

SCIENCE DIMENSION

1980/6



AVALANCHE!

SCIENCE DIMENSION



National Research Council Canada
Conseil national de recherches Canada

Vol. 12, No. 6, 1980

ISSN 0036-830X

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

CONTENTS

- 4 Avalanche research**
Fighting a dangerous natural phenomenon
- 10 MAGLEV on track**
Low temperature provides high speed
- 16 NRC's Prairie Regional Laboratory**
Scientific support to agriculture
- 22 Briefly . . .**
- 24 Scratch a target**
Probing the mysteries of plasma
- 28 Index 1980**

Magnesium: kidney pill for the 1980's?

Whether it will make medical history or not remains to be seen, but recently a Chinese surgeon used a miniature explosive charge to dislodge a bladder stone in a 40-year-old patient. The large stone was apparently ruptured into four easily-eliminated pieces without damaging the bladder wall — a rather unconventional medical technique to say the least.

John Marier of NRC's Environmental Secretariat suggests a less drastic but equally effective treatment for kidney stones; he proposes simply to supplement our daily diet with a little magnesium. Marier, a Secretariat member whose job it is to scan the published data in scientific journals, is expert at collating and evaluating information with a view to uncovering hitherto undetected cause-effect relationships; according to the former food chemist, the available evidence indicates that magnesium helps prevent urolithiasis, the medical term for kidney stone formation.

Marier points out that daily supplements in the form of at least 150 mg tablets are needed since we apparently aren't getting as much magnesium from our daily food intake as we should. Current food refining techniques lead to significant losses of magnesium, and soft water (as well as some types of hard water) contains very little of the element. The recommended daily intake of magnesium is about 300-350 mg. In Newfoundland (an area of "very soft" water), residents are only getting about 50 per cent of the needed level. Not surprisingly, they have the highest incidence of kidney stones in Canada.

Kidney stones are usually aggregates of

calcium phosphate or calcium oxalate, and patients suffering from problems of stone recurrence have been found to have lower magnesium levels (especially in relation to calcium) in their urine than control group. When less magnesium is present in the urine, phosphate (or oxalate) groups will bind to the calcium to form insoluble precipitates which can lead to stones. Measuring the urinary magnesium/calcium ratio could help provide a useful index for assessing a low magnesium status, thereby identifying persons prone to kidney stone problems. In cases where additional magnesium has been clinically administered to these people, kidney stone formation was shown to be greatly reduced.

The importance of magnesium has been recognized in Sweden, Japan and the United States where parallel studies have been carried out and are still continuing. Already in Finland, a magnesium-supplement program is under way involving the entire population; the usual 100 per cent sodium chloride in table salt has been replaced by a mixture of 65 per cent sodium chloride, 25 per cent potassium chloride and 10 per cent magnesium chloride. Such a change has the added benefit of reducing the intake of sodium, an element associated with high blood pressure.

Says Marier: "Low cost and the absence of side effects make magnesium a suitable alternative to the other prophylactic treatments presently used in kidney stone patients. Prevention is always cheaper and better than treatment." □

Patricia Montreuil

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 Rickard

Design Acart Graphic Services

Editorial Production Coordinator Diane Bisson Staigh

Printed in Canada by Dolco

31159-9-0742



Le magnésium: remède contre les calculs rénaux

Un chirurgien chinois a récemment mis au point un procédé urologique révolutionnaire qui pourrait marquer l'histoire de la médecine. À l'aide d'une petite charge d'explosifs, il a réussi à diviser un calcul rénal en quatre morceaux plus faciles à éliminer sans toutefois affecter les parois de la vessie dans laquelle il était logé.

John Marier, du Secrétariat de l'environnement du CNRC, suggère tout simplement d'ajouter un petit supplément de magnésium à notre régime alimentaire quotidien. M. Marier, ancien chimiste, s'occupe de sélectionner les données publiées dans les journaux de la recherche; il compile et évalue des articles dans le but de mettre en évidence des relations de cause à effet qui ont été omises. D'après lui, les résultats disponibles prouvent que le magnésium permet de prévenir la formation des calculs rénaux.

