeur de musique qui s'intéresse à l'électronique. Une de leurs premières réalisations communes a été un système de communication pour les opérateurs de grues sur les chantiers de construction. Shalinsky explique: «Un de nos principes de base est la simplicité, et le système de communication pour grues reflétait ce principe. Au lieu d'un système de communication radio compliqué et coûteux, nous avons conçu un dispositif électronique simple et économique comportant une seule paire de fils pour chaque poste. À première vue il semble n'y avoir aucun lien, mais ceci nous a conduit directement à l'idée d'un système de communication pour immeubles qui est aussi conçu en fonction d'une seule paire de fils dont un est commun à tout le système et un autre destiné à chacun des appartements. Nous l'appelons la technique du «circuit unifilaire spécialisé».

Après avoir essayé avec succès l'appareil de communication pour grues sur le chantier de construction du Stade olympique de Montréal, Astro Productions décrocha un second contrat pour concevoir le système d'éclairage d'une piste de patinage à roulettes à Montréal. «Ce travail devait être effectué très rapidement pour un client déjà familier avec nos systèmes de son. Il s'est avéré très profitable puisque nous avons dû nous familiariser avec l'usage des microprocesseurs», dit Chalmer. Le premier prototype d'un système utilisant des microprocesseurs a été un système d'éclairage pour une discothèque.

Ces deux contrats ont conduit à l'obtention d'une subvention au titre du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du CNRC et à la mise au point



Steve Chalmer makes final adjustments to one of the new units in the Astro Productions laboratory. (Photo: stephen a. haines)

Steve Chalmer fait les derniers ajustements à l'un des nouveaux systèmes dans le laboratoire d'Astro Productions. (Photo: stephen a. haines)

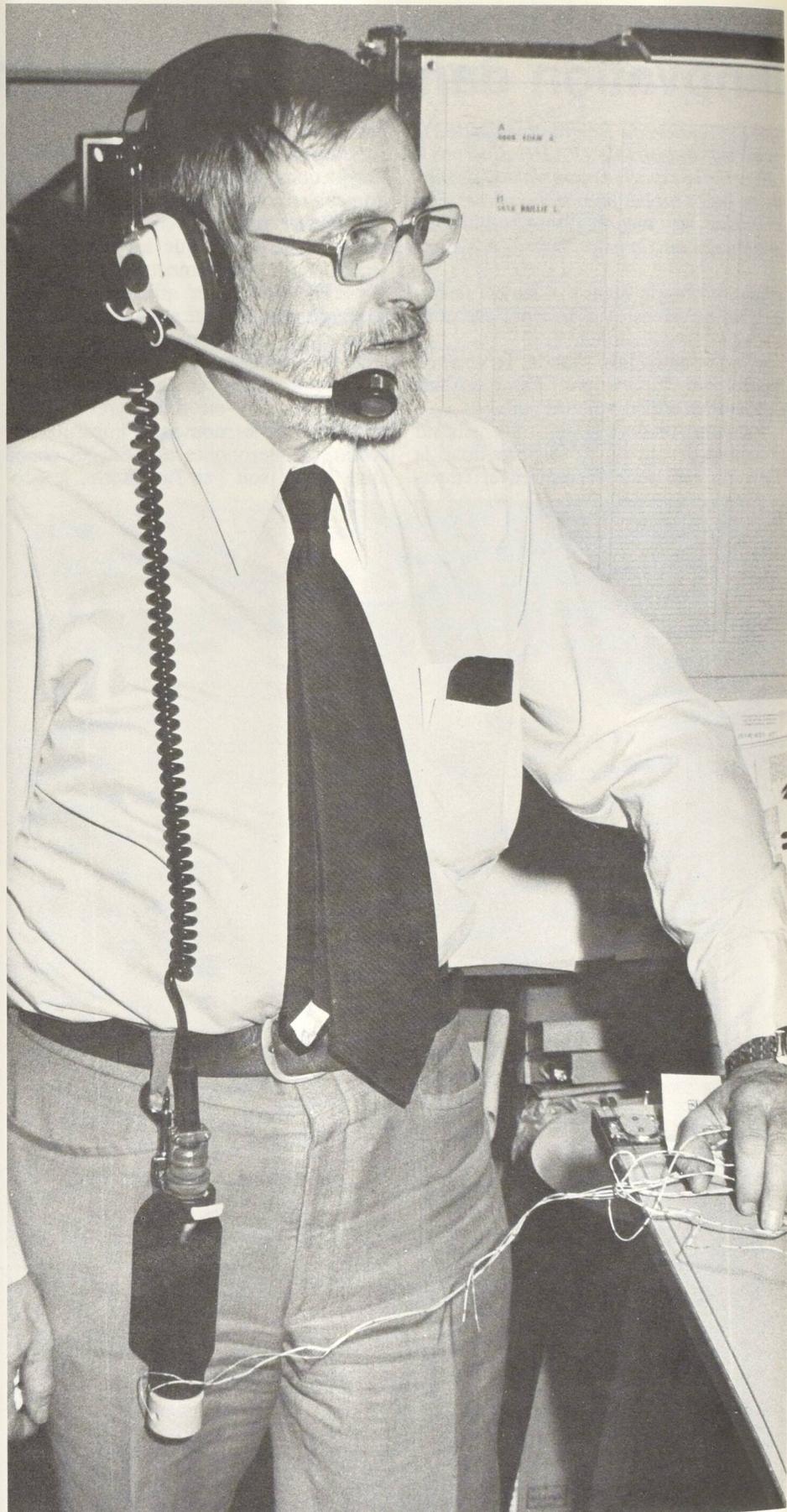
After successfully testing the crane communicator on the construction site of the Montreal Olympic stadium, they landed a second contract to design a lighting system for a Montreal roller rink. "This was a rush job for a client familiar with our sound systems. It proved to be a blessing in disguise since we were forced to develop an expertise in the use of microprocessors," says Chalmer. The first prototype of a microprocessor-based system was a lighting unit for a discotheque.

These two contracts led to an NRC Industrial Research Assistance Program grant and the ultimate development of a "single dedicated wire" system mated with microprocessor — an electronic intercom. Use of the microprocessor allowed the team to design a modular system incorporating plug-in printed circuit boards instead of laboriously installed and maintained wiring. Repairs, when necessary, are accomplished simply by removing the boards and replacing them in minutes, eliminating long periods of "down time," and propped open lobby doors.

Yet the change from "hard wiring" to electronics was not the whole story. A serious study of human engineering was necessary before the team could produce the type of system that would reduce the need for repairs. "One of the first things we discovered in determining the requirements of an apartment intercom," says Chalmer, "was that most of the systems in use in older apartments employ a telephone handset. People who pick up a telephone want it to *act* like a telephone. Most of these old systems are silent unless you are actually speaking into it, and that leaves many people uncomfortable. Consequently, they use it only reluctantly or not at all. After some study Astro Productions decided that the best system was not the handset but a microphone/speaker wall unit in each apartment connected to a handset (with a "dial tone") in the lobby.

The many problems inherent in a new concept are being field tested in an apartment building on the west side of Mount Royal. A complete intercom/security system was installed in the building during construction and the residents' reaction is now being evaluated. Even with this field test, Astro Productions expects their idea to find greatest favor among the owners and operators of older buildings. "One real advantage of the design," says Shalinsky, "is the ease with which we can convert an old, outdated system to our modular equipment. 'Plug-in' techniques give us the opportunity to provide a reliable system that requires little or no maintenance. Older systems can not only be upgraded with this concept, but new flourishes such as closed-circuit TV may be added with relatively little cost." □

stephen a. haines



Forerunner of the apartment system was Astro's crane operator communication units which used a single pair of wires per station. (Photo: stephen a. haines)

Le système de communication pour immeubles a été précédé par l'appareil pour les opérateurs de grues qui fonctionne avec une seule paire de fils. (Photo: stephen a. haines)



d'un interphone électronique fondé sur le recours à un «circuit unifilaire spécialisé» combiné à un microprocesseur. L'emploi d'un microprocesseur a permis à l'équipe de concevoir un système modulaire comportant des circuits imprimés enfichables au lieu de fils difficiles à installer et à entretenir. Lorsque des réparations sont nécessaires il suffit simplement de retirer ces circuits imprimés et de les remplacer, opération qui ne prend que quelques minutes et qui élimine les longues périodes d'interruption de service et l'obligation de maintenir les portes d'entrée ouvertes.

Mais ce passage d'un système à fils à un système électronique n'est pas le seul aspect de cette histoire. Une étude sérieuse du comportement humain a été nécessaire avant qu'on puisse produire un système qui diminuerait l'incidence des réparations. «Une des premières choses que nous avons constatées en essayant de déterminer les exigences d'un interphone pour immeubles», dit Chalmer, «a été que la plupart des systèmes en usage dans les vieux immeubles utilisent un récepteur téléphonique. Lorsqu'on utilise un récepteur téléphonique on s'attend à ce qu'il fonctionne comme tel. Mais la plupart de ces vieux systèmes sont silencieux jusqu'au moment où une personne parle dans le récepteur, ce qui rend plusieurs personnes mal à l'aise. En conséquence ces personnes l'utilisent seulement à contrecœur ou pas du tout. Après quelques études Astro Productions a décidé que le meilleur système ne devrait pas comporter l'usage d'un récepteur mais plutôt d'un microphone et d'un haut-parleur fixés au mur dans chaque appartement et reliés à un récepteur (laissant entendre une tonalité) dans le hall d'entrée.

On effectue actuellement des essais dans un immeuble à usage résidentiel situé à l'ouest du mont Royal pour évaluer les nombreux problèmes inhérents à l'introduction d'un nouveau système. Cet immeuble a été pourvu d'un système complet de sécurité et d'interphones lors de sa construction et on observe actuellement la réaction des occupants. Même si cet essai porte sur l'installation du système dans un nouvel immeuble, Astro Productions s'attend à ce que ce nouveau concept soit très populaire parmi les propriétaires et les responsables des vieux immeubles. «La facilité avec laquelle nous pouvons convertir un vieux système démodé en y installant notre équipement modulaire est un des véritables avantages de ce système», dit Shalinsky. «Le recours à des circuits intégrés enfichables nous permet d'offrir un système fiable qui ne requiert que peu ou pas d'entretien. Ce concept permet non seulement d'améliorer les vieux systèmes mais encore d'y ajouter, à peu de frais, de nouveaux services comme la télévision en circuit fermé.» □

Texte français: Denise de Broeck

Jack Shalinsky demonstrates the lobby control board of the apartment communication system. If the user dials incorrectly the display panel flashes "NO-NON". A fault produces a signal reading "HELP" to the apartment building's management. (Photo: stephen a. haines)

Jack Shalinsky explique le fonctionnement du panneau de commande du système de communication dans le hall d'entrée d'un immeuble. Si un usager compose un mauvais numéro, le panneau d'affichage indique "NO-NON". En cas de panne, le concierge de l'immeuble est alerté par un message qui se lit «HELP» ou «À L'AIDE». (Photo: stephen a. haines)

Stereo-orthophoto mapping

An integrated concept of land inventory

Canada and Colombia are cooperating in one of the largest international scientific and technical projects of its type in the fields of mapping and surveying.

Picture a pond that can support the life of certain species within it only as long as its surface is not entirely covered by algae. Now, let us suppose that the algae that form multiply at such a rate that each day the water surface covered by them the previous day is doubled. Starting with a single microscopic alga, it will take a long time before the first trace becomes visible, but from that moment on the process will become more and more rapid. One day, one-sixteenth of the pond will be covered; then one-eighth, one-quarter, one-half, and finally, the whole pond will be covered, and the life of the species in question extinguished.

For thousands of years, the population of the world grew slowly, being controlled by natural disasters such as famines and diseases, extremes of climate, and the animals that roamed at large. Any increase in such a sparse population made no noticeable impact. However, with scientific, medical and technological progress, world population increased, bringing with it drastic changes in global living conditions. Only one hundred years ago, breaking new trails through virgin land had little effect on the environment. Today, modern highways and airports, for instance, introduce literally hundreds of changes. (It has even been speculated that any rash destruction of forests in the Amazon basin could deprive the world's population of oxygen!)

One hundred years ago, the population of the world totalled 1.3 billion; today it is

4.3 billion and it has been predicted that this figure will double within the next 30 years. One hundred years ago, available resources appeared to be unlimited. Today, natural resources are dwindling and the natural environment deteriorating, indicating that the earth cannot support unlimited growth and expansion.

Does this mean then that the world, like the pond, is on the road to extinction?

"In view of the present situation, there is a need for continuous monitoring of the processes that affect these overall conditions so that long-range policies essential to the well-being and survival of

Inspection of targeted control points by the NRC-Colombian team. (Photo: Nat. Geog. Inst. Colombia)

Inspection des points cibles de contrôle par l'équipe du CNRC et de la Colombie. (Photo: Institut géographique national de Colombie)



La cartographie à l'aide de la stéréo-orthophotographie

Un inventaire intégré des terres

Le Canada et la Colombie collaborent à la réalisation de l'un des plus vastes projets scientifiques et techniques internationaux dans le domaine de la cartographie et de l'arpentage.

Imaginez un étang dans lequel certaines espèces ne peuvent survivre que si sa surface n'est pas entièrement recouverte par les algues. Maintenant, supposons que ces algues se multiplient à un rythme tel que chaque jour elles recouvrent le double de surface du jour précédent. Si le processus est entamé avec une seule algue microscopique, il s'écoulera beaucoup de temps avant qu'on puisse en voir les premières traces mais, à partir de ce moment, il sera de plus en plus rapide. Un jour, un seizième de l'étang sera recouvert; ensuite un huitième, un quart, une demie, et finalement tout l'étang sera recouvert et les espèces en question s'éteindront.