M. Marier fait remarquer que nous devrions absorber quotidiennement un supplément d'au moins 150 mg de magnésium étant donné que sa concentration dans notre régime alimentaire est insuffisante. Les procédés modernes de raffinage des aliments réduisent considérablement leur teneur en magnésium et l'eau douce ainsi que certains types d'eau dure ne contiennent que de très petites quantités de cet élément. La dose quotidienne de magnésium recommandée est de 300 à 350 mg. Les résidents de Terre-Neuve, région dont l'eau est très douce, ne reçoivent qu'environ 50% du taux de magnésium nécessaire. Ce n'est donc pas surprenant que l'incidence des lithiases rénales (nom savant des calculs rénaux) y soit la plus élevée au Canada.

Les calculs rénaux sont habituellement constitués d'agréats de phosphate de calcium ou d'oxalate de calcium et on a constaté que l'urine des personnes souffrant périodiquement de lithiases rénales contenait des taux de magnésium inférieurs à ceux de l'urine de personnes normales (notamment par rapport aux taux de calcium). Lorsque la teneur de l'urine en magnésium est faible, certains phosphates (ou oxalates) se combinent au calcium pour donner un précipité insoluble dont l'accumulation peut former des calculs. La mesure du quotient magnésium/calcium de l'urine pourrait permettre de détecter une insuffisance de magnésium et, de ce fait, faciliter le dépistage des personnes susceptibles de souffrir de lithiases rénales. On a également constaté que l'administration d'un supplément de magnésium avait considérablement réduit la formation de calculs rénaux.

L'importance du magnésium a été reconnue en Suède, au Japon et aux États-Unis où des études comparables ont été effectuées et se poursuivent encore. En

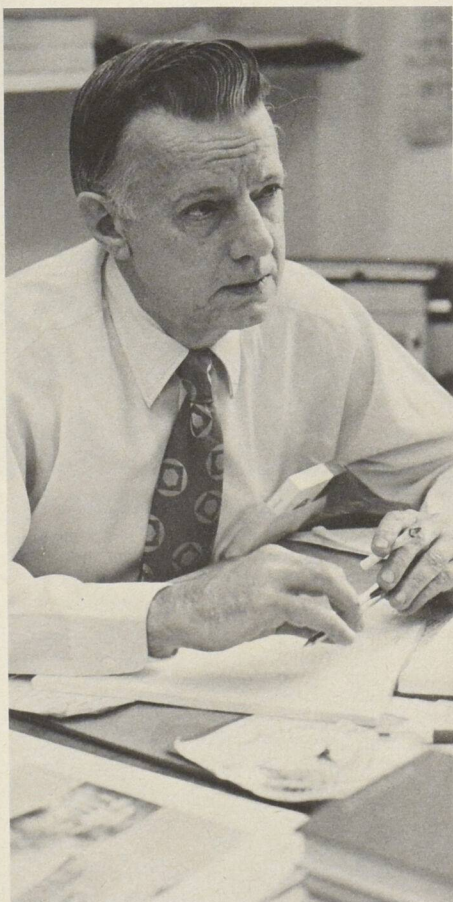
Finlande, on a remplacé le sel de table, normalement constitué de 100% de chlorure de sodium, par un mélange de 65% de chlorure de sodium, de 25% de chlorure de potassium et de 10% de chlorure de magnésium. Ces mesures visant à apporter un supplément de magnésium à la population permettent par la même occasion de réduire la consommation de sodium, élément favorisant l'hypertension.

Laissons M. Marier conclure: « L'administration de magnésium qui a l'avantage d'être peu coûteuse et de ne produire aucun effet secondaire est un traitement prophylactique satisfaisant des lithiases rénales d'autant plus que la prévention est non seulement préférable au traitement, mais aussi plus économique. » □

Texte français: Annie Hlavats

John Marier recommande l'addition d'un supplément quotidien de 150 mg de magnésium à notre régime alimentaire pour remplacer les quantités considérables de cette substance perdues à la suite des procédés modernes de raffinage des aliments.

John Marier advocates daily dietary supplements of magnesium in the form of 150 mg tablets to compensate for the massive loss of the mineral through modern food refining techniques.