Pendant des milliers d'années, la population de la Terre s'est accrue lentement parce qu'elle était contenue par des désastres naturels tels que les famines et les épidémies, les variations climatiques, et les prédateurs qui rôdaient librement. Tout accroissement d'une population aussi clairsemée n'avait pas d'impact remarquable. Cependant, en raison des progrès scientifiques, médicaux et technologiques, la population mondiale a connu une telle augmentation que des changements dramatiques se sont produits dans les conditions de vie générales. Il y a de cela seulement cent ans, la création de

nouveaux sentiers à travers les terres vierges n'avait que peu d'effet sur l'environnement. Aujourd'hui, les autoroutes et les aéroports modernes, par exemple, entraînent littéralement des centaines de changements. (On a même estimé que toute destruction irréfléchie des forêts du bassin amazonien pourrait priver la population mondiale d'oxygène!)

Il y a cent ans, la population mondiale se chiffrait à 1,3 milliard; aujourd'hui elle est de 4,3 milliards et on prévoit que ce chiffre doublera au cours des trente prochaines années. Il y a cent ans, les ressources disponibles paraissaient illimitées. Aujourd'hui, les richesses naturelles s'amenuisent et l'environnement naturel se détériore, la Terre ne pouvant manifestement supporter une croissance et une expansion illimitées.

Cela signifie-t-il que le monde, comme l'étang dont nous avons parlé, est en voie d'extinction?

«En raison de la situation actuelle, il s'avère nécessaire d'effectuer un contrôle continu des processus qui affectent les conditions générales, pour permettre la formulation de politiques à long terme essentielles au bien-être et à la survie de l'humanité. «Cependant», explique le Dr Teodor J. Blachut, qui a récemment pris sa retraite à titre de chef de la section de recherche en photogrammétrie du Conseil national de recherches et qui a déjà présidé l'un des comités de l'Institut panaméricain de géographie et d'histoire, «la mise au point de telles politiques nécessite une con-

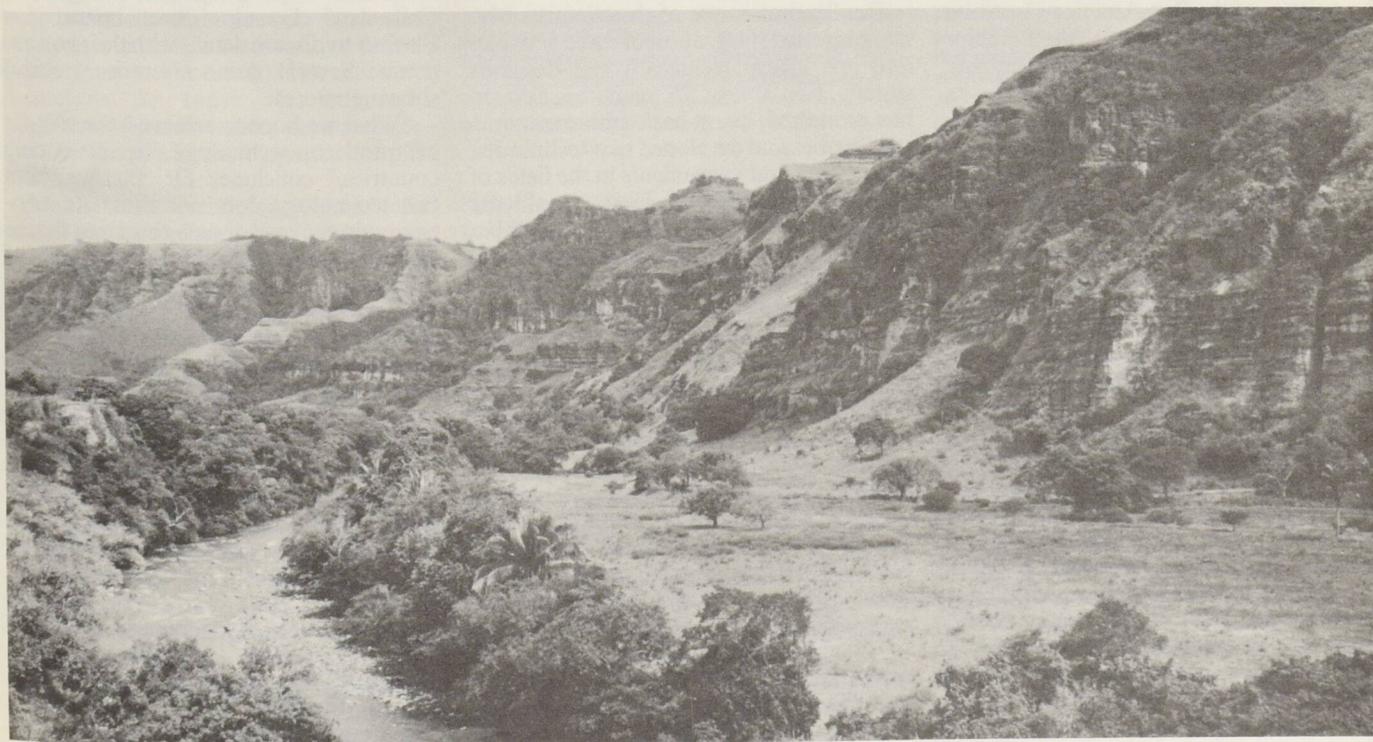
naissance approfondie et détaillée du terrain, de ses caractéristiques, de sa topographie, de ses ressources en eau, de sa végétation et des conditions ambiantes. Il nous faut savoir qui possède les terres et quel usage on en fait. En d'autres mots, il est nécessaire d'obtenir un inventaire intégré des terres qui pourrait servir à de multiples fins.»

Dans les temps anciens, le plan cadastral (mot dérivé du grec et signifiant subdivision) faisant suite à un arpentage légal servait de base à la répartition de l'impôt foncier et indiquait seulement les limites des propriétés individuelles. Au cours du 19^e siècle, on y ajouta d'autres caractéristiques des terrains décrits. Aujourd'hui, un certain type de cadastre existe dans tous les pays, même s'il ne sert qu'à conserver l'usage qu'on fait des terres. Cependant, dans presque tous les pays, on effectue diverses opérations d'arpentage et de cartographie en tant qu'activité complètement indépendante du cadastre et de façon non coordonnée.

«N'est-il pas logique», demande le Dr Blachut, «de se servir des résultats de l'arpentage et de la cartographie pour plusieurs utilisations techniques différentes?

Vallées plates et montagnes abruptes dans la région du Magdalena, paysage typique de l'Amérique latine. (Photo: T.J. Blachut, CNRC)

Flat valleys and steep mountains in the Magdalena valley region, typical of the Latin - American country-side. (Photo: T.J. Blachut, NRC)





Battery of stereocompilers at the National Geographical Institute «Agustin Codazzi» in Bogota. (Photo: T.J. Blachut, NRC)

Série de stéréocompilateurs à l'Institut géographique national «Augustin Codazzi», à Bogota. (Photo: T.J. Blachut, CNRC)

mankind may be formulated. However," explains Dr. Teodor J. Blachut, recently retired Head of the National Research Council's Photogrammetric Research Section and Past President of one of the Committees of the Pan-American Institute of Geography and History, "the development of such policies requires an intimate and detailed knowledge of the land — its characteristics, topography, water bodies, vegetation and ambient conditions. We must know who owns the land and for what purpose it is used. In other words, what is needed is an integrated concept of land inventory able to serve many purposes."

In early times, the cadastral (from the Greek meaning subdivision) map derived from a legal survey existed mainly as a means of levying and collecting taxes and depicted only boundaries of individual land units. During the 19th century other characteristic features of the terrain were also included. Today, some form of cadastre exists in all countries, if only to record land usage. However, in almost all countries various surveying and mapping operations are carried out as completely separate activities divorced from cadastre and in an uncoordinated fashion.

"Is it not logical," asks Dr. Blachut, "to use surveying and mapping results for many technical purposes? Why carry out a

duplicate operation for the planning of a highway, for example, when the land has already been surveyed? Lack of coordination leads to duplication and these activities are costly."

Dr. Blachut is one of the scientists who has suggested integration of these activities into one logical technically well-designed system. For almost 25 years, his Section has pioneered many basic-photogrammetric theories and developed new techniques, approaches and instruments in the fields of mapping and surveying. The latest of these is the stereo-orthophoto concept (a further development of the orthophoto technique) which can revolutionize solutions to many problems associated with conventional mapping. (Single orthophoto pictures are not sufficient in themselves to reliably identify all details). The improved readability of stereo pictures permits the use of smaller scales and offers more reliable and complete extraction of information, making it more economical and technically correct. In addition, the system is fast, automated, and can be used outside the fields of surveying and mapping by natural scientists, earth scientists, geographers, environmentalists, and many others.

"A proper land information scheme," continues Dr. Blachut, "must be a simple and efficient, but dynamic system, capable not only of recording the terrain with its

primary features in a technically meaningful map, but also able, as a matter of automatic operational procedure, to monitor all changes of importance. It would provide the appropriate authorities continuously with up-to-date technical and social information."

Since this Canadian technology is particularly suited to developing countries, with few resources and a lack of technical expertise, a pilot project was launched in 1975 in Colombia, South America. Funded by Colombia, the Canadian International Development Agency (CIDA) and NRC, it is one of the largest international scientific and technical projects of its type in the field. An area considered typical of Latin-American countries covering some 2 000 km² was selected, with extremely high and steep mountains, dense vegetation, regions with intense coffee cultivation, vast and flat valleys used for agricultural purposes, cities, villages, etc. "From a technical point of view," says Dr. Blachut, "it is one of the most difficult areas to cope with." Equipment has been installed and is already in production making it possible to convert the existing cadastre into a viable technically correct general land information system which will result, among other things, in a more just distribution of taxes and a better and more efficient way of collecting them. Already several South American countries are interested in the project and Argentina, Chile and Ecuador have invited Dr. Blachut to discuss details with their governments. Several Asian countries are also showing interest.

"What we hope to achieve is the transfer of modern technology to developing countries," concludes Dr. Blachut. "But this technology does not eliminate manpower; in the case of such countries, the use in this manner of a very modest amount of additional manpower provides vital information that would otherwise not be available at all. While some of the machines are complex, their use is so simple that personnel do not have to be highly trained. If we can prove that our method is applicable in the difficult terrain of these Latin American countries, there should be no obstacle in other parts of the world. With modern photogrammetric methods, it is certainly possible to produce fast and economical maps which contain all pertinent land information urgently needed for rational planning and development of young countries and for monitoring the destructive processes of modern life." □

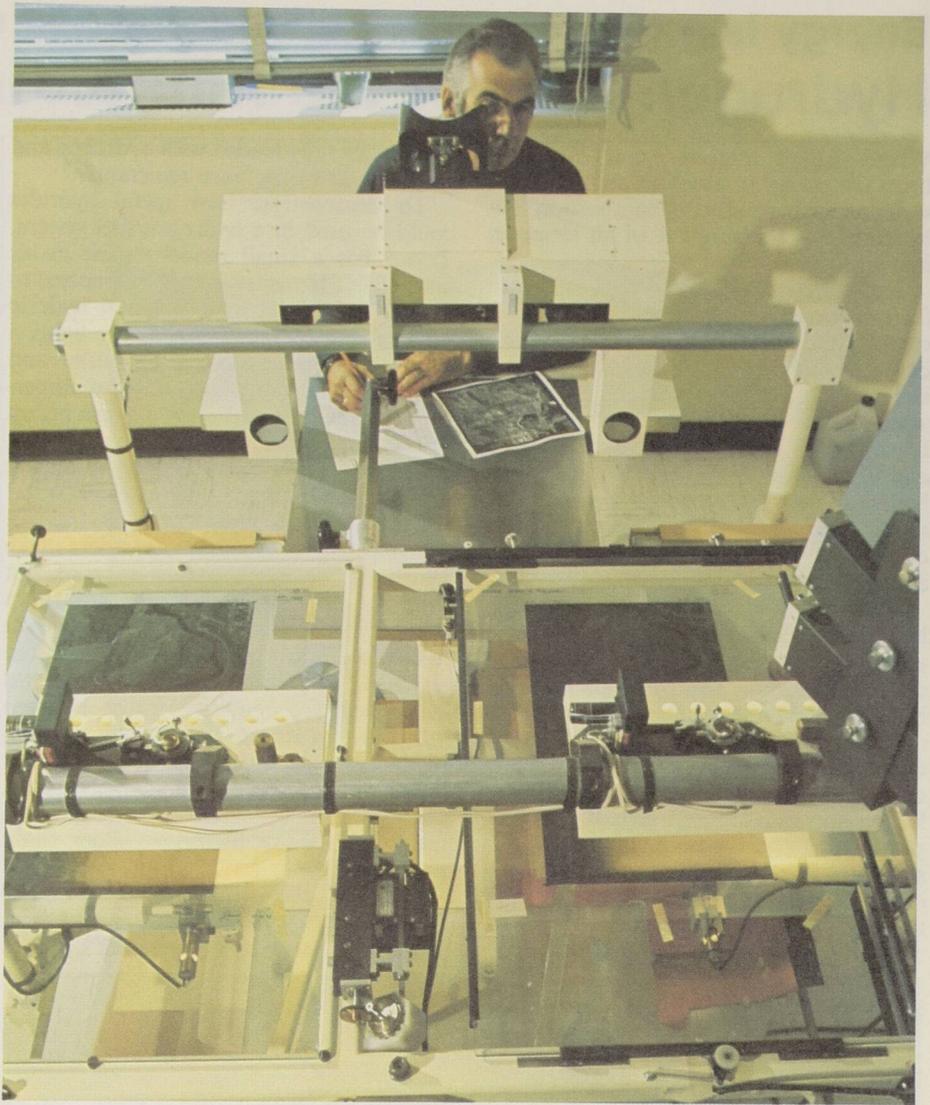
Joan Powers Rickerd

Pourquoi refaire le même travail pour la planification d'une route, par exemple, quand le terrain a déjà été arpenté? Le double emploi résulte souvent d'un manque de coordination et ces activités sont très coûteuses.»