SCIENCE DIMENSION



Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

Vol. 12, N° 6, 1980

ISSN 0036-830X

Cité dans l'Index de périodiques canadiens
Cette publication est également disponible
sous forme de microcopies.

SOMMAIRE

5 Recherche sur les avalanches

La lutte contre un phénomène naturel dévastateur

11 Le MAGLEV est dans la bonne voie

Obtention de vitesses élevées grâce aux basses températures

17 La Laboratoire régional des Prairies du CNRC

L'agriculture reçoit l'appui de la science

23 En bref

25 Le laser à CO₂

Pour mieux comprendre la nature des plasmas

28 Articles 1980

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

Directeur Loris Racine

Rédacteur en chef Wayne Campbell

Rédacteur exécutif Joan Powers Rickerd

Conception graphique Acart Graphic Services

Coordonnatrice de la rédaction Diane Bisson Staigh

Imprimé au Canada par Dollo

31159-9-0742

Education reduces the risks

Avalanche research

For several years, NRC's Division of Building Research has been studying the characteristics of snow avalanches, a dangerous phenomenon responsible for extensive loss of life and property damage in western Canada. Through education, the toll from avalanches can be reduced.

Mount Temple, Lake Louise, Alberta, 11 July, 1955: seven mountain climbers killed, two injured;

Marmot Basin, Jasper, Alberta, 11 March, 1956: one skier killed;

Grand Duc Mine, Steward, B.C., 18 February, 1965: 26 workmen killed, 20 injured;

Rogers Pass, B.C., 8 January 1966: two members of a road crew killed;

Terrace, B.C., 22 January 1974: seven occupants of a building killed and the building destroyed;

Cap-Santé, Québec, 14 January 1976: one tobogganer killed.

(From a Division of Building Research technical report by Peter A. Schaerer and Chris Stethem.)

Between 1970 and 1979, snow avalanches in Canada resulted in an annual toll of seven deaths (on average) and about \$400,000 damage to buildings, power lines, bridges and vehicles. The winter of 1978-1979 witnessed unusually destructive avalanches, causing 14 deaths and estimated property damage of about \$1.8 million dollars.

Until the 1960's, victims of avalanches in Canada were normally found in buildings, travelling on roads or working in the mining, construction and logging industries. Today, however, skiers and mountain-climbers form the majority of avalanche victims; in fact, all fourteen deaths in 1978-1979 were in this category. The shift has been partly caused by an increase in skiing and mountain-climbing, and partly due to better protection on highways and in industry, where accidents and property loss have been reduced by building roads, power lines and settlements in safer areas and restricting traffic during hazardous times.

This reduction is no surprise to NRC avalanche specialist Peter A. Schaerer working out of the Division of Building Research's Regional Station in Vancouver, British Columbia. Schaerer and his colleagues from the Division's Geotechnical Section have played a major role in the development of avalanche safety on roads



For several years, DBR specialists have recorded data on avalanches at a test site in Rogers Pass, where some 20 to 30 avalanches are experienced each year; these observations allow scientists to test theories on avalanches.

All photos: Division of Building Research

and in industry by providing the technical information necessary for recognizing avalanche hazards; they also participate in instructional courses for engineers, planners and other personnel involved with living and working in avalanche-prone areas. Having investigated the characteristics of avalanches and avalanche defence

Depuis plusieurs années, des chercheurs de la DRB accumulent des observations sur les avalanches affectant un site expérimental du col Rogers. Il s'y produit de 20 à 30 avalanches par année, ce qui permet aux scientifiques de la DRB d'obtenir de nombreuses données techniques sur le phénomène et de vérifier les théories actuelles.

Photographies: Division des recherches en bâtiment

methods for more than two decades, the NRC research team is well suited to these tasks.

"Our work", says Mr. Schaerer, "has two main facets: we study the dynamics of snow avalanches to obtain the information needed when engineering works like roads, buildings and structures are planned in

L'éducation, clef de la sécurité

Recherche sur les avalanches

Depuis plusieurs années, la Division des recherches en bâtiment du CNRC étudie les caractéristiques des avalanches, dangereux phénomène naturel qui est responsable de nombreuses pertes de vies humaines et de dommages matériels importants dans l'Ouest canadien. L'éducation est la meilleure arme contre les avalanches.