Le Dr Blachut est l'un des scientifiques qui ont proposé l'intégration de ces activités dans un seul système logique et bien conçu techniquement. Pendant près de 25 ans, sa section a exploré plusieurs théories de base en photogrammétrie et a mis au point des techniques, des approches et des instruments nouveaux dans les domaines de la cartographie et de l'arpentage. La dernière de ces techniques, la stéréo-orthophotographie (qui fait suite à la technique orthophotographique) peut apporter des solutions révolutionnaires à de nombreux problèmes liés à la cartographie conventionnelle. (Les orthophotographies ne permettant pas, à elles seules, d'identifier avec certitude tous les détails.) Les stéréo-orthophotographies sont plus faciles à interpréter et permettent, par conséquent, l'utilisation d'échelles plus petites tout en donnant la possibilité d'en extraire des renseignements plus fiables et plus complets, ce qui rend le procédé plus économique et plus précis techniquement. De plus, le système est rapide, automatisé, et peut être utilisé dans d'autres domaines que l'arpentage et la cartographie, par des spécialistes des sciences naturelles et des sciences de la Terre, des géographes, des environnementalistes et plusieurs autres.

«Une bonne banque de données sur les terres», poursuit le Dr Blachut, «doit être simple et efficace, mais aussi dynamique, et capable non seulement d'inventorier les terres avec leurs principales caractéristiques sur une carte bien conçue techniquement, mais elle doit pouvoir également assurer le monitoring automatique de tous les changements importants. Elle doit aussi permettre de tenir les autorités compétentes bien informées des renseignements techniques et sociologiques les plus récents.»

Puisque cette technologie canadienne répond particulièrement bien aux besoins des pays en voie de développement qui ont peu de ressources et de compétence technique, un projet pilote a été lancé, en 1975, en Colombie dans l'Amérique du Sud. Financé par la Colombie, l'Agence canadienne de développement international (ACDI) et le CNRC, il est l'un des plus vastes projets internationaux à caractère scientifique et technique du genre dans ce domaine. On a choisi une région typique des pays de l'Amérique latine d'une surface de 2 000 km², comportant des montagnes extrêmement élevées et abruptes, une végétation dense, des régions de culture intensive du café, d'immenses vallées avec terrains plats utilisées pour l'agriculture, des villes, des villages, etc. Le Dr Blachut ajoute que «d'un point de vue technique, c'est certainement l'une des régions les plus



NRC's Don Honegger uses a stereocompiler developed by the Division of Physics to determine the precise position on a stereo-orthophoto map. Physicists have developed several complex instruments to accommodate, measure and analyze numerous forms of photogrammetric images. (Photo: Bruce Kane, NRC)

Don Honegger utilise un compilateur stéréo réalisé par la Division de physique pour déterminer la position précise de certains détails figurant sur des cartes stéréo-orthophotographiques. Les physiciens ont mis au point plusieurs instruments complexes pour mesurer et analyser divers types d'images photogrammétriques. (Photo: Bruce Kane, CNRC)

difficiles». L'équipement est installé et fonctionne déjà, permettant de convertir le cadastre actuel en un système global, viable et techniquement correct de renseignements sur les terres. Il permettra, entre autres choses, d'établir une distribution plus équitable des taxes, et d'instaurer un moyen plus efficace de les percevoir. Plusieurs pays d'Amérique du Sud sont déjà intéressés à ce projet et l'Argentine, le Chili et l'Équateur ont invité le Dr Blachut à venir discuter des détails de ce projet avec leurs gouvernements. Plusieurs pays asiatiques se montrent aussi intéressés.

«Nous espérons pouvoir ainsi transférer une technologie moderne aux pays en voie de développement», conclut le Dr Blachut. «Mais cette technologie n'élimine pas le besoin en main-d'oeuvre; dans ces pays, par exemple, en utilisant de cette manière un tout petit peu plus de main-d'oeuvre

nous acquérons des renseignements qu'il ne serait pas possible d'obtenir autrement. Bien que certaines de ces machines soient complexes, leur utilisation est si simple que le personnel n'a pas besoin de posséder une formation spéciale. Si nous pouvons prouver que notre méthode s'applique aux terrains difficiles des pays de l'Amérique latine, il ne devrait y avoir aucun problème dans les autres pays du monde. Avec les méthodes photogrammétriques modernes il est certainement possible de produire rapidement et économiquement des cartes qui comportent des renseignements pertinents sur les terres. Ceux-ci sont d'une importance vitale pour établir une planification rationnelle et mettre en oeuvre le développement de ces jeunes pays et aussi pour surveiller les processus destructeurs de la vie moderne.» □

Texte français: Denise de Broeck

Energy is a gas

Hydrogen fuel for the future

What's lighter than air, contains three times the energy of gasoline, and produces water as the byproduct of combustion? It's hydrogen — the simplest of all elements known to man.

Hydrogen may well become the panacea for our energy woes around the turn of the century, but right now much research and development remains to be done to prove its feasibility as a fuel for an energy hungry world. At the National Research Council's Division of Chemistry, Dr. Bryan Taylor and his colleagues are investigating one of hydrogen's amazing properties — its ability to be stored safely in combination with certain metals (forming a metal hydride) and to be released on demand.

"One of the advantages of metal hydrides," explains Taylor, "is that they get us around some of the fears of the 'Hindenburg syndrome'. Many people conceive hydrogen gas to be an extremely dangerous commodity. Its image has been charred by the catastrophe of the German airship, and confusion about hydrogen weapons hasn't helped the situation. In fact, it has been proven that the Hindenburg disaster was survivable (less than half the passengers died) if appropriate measures had been taken. Metal hydrides make hydrogen storage very safe. You can put a flame to

them when fully loaded with hydrogen and they will, at worst, burn reluctantly."

To demonstrate how metal hydrides could be used in a hydrogen fuel system, Taylor has a small model engine in his laboratory. He opens a valve connected to a glass tube containing a metal hydride powder. After a few seconds, he lights a small port exiting from the tube and hydrogen gas burns off with an imperceptible blue flame, driving a single piston Stirling-type engine by the heat derived from the combustion. It's an absolutely clean form of energy — just heat and water vapor are produced.

Not only do these metal powders make hydrogen use much more foolproof, but they can also conveniently store five times more hydrogen in a unit of space than liquid hydrogen by itself. This apparent anomaly occurs because the metal overcomes the repulsive forces between individual hydrogen atoms, thus allowing them to be packed much closer together than in liquid form. When the fuel is spent, it's just a simple matter of recharging the metal with more hydrogen under slight pressure.

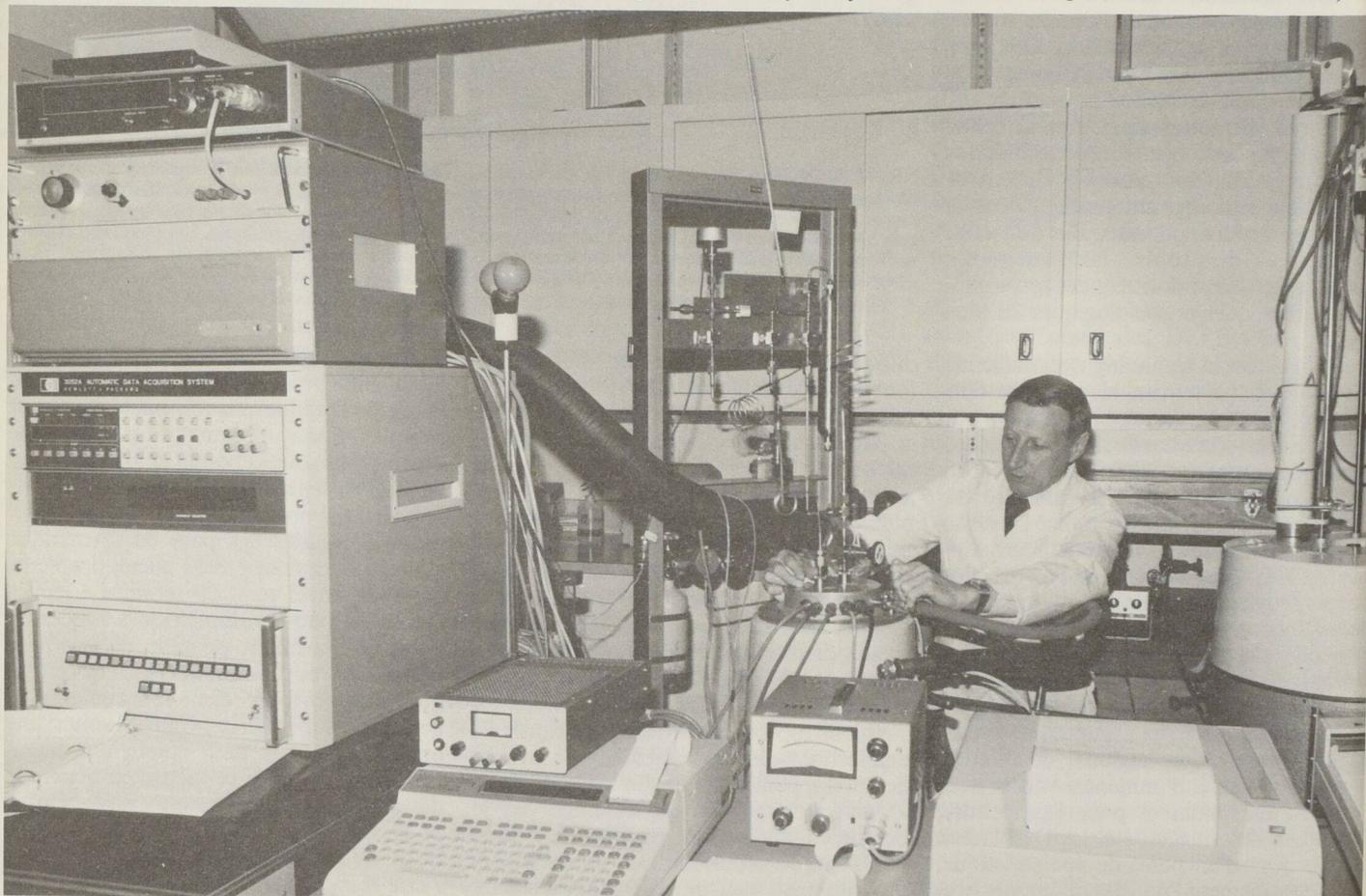
"One of the disadvantages of metal hydrides," cautions Taylor, "is their weight. We are investigating a variety of hydrides

formed by straight metals and alloyed compounds to arrive at just the right combination of low weight, large hydrogen binding capacity, stability and hydrogen release under the desired conditions. But indications are that because of its weight, metal hydride fuel will be relegated to earth-bound applications."

However, other studies indicate that liquid hydrogen (LH₂) could be used as an aircraft fuel in the future. Lockheed

Bryan Taylor amidst the tools of his trade — the most precise calorimeters money can buy. The calorimeters can sense extremely miniscule quantities of heat which flow from the reaction of metal alloys with hydrogen. The amount and manner in which the heat flows give Taylor and his colleagues — John Murray, Mike Post, and Gaston Despault — a wealth of information about the fundamental principles of the process, allowing them to improve hydrides by producing better alloys. (Photo: Bruce Kane, NRC)

Brian Taylor avec ses outils de travail: les calorimètres les plus précis qu'on puisse trouver. Ces calorimètres peuvent mesurer la quantité minimale de chaleur qui se dégage de la réaction entre l'hydrogène et des alliages métalliques. Les données obtenues sur cette chaleur et la façon dont elle se dégage permettent à Brian Taylor et ses collègues, John Murray, Mike Post et Gaston Despault, de mieux comprendre les principes fondamentaux du processus et, par conséquent, d'améliorer les hydrures métalliques par la production de meilleurs alliages. (Photo: Bruce Kane, CNRC)



Une source d'énergie sensationnelle

L'hydrogène, carburant pour l'avenir

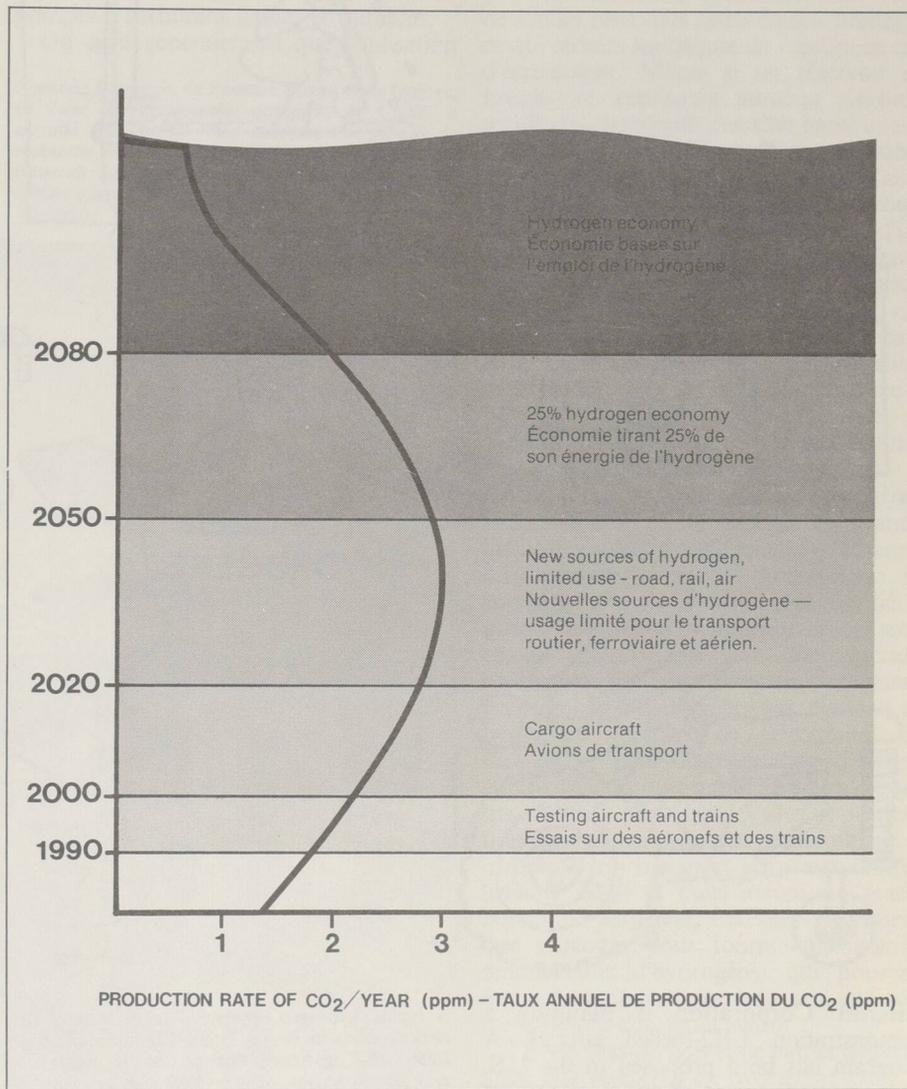
Qu'est-ce qui est plus léger que l'air, possède trois fois plus de potentiel énergétique que l'essence, et dont le résidu de la combustion est de l'eau? C'est l'hydrogène: le plus simple de tous les éléments.