Mount Temple, lac Louise, Alberta, le 11 juillet 1955: sept alpinistes sont tués, deux sont blessés;

Marmot Basin, Jasper, Alberta, le 11 mars 1956: un skieur est tué;

Mine Grand Duc, Steward, C.-B., le 18 février 1965: vingt-six ouvriers sont tués, vingt sont blessés;

Col Rogers, C.-B., le 8 janvier 1966: deux membres d'une équipe d'entretien de la voirie sont tués;

Terrace, C.-B., le 22 janvier 1974: sept occupants d'un bâtiment sont tués et le bâtiment est détruit;

Cap-Santé, Québec, le 14 janvier 1976: un enfant est tué en faisant de la traîne sauvage.

(Extrait d'un rapport technique de la Division des recherches en bâtiment rédigé par Peter A. Schaerer et Chris Stethem.)

Au cours de la dernière décennie, les avalanches de neige au Canada ont causé chaque année, en moyenne, sept pertes de vie et des dommages aux immeubles, aux lignes de transport électrique, aux ponts et aux véhicules estimés à près de 400 000 dollars. Au cours de l'hiver de 1978-1979, qui fut particulièrement meurtrier, on a enregistré 14 pertes de vies et des dommages matériels de l'ordre de 1,8 million de dollars. Jusque dans les années soixante, les victimes d'avalanche étaient généralement des occupants d'édifices, des voyageurs sur la route, ou des mineurs, des bûcherons ou des travailleurs du secteur de la construction. De nos jours, cependant, la plupart des victimes d'avalanches sont des skieurs ou des alpinistes; de fait, en 1978-1979, les quatorze victimes d'avalanches appartenaient à cette catégorie. Cette évolution est due en partie à la popularité croissante du ski et de l'alpinisme, et elle s'explique également par l'application de meilleures mesures de sécurité sur les routes et dans l'industrie: en effet, on a réussi à réduire les pertes humaines et matérielles en choisissant des sites moins exposés pour la construction des routes, des réseaux

électriques et des bâtiments et, également, en fermant l'accès aux zones dangereuses quand les conditions de neige sont propices aux avalanches.

Pour Peter A. Schaerer, spécialiste des avalanches affecté à la station régionale de Vancouver de la Division des recherches en bâtiment du CNRC, cette situation n'est pas du tout étonnante. M. Schaerer et ses collègues de la section de géotechnique de cette division ont joué un rôle clef dans la mise en place de meilleures mesures de protection contre les avalanches sur les routes et dans l'industrie en fournissant les données techniques qui permettent de les prévoir; ils participent également à l'organisation de cours à l'intention des ingénieurs, des planificateurs et des autres personnes appelées à travailler et à résider dans les régions exposées aux avalanches. Les chercheurs du CNRC, qui étudient depuis plus de vingt ans les caractéristiques des avalanches et les mesures de protection à prendre, sont particulièrement bien placés pour s'acquitter de cette tâche.

« Notre travail », explique M. Schaerer, « comporte deux aspects principaux: nous étudions les propriétés dynamiques des avalanches dans le but de recueillir les

Une nappe de neige a dévalé ce flanc de montagne.

A slab of snow crashes down a mountainside.





avalanche-prone areas. Secondly, we are heavily engaged in educating people on avalanche safety, and for this purpose, we collect and publish case histories of avalanche accidents."

For the western mountains of Canada, the peak of the avalanche season is January, the month of heaviest snowfalls. This is the period when the greatest material damage is experienced. Avalanche accidents involving skiers generally occur in February and March, one reason being that January is generally too cold for much skiing. On the other hand, mountain climbers reaching higher altitudes can encounter avalanches at any time of the year, whenever the conditions are right. These usually involve a snowfall with wind speeds of 30 km/h or more, or a snowfall followed by warm weather.

"The most common avalanches," says Mr. Schaerer, "are caused by the weight of new snow sliding on top of old snow. When snow is unstable, any small perturbation, such as the passage of a skier, vibration due to traffic or an explosion can trigger an avalanche. First, the snow slab that breaks away slides as a rigid body, but after a short time it disintegrates into small fragments.