L'hydrogène pourrait bien résoudre tous nos problèmes d'énergie vers la fin de ce siècle mais, au point où en sont les choses, il faudra effectuer beaucoup de travaux de recherche et de développement avant qu'il soit possible d'en faire un carburant répondant aux besoins énergétiques mondiaux. À la Division de chimie du Conseil national de recherches, le Dr Bryan Taylor et ses collègues étudient une propriété étonnante de l'hydrogène: la possibilité de l'emmagasiner en toute sécurité lorsqu'il est combiné avec certains métaux (sous forme d'hydrures métalliques) et de le libérer au besoin.

Le Dr Taylor nous explique que «des hydrures métalliques ont l'avantage d'apaiser nos craintes du «syndrome de l'Hindenburg». Plusieurs personnes considèrent l'hydrogène comme un produit extrêmement dangereux. L'hydrogène a acquis cette réputation à la suite de la catastrophe qui a détruit ce dirigeable allemand, et la confusion issue de l'invention de la bombe à l'hydrogène n'a pas aidé à éclaircir la situation. De fait, on a prouvé qu'il aurait été possible de survivre au désastre de l'Hindenburg (plus de la moitié de ses passagers ont survécu) si des mesures adéquates avaient été prises. Il est possible d'emmagasiner l'hydrogène en toute sécurité avec les hydrures métalliques. Même si on les expose à une flamme alors qu'ils sont pleins d'hydrogène, les hydrures métalliques brûlent très mal.»

À l'aide d'un petit moteur installé dans son laboratoire, le Dr Taylor démontre comment on pourrait utiliser les hydrures métalliques dans un système employant l'hydrogène comme carburant. Il ouvre une valve reliée à un tube de verre qui contient de la poudre d'hydrure métallique. Après quelques secondes, il approche une flamme d'un orifice sur le tube et la combustion de l'hydrogène gazeux produit une imperceptible flamme bleue, dont la chaleur actionne un moteur à piston de type Stirling. C'est une source d'énergie des plus propres car sa combustion ne produit que de la chaleur et de la vapeur d'eau.

Ces poudres métalliques permettent non seulement d'utiliser l'hydrogène sans aucun danger, mais aussi d'emmagasiner cinq fois plus d'hydrogène qu'un volume équivalent d'hydrogène liquide. Cette anomalie apparente réside dans le fait que le métal atténue les forces de répulsion existant entre les atomes individuels d'hydrogène, leur permettant ainsi d'occuper un volume beaucoup plus réduit qu'à l'état liquide.



One of the important reasons for converting to hydrogen fuel systems is the threat of increasing concentrations of carbon dioxide in the atmosphere from the combustion of hydrocarbon fuels. One model predicts that at the present rate of carbon dioxide release into the atmosphere, the average world temperature could rise two degrees by 2020 and if allowed to progress, cause irreparable harm. This graph shows that if hydrogen displaced hydrocarbon fuels according to the above schedule the carbon dioxide increase could be checked and gradually reduced to normal levels. (Graphic: John Bianchi)

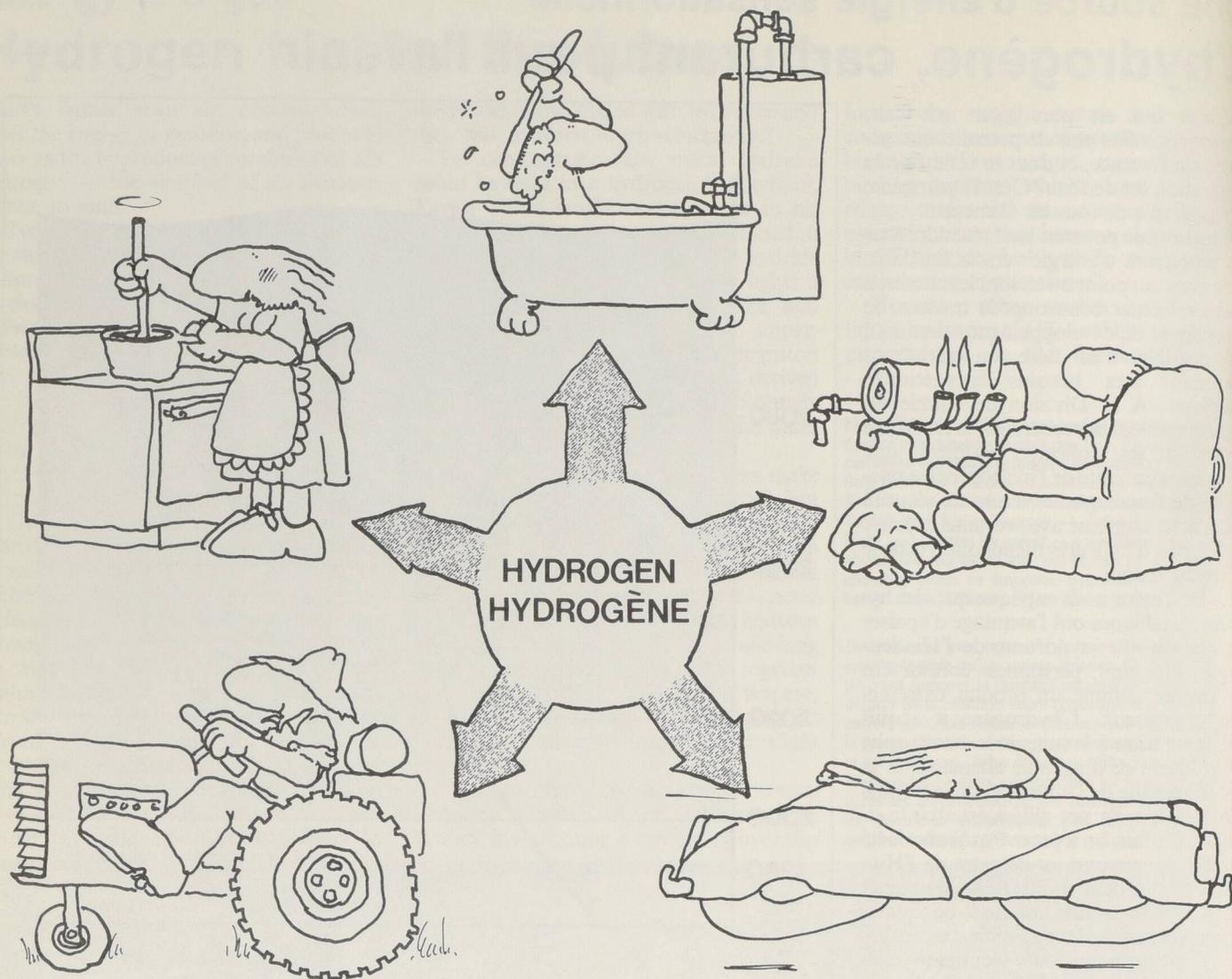
Lorsque le métal en poudre ne contient plus d'hydrogène, il suffit tout simplement de le recharger avec de l'hydrogène sous faible pression.

Le Dr Taylor nous rappelle cependant qu'«un des désavantages des hydrures métalliques est leur poids. Nous étudions une variété d'hydrures composés de métaux purs et d'alliages pour obtenir la meilleure combinaison possible, c'est-à-dire un poids minimum, une grande capa-

l'augmentation de la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère, résultant de la combustion des hydrocarbures, est une menace suffisante pour justifier l'adoption de l'hydrogène comme carburant. Selon certaines théories actuelles, la température moyenne de la Terre pourrait s'élever de deux degrés d'ici l'an 2020 si on continue de produire du gaz carbonique (CO₂) au taux actuel, et cette augmentation, si elle n'est pas enrayée, pourrait causer des dommages irréparables. Ce graphique démontre que l'augmentation du CO₂ pourrait cesser et sa concentration atmosphérique pourrait être réduite graduellement à un niveau normal si l'hydrogène remplace les hydrocarbures comme carburant selon les prévisions mentionnées ci-dessus. (Illustration: John Bianchi)

cité de stockage, donc un système stable qui libérerait l'hydrogène selon les conditions désirées. Mais, en raison de leur poids, il semble que l'emploi des hydrures métalliques sera limité aux applications terrestres.»

Cependant, d'autres études tendent à démontrer que l'hydrogène liquide (LH₂) pourrait un jour être utilisé comme carburant pour les avions. La Lockheed Aircraft Corporation prépare un prototype



Aircraft Corporation is planning a demonstration LH2-fuelled aircraft. A program has been proposed to the U.S. government for research and development that should result in an airworthy LH2-fuelled Lockheed 1011 by 1995. The time lag is required to overcome some crucial problems, including metal embrittlement by LH2, super insulation of the fuel tanks (hydrogen liquefies at -252°C), and the production of reliable, long-lived fuel pumps.

It is generally agreed that the safety of the aircraft will be increased through the use of hydrogen fuel. Instead of carrying hydrogen in its wings, as is the case for regular aviation fuel, LH2 will be stored in strong tanks in the fuselage, thus decreasing the chances of a rupture in the event of a crash. Even if a tank ruptures, surviving passengers would stand a much better chance of not being burned because LH2 vaporizes rapidly, has a low density (one-tenth as dense as air), and its flame radiates less heat (a hydrocarbon fire of equivalent energy radiates heat over 10 times the area). Equally important, there would be no dangerous pools of flaming

A typical hydrogen homestead of the future? One already exists in Provo, Utah. The home of Roger Billings (Billings Energy Corporation), including a car and garden tractor, runs on hydrogen generated by electrolysis. (Graphic: John Bianchi)

fuel, as is the case with regular aviation fuel. In this regard, even spilled gasoline, diesel fuel or liquid natural gas are more dangerous.

Where would hydrogen fuel come from? Presently, it is produced in large quantities from natural gas (methane). Methane's chemical structure consists of one carbon atom linked to four hydrogen atoms, and it is these that are stripped off by a chemical process. Hydrogen can also be produced readily from water by electrolysis, but this requires electricity. Canada has an enviable amount of hydroelectric power, much of which is not developed because the sites are remote, making it inefficient and costly to move the power to population centres. But if hydrogen was needed, these sites could be developed to provide a renewable supply of hydrogen, which could then be pumped by pipeline to wherever it is needed.

Serait-ce le type de petite exploitation rurale alimentée à l'hydrogène que nous verrons à l'avenir? Il en existe déjà une à Provo, dans l'Utah. La maison de Roger Billings (Billings Energy Corporation), de même que son automobile et son petit tracteur, sont alimentés avec de l'hydrogène obtenu par électrolyse. (Illustration: John Bianchi)

Waste wood and paper may also be a convenient source of hydrogen (see Science Dimension 1980/1). A bacterium discovered by scientists in the Division of Biological Sciences can efficiently convert cellulose into hydrogen and other products.

If hydrogen is looking good to you, it looks even better to Bryan Taylor, a cautious optimist. "We have most of the technology now to start using hydrogen fuel," he concludes. "What we don't have yet is the commitment or the willingness to wean ourselves from our diet of oil. We are not going to change over tomorrow of course, but we have to make initial moves from fossil fuels by the year 2000. Oil will then be scarce and we will be on the verge of serious environmental problems as a result of products discharged into the atmosphere."

□ Sadiq Hasnain

d'avion alimenté à l'hydrogène liquide. Elle a proposé, au gouvernement américain, un programme de recherche et de développement qui devrait aboutir, en 1995, à la mise au point d'un avion pratique alimenté au LH₂, le Lockheed 1011. Une telle période de temps est nécessaire pour surmonter

Noranda Research of Pte. Claire, Québec, one of the firms contracted by NRC to do hydrogen research and development, is building four giant prototype electrolyzers for commercial use. (Photo: Noranda Research)

certains problèmes cruciaux, dont la tendance du métal à se briser comme du verre au contact du LH₂, l'isolation maximum des réservoirs (l'hydrogène se liquéfie à -252°C), et la production de pompes à carburant fiables et durables.

On croit généralement que l'utilisation

Noranda Research, de Pointe-Claire, dans le Québec, est l'une des compagnies auxquelles le CNRC a accordé des contrats pour effectuer des travaux de recherche et de développement sur l'hydrogène; elle construit actuellement quatre prototypes d'électrolyseurs géants, d'usage commercial. (Photo: Noranda Research)

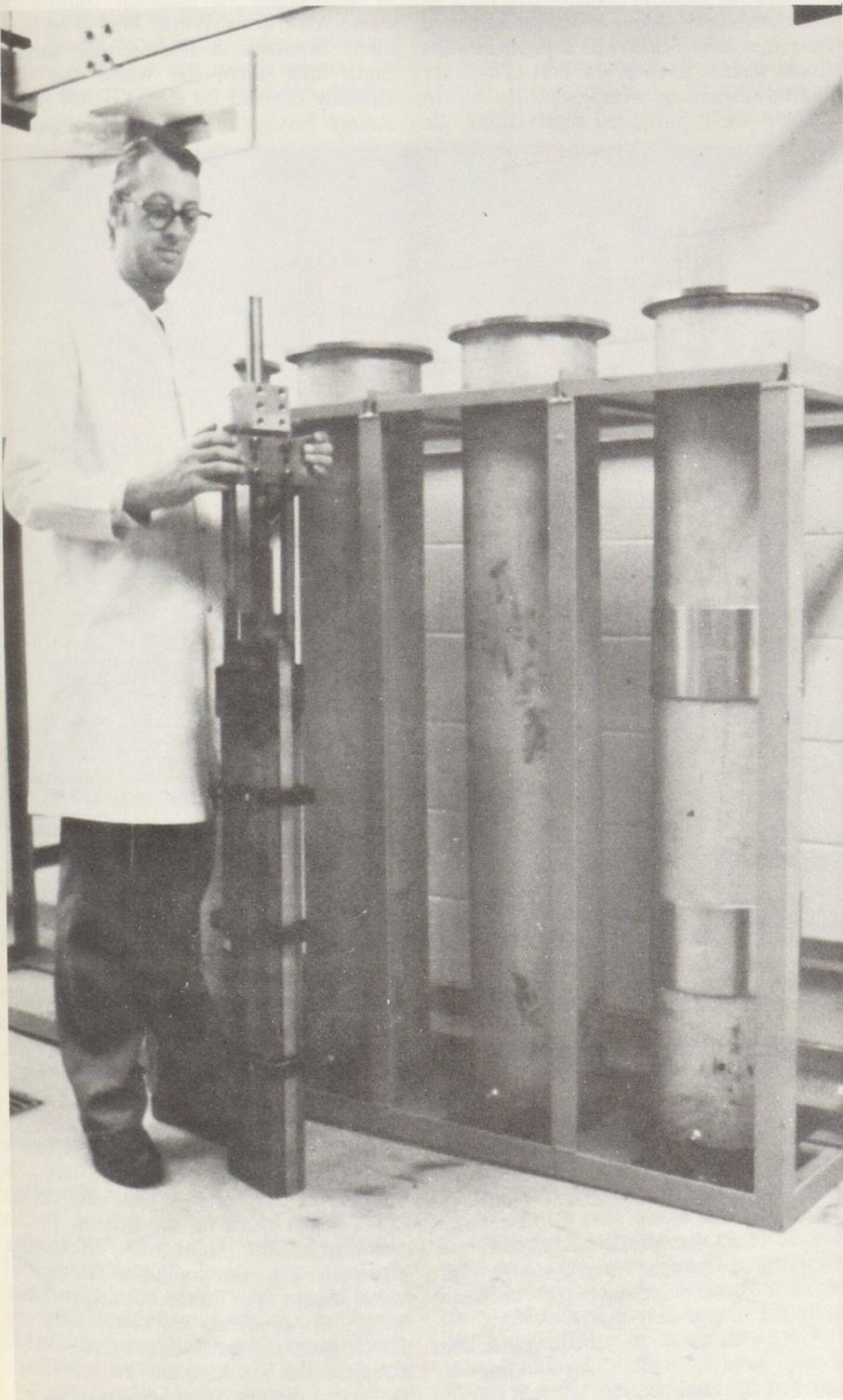
de l'hydrogène comme carburant accroîtra la sécurité des avions. L'hydrogène liquide ne sera pas emmagasiné dans les ailes des avions, comme c'est le cas actuellement pour les carburants ordinaires, mais dans de solides réservoirs situés dans le fuselage, ce qui réduira les risques de rupture en cas d'écrasement. Même si un réservoir se brisait, les survivants auraient de bien meilleures chances de s'en tirer parce que le LH₂ s'évapore rapidement, a une faible densité (il est dix fois moins dense que l'air), et que sa combustion irradie beaucoup moins de chaleur (la combustion d'un hydrocarbure d'une énergie équivalente réchauffe une surface dix fois plus grande). Un autre point important est qu'il n'y aurait pas de flaques dangereuses de carburant inflammable, comme c'est actuellement le cas avec le carburant ordinaire pour avion. À cet égard, l'essence, le carburant pour diesel ou le gaz naturel liquide sont beaucoup plus dangereux.

D'où tirerions-nous tout cet hydrogène? Présentement, on le produit en grande quantité à partir du gaz naturel (méthane). La structure chimique du méthane se compose d'un atome de carbone lié à quatre atomes d'hydrogène, et ce sont ceux-ci qu'on isole par une réaction chimique. On peut aussi facilement produire de l'hydrogène par électrolyse, mais ceci requiert de l'électricité. Le Canada a une surabondance d'hydroélectricité, dont une grande partie n'est pas mise à profit parce que les sites de production sont éloignés, ce qui rend coûteux et inefficace son transport jusqu'aux centres urbains. Mais si nous avions un grand besoin d'hydrogène, ces sites pourraient être exploités pour fournir une source renouvelable d'hydrogène, qui pourrait être acheminé par pipe-lines aux endroits où le besoin s'en ferait sentir.

Les déchets de bois et de papier peuvent aussi être convertis en hydrogène (voir le premier numéro de Science Dimension de 1980). Les scientifiques de la Division des sciences biologiques ont découvert une bactérie qui peut efficacement convertir la cellulose en hydrogène et en d'autres produits.

Si l'hydrogène vous semble une solution attrayante, il l'est encore plus pour Bryan Taylor, un optimiste prudent. «Nous avons à peu près toute la technologie nécessaire pour commencer à employer l'hydrogène comme carburant», conclut-il. «Mais il faut nous résoudre à nous passer du pétrole. Naturellement, nous ne changerons pas nos habitudes du jour au lendemain mais, aux environs de l'an 2000, nous devons avoir commencé à nous passer des combustibles fossiles. Il y aura alors une grave pénurie de pétrole et nous aurons de sérieux problèmes environnementaux résultant de l'effet des sous-produits de la combustion des dérivés du carbone sur notre atmosphère.» □

Texte français: Denise de Broeck



Piloting under pressure

Industry STEPs forward

A new program to stimulate the employment of young researchers has been administered by the National Research Council for more than a year. Canada's stature in the world industrial picture may be the biggest beneficiary.

Gray water and gray skies combine to reduce visibility to zero. Master and mate on a West Coast fishing vessel exchange worried looks. "All right, you got us out here, now how do we get back?"

"We wait. This fog will lift soon, I hope. Listen, someone's getting through it."

electronics designer developed the idea on the basis of an intimate knowledge of a small boatman's navigational problems and brought it to a marketing stage with help from an NRC industrial aid program that allowed him to hire an unemployed science graduate to put the finishing touches on the system. When Hargrove founded his Vancouver electronics firm, he was aware of the needs of both commercial fishermen and pleasure boat pilots in West Coast waters. Even in the best of weather coastal fishermen often want to return quickly to a particular spot where the

the LORAN system with Bob Salusbury, President of Com Dev Marine. We know there are many electronic navigation aids on the market, but most of them are bulky and expensive. I wanted to make something simple and effective that didn't cost the buyer a small fortune."

Hargrove's concept relies on the system of land-based navigational transmitters conceived during World War II to assist allied bombers in finding their targets. Since that time, the world has been virtually covered by the LORAN (LONG RANGE Navigation) signal network which



Through the gloom a motor's pulse can be heard, slowly but confidently threading its way back to harbor.

"I wonder how they can make it without radar?"

On the bridge of the other boat alert eyes peer into the gray. From time to time the navigator glances at the new "black box" installed over the wheel. Floating hazards remain and navigation in fog is always a challenge, but the new instrument in the wheelhouse will route him past rocks and headlands. He didn't hit any going out and he will avoid them coming back in — his vessel is navigating by "memory".

The memory is the brainchild of Lloyd Hargrove, President of Analytic Systems Ware, Ltd., of Vancouver. The former

Mark Sterling punches in the course while Lloyd Hargrove looks on during a test of the course setter system. (Photo: Croton Studios)

Mark Sterling compose le cap sous le regard de Lloyd Hargrove au cours d'un essai du directeur de cap. (Photo: Croton Studios)

fishing is good. Yet when the fog rolls in, getting there can become a tedious task of plotting, particularly when expensive radar is lacking and the plotter, captain and owner are the same man. Unlike larger vessels which can afford radars and other complex equipment, Hargrove knew that small operators need inexpensive units that are efficient and easy to use.

"The idea came to me during a boat show," he says, "while I was looking over some navigational equipment that utilized

uses the time difference between two or more transmitters to allow ships and aircraft to determine position. In some areas, particularly Canada's West Coast, reflections by the mountains weaken the signals, making navigation difficult. Hargrove's idea was to provide continuity in the "dead zones". This suggested a memory system coupled with a microprocessor, and he and his design team began work on the project. In the meantime, his eight-man electronics company was developing a number of other ideas to put on the market, and as a result, the problems associated with the development of the navigation aid eluded solution and the company became financially strained trying to find answers.

Faciliter le pilotage CEST ce qu'il faut

Le Conseil national de recherches administre depuis un an déjà un nouveau programme visant à encourager l'emploi des jeunes chercheurs. Il se pourrait que ce soit la réputation du Canada au sein de la communauté industrielle internationale qui en soit le plus grand bénéficiaire.

Mer grise et ciel sombre s'unissent pour faire tomber la visibilité à zéro. Le patron d'un bateau de pêche de la côte ouest et son second échangent des regards soucieux. «À toi de jouer, tu nous a conduits ici, ramène-nous au port!»

rochers et les pointes de terre. Il n'en a pas heurté lorsqu'il a pris la mer et il les évitera encore en rentrant au port car son bateau navigue «de mémoire».

Cette mémoire est le fruit de l'imagination de Lloyd Hargrove, président de Analytic Systems Ware, Ltd., de Vancouver. C'est sa connaissance intime des problèmes de navigation rencontrés par les propriétaires de petits bateaux qui a conduit l'ancien électronicien à cette solution, commercialisée grâce à un programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC. Ce programme lui a

pas les moyens de s'offrir un radar coûteux et que le navigateur, le patron et le propriétaire sont une seule et même personne. Hargrove savait que, contrairement aux armateurs de navires de plus fort tonnage qui peuvent s'équiper de radars et d'autres instruments complexes et coûteux, c'est d'un matériel bon marché, efficace et facile à utiliser dont les petits propriétaires ont besoin.

«C'est à l'occasion d'un salon nautique que l'idée m'est venue», dit-il, «alors que j'examinais avec le président de Com Dev Marine, Bob Salusbury, du matériel de navigation utilisant le système LORAN. Nous savons que le marché offre un grand nombre d'aides à la navigation mais la plupart des systèmes sont encombrants et coûteux. Je voulais fabriquer quelque chose de simple et d'efficace qui ne coûterait pas une petite fortune à l'acheteur.»

L'instrument de Hargrove fonctionne avec le système LORAN (Long Range Navigation) d'émetteurs de navigation terrestres, dont la couverture est maintenant virtuellement mondiale, conçu au cours de la Seconde Guerre mondiale pour aider les bombardiers alliés à repérer leurs objectifs et qui permet à un aéronef ou à un navire de déterminer sa position en mesurant le délai séparant la réception d'impulsions émanant de deux ou plusieurs stations émettrices. Dans certaines régions, notamment sur la côte ouest du Canada, les montagnes affaiblissent les signaux, rendant la navigation difficile. Ce que cherchait Hargrove c'était à assurer la continuité de la réception dans les «zones de silence» et pour cela il fallait un système doté d'une mémoire et d'un microprocesseur dont il confia la mise au point à son bureau d'études, y participant personnellement. Les huit employés de sa compagnie d'électronique s'étaient entretemps attaqués à la réalisation d'un certain nombre d'autres projets commercialisables qui les avaient empêchés de résoudre certains problèmes relatifs au système d'aide à la navigation, et la recherche de solutions plaçait l'entreprise dans une situation financière difficile.

«Ce qu'il nous fallait», précise Hargrove, «c'est quelqu'un qui puisse consacrer tout son temps au projet LORAN. Lorsque j'ai appris l'existence du programme CEST (Création d'emplois scientifiques et techniques) du CNRC, j'ai pensé que l'on avait découvert la façon idéale de résoudre notre problème.» CEST a été créé par le CNRC au cours du printemps de 1978 pour aider les compagnies ayant besoin de personnel scientifique à recruter des diplômés en sciences et en ingénierie sans emploi. Étroitement lié au Programme



Les montagnes de la Chaîne côtière affaiblissent les signaux LORAN et rendent la navigation des bateaux de pêche entre les îles difficile. (Photothèque)

West Coast mountains weaken LORAN signals and navigation by the fishing fleets becomes a tedious job among the islands. (Photothèque)

«Patientons un peu, ce brouillard ne va certainement pas tarder à se dissiper. Un instant! Écoute, je crois que quelqu'un est en train de passer.» Sortant de la purée de pois, leur parvient le bruit du moteur d'un bateau qui, lentement mais sûrement, se fraye un chemin à travers le brouillard et se dirige vers le port.

«Je me demande vraiment comment ils peuvent s'en sortir sans radar?»

Sur le pont du bateau en question des yeux alertes essayent de percer la grisaille. De temps à autre, le navigateur jette un coup d'oeil sur la nouvelle «boîte noire» installée sur la barre. Le danger des épaves flottantes et de la navigation dans le brouillard demeure mais le nouvel instrument de timonerie aidera le navigateur à éviter les

permis d'employer un scientifique en chômage pour lui confier la mise au point finale du système. Lorsque Hargrove a créé sa compagnie d'électronique de Vancouver, il connaissait déjà les besoins des pêcheurs professionnels et des plaisanciers de la côte ouest. Les pêcheurs côtiers veulent souvent retourner rapidement sur un emplacement poissonneux mais, même par temps idéal, si le brouillard apparaît il peut s'avérer particulièrement laborieux de tracer sa route, notamment lorsqu'on n'a

“What we needed was someone to work full time on the LORAN project,” he says. “When I heard of NRC’s STEP program (for Scientific and Technical Employment Program), it seemed the perfect solution to our problem.” STEP was created by NRC in the Spring of 1978 to assist firms needing research staff to hire unemployed graduates in science and engineering. Closely related to the Industrial Research Assistance Program (IRAP), STEP funds a portion of the researcher’s salary to firms seeking to develop marketable innovations. By providing funds for a researcher to solve the remaining problems of his navigational aid concept, STEP, according to Hargrove, “literally bailed the company out of an impossible position.”