A DBR specialist estimates the size and mass of an avalanche as part of an observational program.

While the motion of avalanches is very complicated and has not yet been described satisfactorily in mathematical terms, the NRC observations suggest that typical dry snow avalanches consist of a core of dense snow flowing along the snow surface, accompanied by a cloud of powder snow. The powder cloud is well developed in avalanches of dry snow and has very little density; it is less pronounced in moist snow and absent altogether in wet snow avalanches."

Although the powder part is spectacular, Schaerer explains, the destructive power of the avalanche is contained in the flowing snow which has most of the mass and momentum.

To get observational data on their behavior, the Division of Building Research started to monitor avalanches in 1971 at a test site in the Rogers Pass area of the Trans-Canada Highway, in eastern British Columbia. The site, Tupper No. 1, is ideal for avalanche studies: it is readily accessible from a highway and experiences 20 to 30 avalanches every year, making fre-

Un chercheur de la DRB évalue la taille et la masse d'une avalanche, dans le cadre d'un programme d'observation.

quent observations possible. Using buried seismic geophones and a battery of pressure sensors in the path of avalanches, the NRC scientists have recorded data on the speed, distribution of mass, and evolution of these dangerous phenomena, thereby permitting them to test theories that seek to explain avalanches and their destructive forces.

One of the aims of the DBR work is to come up with methods of predicting the maximum size of avalanches that can be expected during a 30-year or greater period at a given site, in order to estimate the protective measures needed. For this purpose, the field staff of NRC measures the mass of snow brought down and the distance reached by medium and large size avalanches at selected sites. One method of protection is to initiate avalanches with artillery or a dynamite explosion when it is recognized that conditions are right. When the snow cover is stabilized in this manner, there will be no further risk of avalanches in the area until the next snowfall.

Structures are also a means of

données techniques nécessaires à la construction de routes, de bâtiments et d'autres ouvrages dans les zones exposées aux avalanches. En outre, nous consacrons beaucoup de temps à l'éducation du public en l'informant des mesures de protection à prendre et ceci nous amène à analyser les accidents causés par certaines avalanches et

à publier nos observations. »

Dans les montagnes de l'Ouest canadien, c'est en janvier, période de l'année où les chutes de neige sont les plus abondantes, que l'on enregistre le plus grand nombre d'avalanches et les dégâts matériels les plus importants. C'est principalement en février et en mars qu'elles font des

victimes chez les skieurs car le mois de janvier est habituellement trop froid pour le ski. Par contre, les alpinistes qui pratiquent leur sport à haute altitude y sont exposés en tout temps de l'année, chaque fois que les conditions nécessaires sont réunies: il suffit pour cela d'une chute de neige accompagnée de vents atteignant au