Because “memory” was the key word in the development of the device, Hargrove wanted someone who was familiar with computer language, and Mark Sterling, a student from the University of British Columbia turned out to be an ideal candidate for the job. With Sterling able to concentrate on finishing the design, the course setter was completed and on the West Coast market in three months. Course plotting is accomplished by the punching of a few buttons, and the computer permits the device to warn the pilot of error due to drift. A little more button punching and the course can be reversed, allowing safe return without the aid of radar in the event of fog. Even with the weak signals LORAN gives in this area, the device places the vessel to within 10 to 100 m of its intended position, depending on local signal strength.

Although there are other models on the market, the application of modern electronics and computer technology has allowed Hargrove and Sterling to produce a device which is physically smaller and less expensive than the competition. “We reached precisely the market we were looking for,” says Hargrove. “With the sales we’ve had in just a few months, we can now press ahead with some of the other ideas we’ve been considering. Expansion of the company seems just around the corner.”

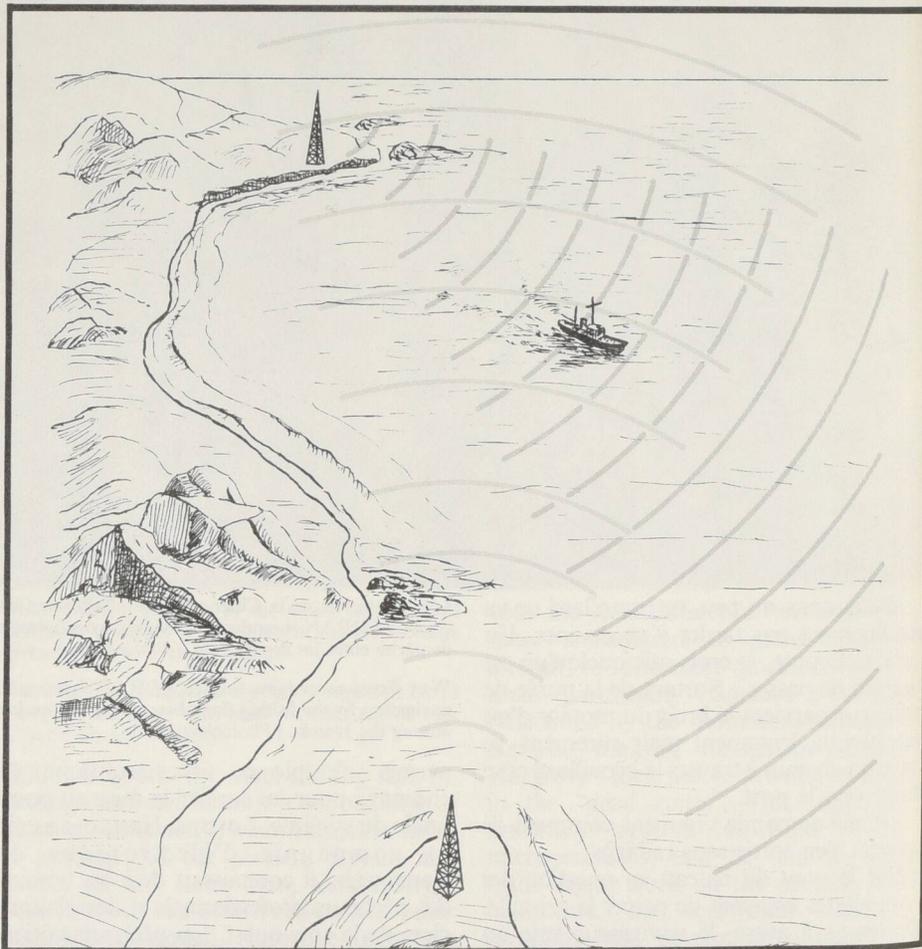
STEP has been in operation for almost two years now and an assessment of its benefits is now in progress. The funds STEP provides are “seed money” for Canadian companies with fresh ideas that have potential in the marketplace. More than two-thirds of the money used to date has gone to comparatively small companies like Analytic Systems Ware. STEP’s great value is in helping such firms over the training period necessary in undertaking a new research project. To date, more than 500 firms have employed nearly 800 new research staff, with attendant expansions in manufacturing, sales and support personnel. □

stephen a. haines



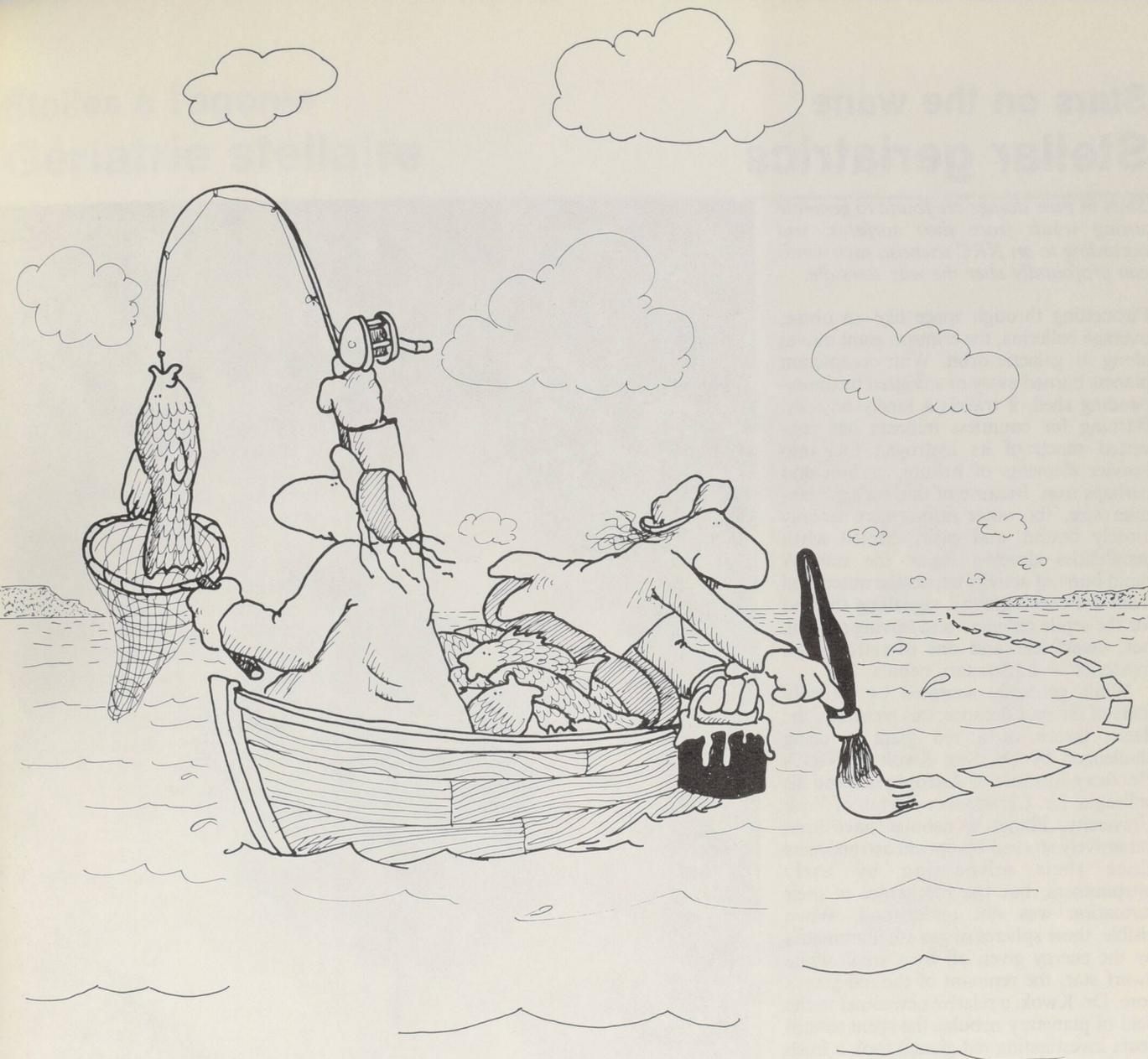
Visibility can drop in minutes when the coastal fogs roll in from the Pacific. (Photothèque)

La visibilité peut tomber en quelques minutes lorsque le brouillard venant du large atteint la côte du Pacifique. (Photothèque)



LORAN is a navigation system using two or more transmitters broadcasting pulsed signals at different times. Receivers measure the time difference and the navigator can then determine his position. Continuous fixes provide the course followed by ship or aircraft. (Graphic: stephen a. haines)

Le LORAN est un système de navigation qui permet au pilote d'un aéronef ou d'un navire de déterminer sa position et son cap en mesurant le délai séparant sa réception d'impulsions émanant de deux ou plusieurs stations émettrices. (Illustration: stephen a. haines)



d'aide à la recherche industrielle (PARI), CEST assure le financement d'une partie du salaire d'un chercheur travaillant sur des innovations commercialisables pour le compte d'une compagnie. Selon Hargrove, en permettant, par une aide financière, à un scientifique d'achever la mise au point de son système d'aide à la navigation, CEST a « littéralement sauvé la compagnie d'une situation sans issue ».

La « mémoire » constituant l'élément essentiel du dispositif, Hargrove voulait quelqu'un qui connaisse bien le langage informatique et Mark Sterling, étudiant de l'Université de la Colombie-Britannique, s'est révélé un candidat idéal pour cette tâche. Sterling pouvant alors se concentrer sur la mise au point finale du concept, le directeur de cap fut achevé et commercialisé sur la côte ouest en l'espace de trois mois. On trace le cap en enfonceant quelques boutons, le pilote étant averti par l'ordinateur de toute erreur due à la dérive.

En appuyant sur quelques boutons supplémentaires, la route peut être modifiée, ce qui, en cas de brouillard, garantit le retour au port en toute sécurité et sans radar. Même avec la faiblesse des signaux LORAN reçus dans cette région, le dispositif amène le bateau à la position recherchée avec une erreur qui, selon la force du signal local, n'excède pas 10 à 100 m.

Bien qu'il existe différents types d'instruments sur le marché, l'utilisation de l'électronique et de la technologie informatique modernes a permis à Hargrove et à Sterling de réaliser un appareil moins encombrant et moins cher que les modèles concurrents. « Nous avons touché exactement le marché que nous visions. D'autre part, les ventes de ces derniers mois nous permettent de poursuivre les autres projets auxquels nous nous étions attaqués et d'envisager un développement très prochain de notre entreprise », nous a confié Hargrove pour

conclure.

CEST fonctionne maintenant depuis presque deux ans et l'on procède actuellement à l'analyse des résultats. Les fonds affectés à ce programme permettent à des compagnies canadiennes de lancer des projets inédits dont les débouchés commerciaux apparaissent prometteurs. Plus des deux tiers des sommes dépensées jusqu'à présent a été versé à des entreprises de relativement faible importance comme Analytic Systems Ware. Le grand intérêt de CEST réside dans le fait qu'il aide ces compagnies au cours de la période de rodage qui précède nécessairement le lancement de tout nouveau projet de recherche. Ce sont, à ce jour, près de 800 nouveaux chercheurs qui ont été recrutés par plus de 500 compagnies avec, comme corollaire, un accroissement des fabrications, des ventes et du personnel de soutien. □

Texte français: Claude Devismes

Stars on the wane

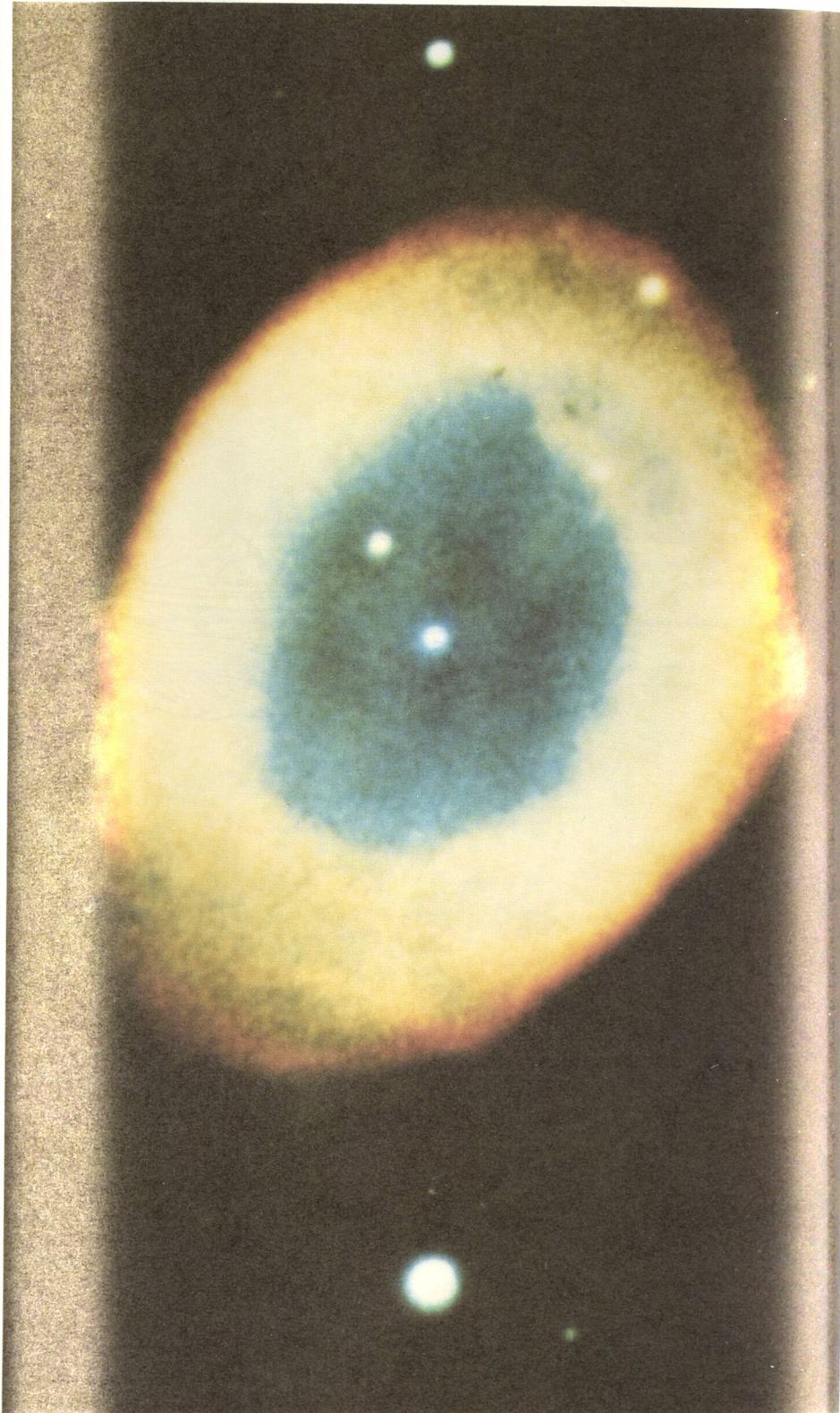
Stellar geriatrics

Stars in their dotage are found to generate strong winds from their surfaces; and according to an NRC scientist, such winds can profoundly alter the way stars die.

Pirouetting through space like an obese, overage ballerina, the crimson giant moves along its galactic orbit. With companion planets burned away or sterilized by the expanding shell, it travels a lonely odyssey. Burning for countless millenia has converted much of its hydrogen fuel into heavier elements of helium, carbon and perhaps iron. Because of the star's gargantuan size, the outer atmosphere is only loosely bound, and easily ejected when instabilities develop inside the star. A rapid burst of activity expels the outer shell from the core's gravity, signalling the end for the senile red giant and leaving a small, hot, dwarf star and one of astronomy's mysteries — a planetary nebula.

While generally accepted by astronomers of the past decades, this picture of the death throes of a red giant is being challenged by Dr. Sun Kwok of NRC's Herzberg Institute of Astrophysics and his colleague Dr. Christopher Purton of York University. Planetary nebulae have been extensively studied by optical astronomers since their misnaming by early astronomers, but the mechanics of their formation was not understood. When visible, these spheres of gas are illuminated by the energy given off by a small white dwarf star, the remnant of the red giant's core. Dr. Kwok, a relative newcomer to the field of planetary nebulae (he spent several years investigating red giants) took a fresh look at this old subject from a new point of view. "To understand how a star dies," he says, "you have to examine the patient just before he goes. Our studies indicate the final stages of a red giant's life can be a long, drawn-out process rather than an abrupt one of violent expulsion."

The evidence that led to Kwok's re-evaluation derives from the finding that red giants give off a steady stream of dust and gas — in the form of a wind. "Red giant" is one of the most common stellar types and a phase through which all stars must pass before they die, exiting either via the planetary nebula or supernova pathway. Throughout the time the star spends as a red giant, a large fraction of its original mass is ejected in the form of a stellar wind. Dr. Kwok's study of the winds from red giants and their contribution to the formation of planetary nebulae is the result of a relatively new tool of astrophysics — infrared astronomy. Although invisible to the human eye, infrared radiation is emitted by almost everything at room temperature, including our own bodies. In



The Ring demonstrates why these nebulae were misnamed. A spherical shell of gas and dust surrounding the star sends more light to us from its edges than from the centre. Early astronomers thought the dust was a forming planet in orbit around the star. (Hale Observatories)

L'Anneau permet de comprendre pourquoi ces objets célestes ont été appelés à tort des nébuleuses planétaires. L'enveloppe sphérique de gaz et de poussière qui entoure l'étoile émet plus de lumière de sa périphérie que de son centre. Les premiers astronomes pensaient que la poussière correspondait à une planète en cours de formation orbitant l'étoile. (Hale Observatories)

Étoiles à l'agonie

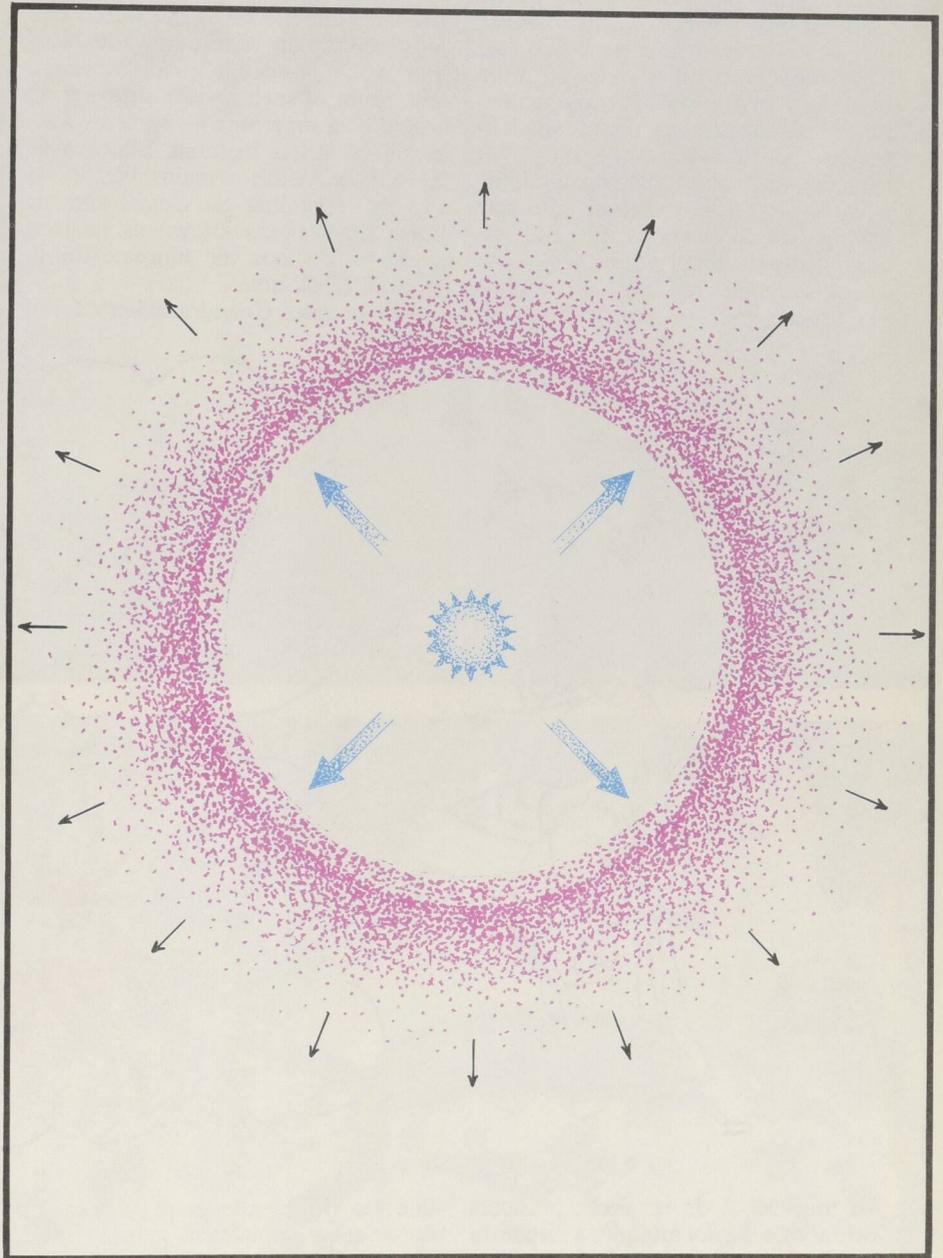
Gériatrie stellaire

Selon un chercheur du CNRC la dégénérescence des étoiles donne naissance à la formation, à leur surface, de vents violents qui pourraient modifier profondément les caractéristiques de leur agonie.

Exécutant des pirouettes dans l'espace à la manière d'une ballerine obèse et décrépie, la géante cramoisie se meut le long de son orbite galactique. Abandonnée par ses compagnes planétaires incinérées ou stérilisées par son enveloppe en expansion elle poursuit son odyssee solitaire. Le feu qui la consume depuis un nombre incalculable de millénaires a transformé une grande partie de son hydrogène en éléments plus lourds comme l'hélium, le carbone et peut-être le fer. En raison de la taille gigantesque de l'étoile les hautes couches de son atmosphère manquent de cohésion et sont facilement éjectées lorsque des instabilités se développent dans ses entrailles. Un rapide accroissement d'activité arrache l'enveloppe extérieure à la gravité du noyau et signale la fin de la géante rouge sénile à laquelle succède une petite étoile naine brûlante et ce qui constitue l'un des mystères de l'astronomie: une nébuleuse planétaire.

Bien que la plupart des astronomes des dernières décennies s'y soient ralliés, cette description des derniers moments d'une géante rouge n'enthousiasme pas le Dr Sun Kwok, de l'Institut Herzberg d'astrophysique du CNRC, ni son collègue le Dr Christopher Purton, de l'Université York. Ces corps célestes, appelés à tort nébuleuses planétaires par les premiers astronomes, ont été depuis étudiés en détail grâce à l'astronomie optique mais on n'était jamais parvenu à s'expliquer le mécanisme de leur formation. C'est l'énergie dégagée par une petite naine blanche, c'est-à-dire par les restes du noyau de la géante rouge, qui illumine ces sphères de gaz et les rend parfois visibles. Le Dr Kwok, qui s'intéresse aux nébuleuses planétaires depuis relativement peu de temps (il a consacré plusieurs années à l'étude des géantes rouges), a posé un regard neuf sur ce vieux sujet. Écoutons-le: «Pour comprendre le mécanisme de l'agonie d'une étoile il faut l'ausculter juste avant qu'elle ne meure. C'est ce que nous avons fait et nous avons découvert qu'au lieu de s'achever par une explosion soudaine et brutale ces affres peuvent parfois s'éterniser.»

C'est la découverte que les géantes rouges émettent un flux constant de poussières et de gaz sous forme de vent qui a conduit Kwok à réexaminer les données existantes. La «géante rouge» est l'un des types stellaires les plus courants et toutes les étoiles doivent passer par cette phase avant



de finir en nébuleuses ou en supernovae planétaires. Pendant tout le temps qu'elle demeure une géante rouge l'étoile éjecte une grande partie de sa masse originelle sous forme de vent stellaire. C'est grâce à un outil relativement nouveau de l'astrophysique, l'astronomie infrarouge, que le Dr Kwok peut étudier les vents issus des géantes rouges et leur contribution à la formation des nébuleuses planétaires. Bien que des rayons infrarouges soient émis par presque tous les corps, y compris le nôtre, à la température ambiante, ils sont invisibles à l'oeil nu. Dans l'univers, la matière qui n'est pas suffisamment chaude pour émettre de la lumière visible émet souvent un rayonnement infrarouge.

Un des résultats importants de

L'«effet chasse-neige» est dû au fait que les particules animées d'une grande vélocité et émises par une étoile devenue une naine blanche repoussent celles qu'elle a émises lorsqu'elle était encore une géante rouge. (Illustration: John Bianchi)

The "snowplow effect" results from the "new" wind of the white dwarf pushing against the "old" wind of the red giant. (Graphic: John Bianchi)

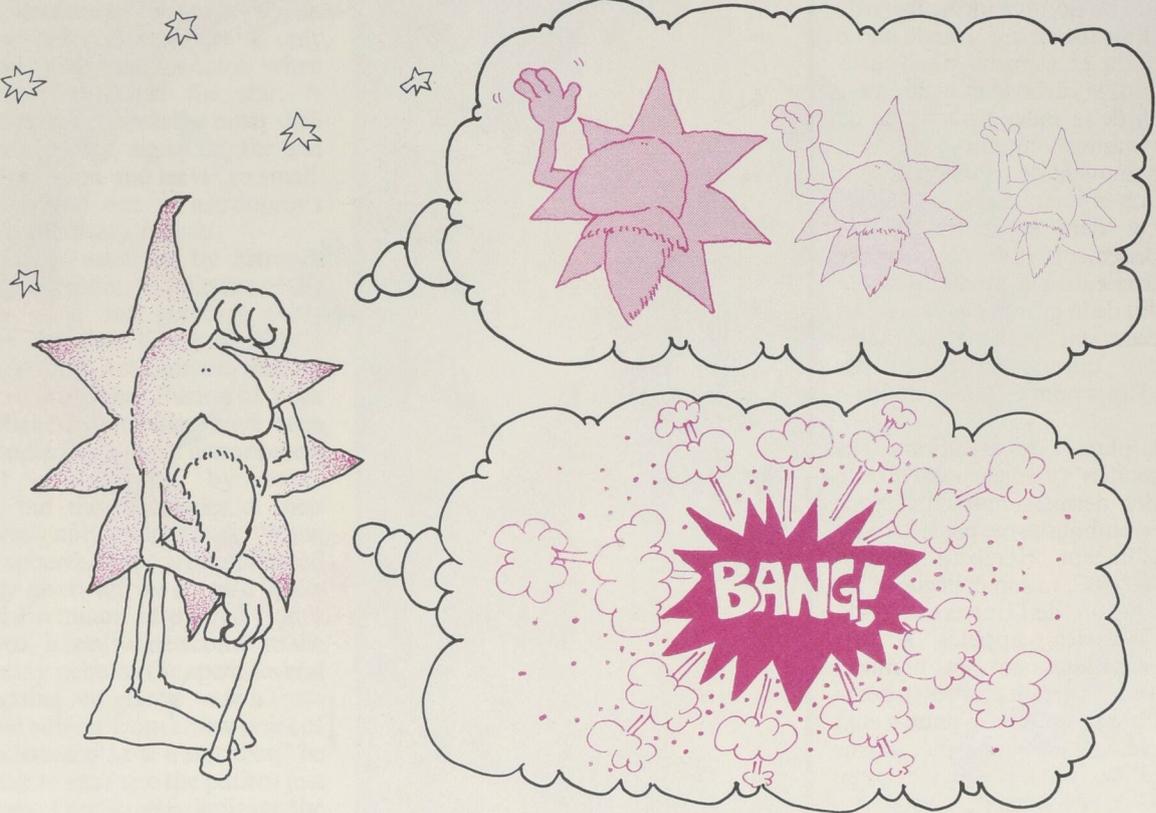
l'astronomie infrarouge est la découverte que certaines étoiles sont entourées de poussières. À mesure qu'elle émerge du noyau de l'étoile, la lumière visible est absorbée par la poussière qui se trouve dans son atmosphère puis en réémerge pour continuer son cheminement cosmique sous forme de rayonnement infrarouge. Au cours de ce processus elle

During the early years of this century several astronomers studied the stellar phenomenon known as the white dwarf. These stars have been found alone, as binary system partners, and as the centre stars in planetary nebulae. The discovery that they shone far more brightly than the sun, yet were sometimes little larger than the moon challenged the physics of the time. An explanation evolved that pictured the white dwarf to be the result of a star having used up its nuclear fuel and collapsing into the small, bright, very dense object. How far could such a compressive process go? The American astron-

omer S. Chandrasekhar calculated that a star of up to 1.4 solar masses could be compressed into a white dwarf. Any larger star (on the main sequence) reaching the end of its life would collapse too rapidly to form a white dwarf and would instead implode violently. The result of such a violent disruption would be a supernova — a massive dispersal of stellar material. Supernovae leave little visible remains behind — rapidly expanding gas clouds and the dark, tiny objects known as neutron stars, or perhaps the ultimate tombstone, a black hole.