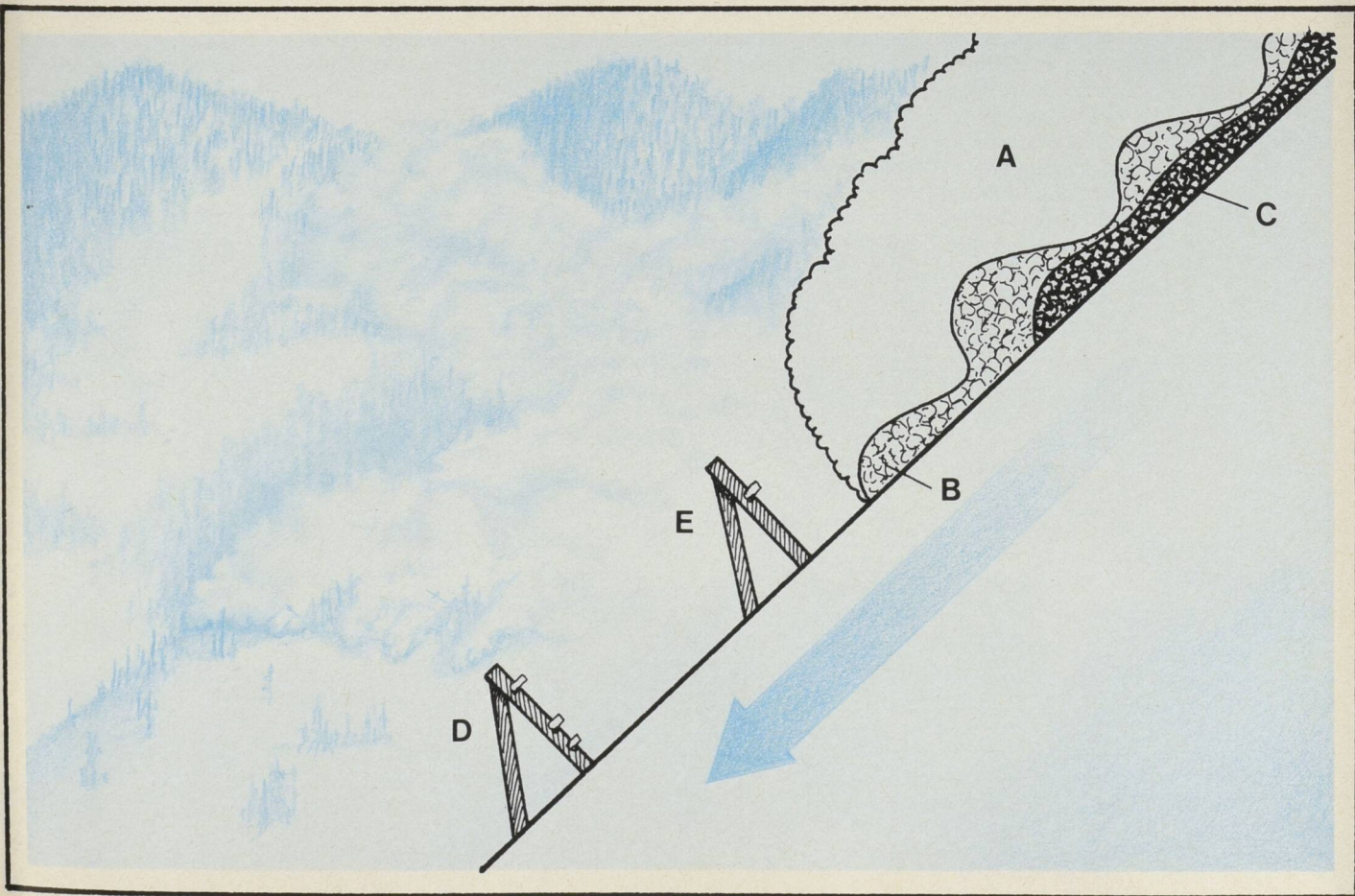


La menace croissante que présentent les avalanches dans les zones récréatives a incité le British Columbia Institute of Technology et le CNRC à mettre sur pied une série de cours sur les moyens de s'en protéger, à l'intention des skieurs, des alpinistes et du grand public. Grâce à des cours théoriques et des travaux pratiques sur le terrain, ces étudiants apprennent à reconnaître les conditions de neige dangereuses.

The increased avalanche hazard in recreational areas has led the British Columbia Institute of Technology and NRC to organize avalanche safety courses for skiers, mountain climbers and members of the general public. Theoretical lectures and field trips enable these people to learn how to recognize dangerous snow conditions.

Bien que le nuage de neige poudreuse (A) qui accompagne une avalanche en soit la partie la plus spectaculaire, la puissance destructrice de l'avalanche est concentrée dans la masse de neige dense qui coule le long du flanc de la montagne (B et C). Les chercheurs du CNRC disposent une batterie de capteurs sur la trajectoire des avalanches pour enregistrer des données sur leur vitesse, la distribution de leur masse et leur évolution dans le temps. (Illustration de J. Bianchi).

While the most spectacular part of an avalanche is the cloud of snow dust (A), its destructive power is concentrated in a core of dense snow flowing along the slope surface (B and C). Using pressure sensors arrayed along the path followed by avalanches, NRC scientists record data on their speed, distribution of mass and time evolution. (Illustration: J. Bianchi)



A common protective technique against avalanches involves triggering them with artillery when snow conditions indicate an avalanche is likely. Once the snow cover is stabilized in this manner, further avalanches will not occur until the next snowfall.