For decades Chandrasekhar's Limit

of 1.4 solar masses was accepted as the dividing line between white dwarf stars and supernovae as the termination of "normal" (main sequence) stars because it was assumed stars lost very little mass over the course of their lives. With the research done on stellar winds during the past several years, Chandrasekhar's Limit may have to be revised upwards. Mass loss through the mechanism of the winds suggest that stars of 6-8 solar masses may lose enough material to allow the formation of a white dwarf instead of ending their existence as supernovae. □



Au tout début de ce siècle, plusieurs astronomes se sont attaqués à l'étude du phénomène stellaire que l'on appelle la naine blanche. On rencontre ces étoiles seules, sous forme de partenaires binaires, et d'étoiles centrales dans des nébuleuses planétaires. Pour la physique de l'époque, la découverte qu'elles étaient infiniment plus brillantes que le Soleil, alors que leur taille n'excédait parfois guère celle de la Lune, constituait un mystère. On finira petit à petit par expliquer que la naine blanche constitue la condition finale d'une étoile ayant brûlé son combustible nucléaire avant de devenir en s'effondrant un objet petit, brillant et très dense. Jusqu'où un tel processus de compression pouvait-il aller? L'astronome américain S. Chandrasekhar a calculé

que les étoiles atteignant jusqu'à 1,4 masse solaire pouvaient se transformer par compression en naines blanches. Les étoiles plus grosses (de la séquence principale) atteignant la fin de leur existence s'effondreraient trop rapidement pour devenir des naines blanches et seraient plutôt soumises à une violente implosion qui en feraient des supernovae, impliquant une dispersion massive de matière stellaire. En dehors de nuages de gaz à expansion rapide et d'objets sombres et minuscules que l'on appelle des étoiles à neutrons, ou peut-être encore de la sépulture finale représentée par un trou noir, les supernovae laissent peu de matière visible derrière elles.

Pendant des décennies on a accepté la limite de 1,4 masse solaire de

Chandrasekhar comme ligne de partage entre les naines blanches et les supernovae et comme indication de la fin des étoiles «normales» (appartenant à la séquence principale), parce que l'on pensait que ces corps célestes ne perdaient qu'une faible partie de leur masse au cours de leur existence. À la lumière des recherches faites sur les vents stellaires au cours de ces dernières années, il semble qu'il y aura peut-être lieu d'augmenter la limite de Chandrasekhar. La masse perdue par le mécanisme de ces vents donne à penser qu'au lieu de finir en supernovae les étoiles atteignant six à huit masses solaires pourraient bien perdre suffisamment de matière pour se transformer en naines blanches. □

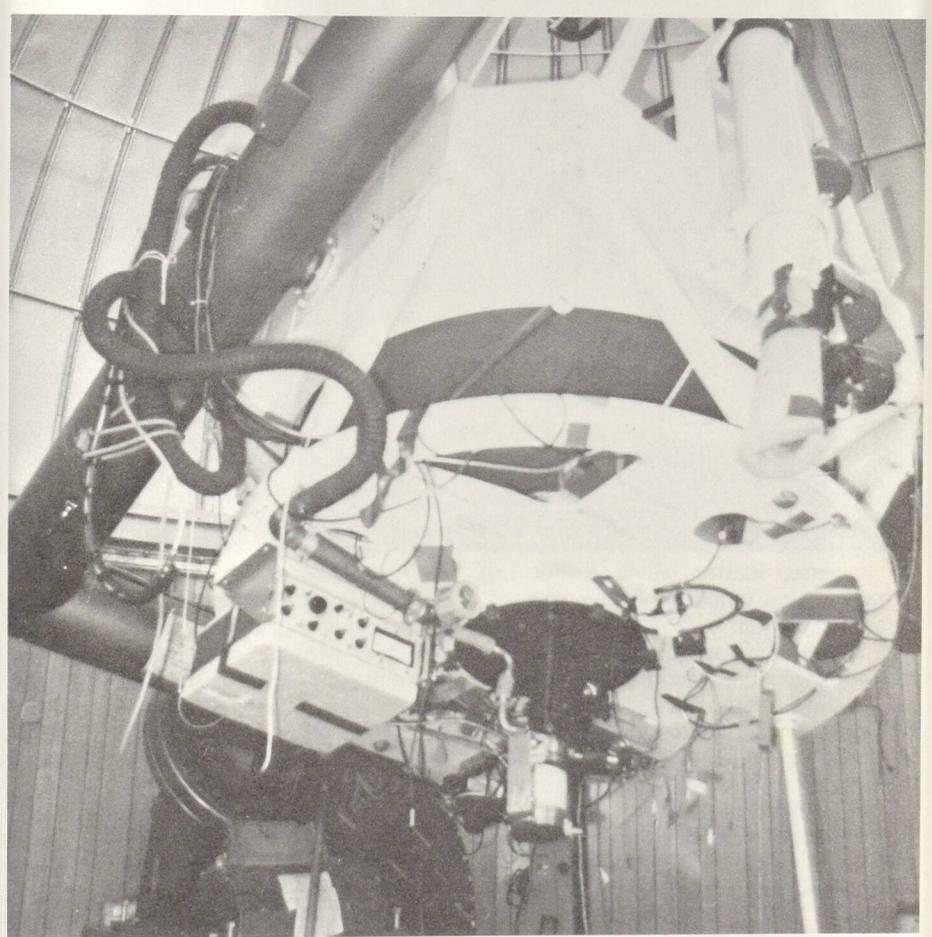


L'autre possibilité: une supernova, c'est-à-dire une étoile qui explose avec la plus grande violence en laissant derrière elle un nuage de gaz diffus et un reste invisible comme une étoile à neutrons ou un trou noir. (Photo: Hale Observatories)

The alternative—a supernova, a star that explodes with ultimate violence, leaves behind a diffuse gas cloud and an invisible remnant such as a neutron star or black hole. (Photo: Hale Observatories)

communiquent une poussée considérable aux particules de poussière qui, avec des molécules de gaz, sont expulsées dans l'espace interstellaire. «Ce vent de gaz et de poussière», précise Kwok, «aboutit à la formation d'une immense enveloppe qui entoure l'étoile et qui, bien qu'invisible à l'œil nu, flamboie en réalité intensément comme on peut le constater en l'observant avec un télescope infrarouge.

«La géante rouge a déposé une telle quantité de matière dans son environnement spatial qu'elle n'a pas besoin d'éjecter brusquement quelque chose pour donner naissance à une nébuleuse planétaire», poursuit Kwok. «La naine blanche qui en résulte n'a plus qu'à éclairer la matière expulsée et restée jusqu'à présent invisible.» En l'éclairant, elle fait naître dans le système un vent nouveau et plus dynamique. Animées d'une vélocité plus de



The 1.5 m infrared installation at Mt. Lemmon Observatory in Arizona, site of much of the pioneer research in infrared astronomy. (Photo: S. Kwok, NRC)

Le télescope infrarouge de 1,50 m de l'Observatoire du mont Lemmon, en Arizona, où se sont faites une grande partie des premières recherches en astronomie infrarouge. (Photo: S. Kwok, CNRC)



the universe, matter which is not hot enough to emit visible light often gives off infrared radiation.

A major accomplishment of infrared astronomy has been the discovery of dust surrounding certain stars. As visible light emerges from the star core, it is absorbed by dust in the stellar atmosphere, re-emerging and continuing its outward journey as infrared radiation. At the same time, it gives a tremendous push to the dust particles, driving them, along with gas molecules, away from the star and into interstellar space. "This wind of gas and dust," says Kwok, "then forms an extensive envelope surrounding the star. Although it cannot be seen, it blazes forth vividly when viewed with an infrared telescope.

"The red giant has deposited so much material around itself that it does not need to suddenly expel something to form a planetary nebula," continues Kwok. "All the remaining white dwarf has to do is simply light up ejected material that had been previously invisible." In lighting up this material the dwarf provides the system with a new and more energetic wind. With more than one hundred times the velocity of the wind that had been generated by the outer shell, the core's particles push firmly against the circumstellar cloud. Over a span of several thousand years this push begins to give the material a discrete shape, rather like blowing up a balloon in a smoke-filled room—which Kwok describes as a "snowplow effect." The high tempera-

The Helix Nebula in Aquarius. (*Hale Observatories*)

La nébuleuse de l'Hélice, dans le Verseau.
(*Hale Observatories*)

ture of the dwarf star causes the forming nebula to glow and is seen by the Earth-bound observer as a faint ring.

If future evidence supports Kwok's theory, not a few ideas about stellar physics will have to be reconsidered, particularly the violent death predicted for most red giants. The accepted thesis that our sun will ultimately explode may be replaced by the likelihood of it simply withering away, leaving behind its own planetary nebula. □

stephen a. haines



Le Dr Sun Kwok expliquant ses découvertes sur les nébuleuses planétaires peu après la présentation de sa nouvelle théorie lors de l'Assemblée générale de l'Union astronomique internationale, à Montréal, l'été dernier. (Photo: Bruce Kane, CNRC)

Dr. Sun Kwok explaining planetary nebulae mechanics shortly after presenting his new theory at the International Astronomical Union General Assembly in Montreal last summer. (Photo: Bruce Kane, NRC)

cent fois supérieure à celle du vent créé par l'enveloppe extérieure, les particules du noyau exercent une poussée intense sur le nuage circumstellaire. En quelques milliers d'années cette poussée finit par donner à la matière une configuration discontinue que l'on pourrait comparer à celle d'un ballon que l'on gonflerait dans une pièce remplie de fumée et que Kwok appelle l'«effet chasse-neige». La température élevée de l'étoile naine fait rougeoyer la nébuleuse naissante que l'observateur terrestre perçoit comme un anneau de faible luminosité.

Si d'autres données viennent renforcer la théorie de Kwok il faudra revoir un certain nombre de nos modèles de physique stellaire et notamment celui selon lequel la plupart des géantes rouges mourraient de mort violente. La thèse généralement acceptée, qui soutient que notre Soleil finira par exploser, pourrait bien se voir remplacer par celle, plus vraisemblable, d'une dégénérescence graduelle aboutissant à la formation d'une nébuleuse planétaire.

Texte français: Claude Devismes

FASTEN HERE - SCOLLER ICI



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

National Research Council Canada
Conseil national de recherches Canada

**OTTAWA
CANADA
K1A 0R6**

Public Information - Information publique

CUT - DÉCOUPEZ

FOLD OUT

1980/2

ADDRESS CHANGE

CHANGEMENT D'ADRESSE

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

NAME - NOM _____

TITLE - TITRE _____

ORGANIZATION - ORGANISME _____

STREET - RUE _____

CITY - VILLE _____

PROVINCE _____ POSTAL CODE POSTAL _____ COUNTRY - PAYS _____

IS YOUR ADDRESS LABEL CORRECT?

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

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

VOS NOM ET ADRESSE COMPORTENT-ILS UNE ERREUR?

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

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

FOLD-IN - PLIEZ VERS L'INTÉRIEUR

CUT - DECOUPEZ



National Research Council
Canada
Ottawa, Canada
K1A 0R6

Conseil national de recherches
Canada
Ottawa, Canada
K1A 0R6

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

RESEARCH SECTION
CISTI
M 55

01

Cover: The red logogram E. coli imposed on growing colonies of yeast is the international symbol warning of the presence of potentially dangerous microorganisms. The precautions that scientists take to ensure containment of these "biohazards" are described in two stories in this issue. Photo: Bruce Kane, NRC; graphic: John Bianchi. (Stories pages 4, 8)

Notre couverture: Le signe rouge superposé à la représentation d'une culture de levures est le symbole international utilisé pour indiquer la présence de micro-organismes potentiellement dangereux. Les mesures de précaution que les scientifiques observent pour assurer leur contenance sont décrites dans deux des articles de ce numéro. (Photo: Bruce Kane, CNRC; illustration: John Bianchi) (voir articles pages 5 et 9)