On se prémunit souvent contre les avalanches en les déclenchant au moyen d'un tir de mortier quand l'état de la neige donne à penser qu'il y a danger imminent. Cette manoeuvre permet de stabiliser la neige jusqu'à la prochaine chute.



protection. Snowsheds, over which an avalanche can slide, protect troublesome sections of the Trans-Canada Highway in the Rogers Pass area. Because of the substantial cost, however (some \$10,000 a metre), their use is limited and road builders accept that there will be instances when a snowshed is blocked off at the ends by a particularly large avalanche. After such an event the snow is simply cleared away with heavy equipment.

"As engineers," continues Mr. Schaerer, "we are concerned with technical and scientific considerations, with measuring the speed and impact pressure of avalanches and designing better protective structures and deflecting dams; but we have had to come to grips with the fact that in recent years, the biggest problem with avalanches has been their danger to skiers and outdoorsmen. These people often venture into dangerous zones and mistakenly trigger avalanches."

To promote avalanche safety, the Division of Building Research cooperates with the British Columbia Institute of Technology (BCIT) in organizing annual courses covering many facets of avalanche safety and how to recognize avalanche hazards. These courses, which combine theoretical instruction and field trips, have been offered since 1972, with ski patrollers, road maintenance workers and other interested

people attending them every year. BCIT organizes and administers the courses, and DBR provides the course content. In the winter of 1978-1979, a total of 180 students attended eight avalanche courses held at Rogers Pass, Banff, Whistler and Rossland.

Mr. Schaerer and other avalanche specialists in western Canada cooperate extensively and exchange information on avalanche conditions through annual meetings and the publication of a newsletter. As in weather forecasting, understanding avalanches and predicting their occurrence depends on the pooling of information.

Schaerer points out, however, that avalanches are a very local phenomenon, and that while conditions might be very safe near Vancouver, for instance, a local combination of weather and other factors might make crosscountry skiing very dangerous near Banff. The best protection, then, is to be able to recognize avalanche-prone areas and to avoid them. With the growing number of ski guides and other people trained to recognize avalanche danger signs and to take action in case of an accident, there is every hope that casualty figures will decline in the coming years. □

Michel Brochu



moins 30 km/h ou d'une chute de neige suivie d'un réchauffement de la température.

« Le plus souvent », ajoute M. Schaerer, « les avalanches sont causées par l'accumulation d'une couche de neige fraîche qui se met à glisser sur un fond de vieille neige. Quand la neige est instable, la moindre perturbation, comme le passage d'un skieur, les vibrations dues à la circulation automobile ou à une explosion, peut déclencher une avalanche. La nappe de neige qui commence à glisser se comporte tout d'abord comme un corps rigide puis, très vite, elle se brise en petits morceaux. Le mouvement des avalanches est très complexe et n'a pas encore été vraiment bien décrit en termes mathématiques mais les observations du CNRC donnent à penser que les avalanches de neige sèche typiques sont formées d'une masse de neige dense coulant comme un liquide sur la surface de la neige, et d'un nuage de poussière de neige. Ce nuage de neige poudreuse est assez volumineux dans le cas d'une avalanche de neige sèche et sa densité est très faible; il est moins important quand la neige est humide, et inexistant dans le cas d'une avalanche de neige mouillée. »

Selon M. Schaerer, bien que le nuage de neige poudreuse soit spectaculaire, la puissance destructrice de l'avalanche est concentrée dans la neige dense qui coule sur la pente car celle-ci contient presque toute la masse et l'énergie de l'avalanche.

Pour amasser des données sur le comportement du phénomène, la Division des recherches en bâtiment l'étudie depuis 1971 sur un site expérimental dans la section du col Rogers de l'autoroute Transcanadienne, à l'est de la Colombie-Britannique.

These "hummocks" or mounds of soil are located in areas of high avalanche frequency to disperse the energy of the sliding snow.



Ce site, baptisé Tupper N° 1, est facilement accessible par route et on y enregistre de 20 à 30 avalanches chaque année, ce qui permet d'effectuer un grand nombre d'observations. Au moyen de géophones enfouis dans le sol et d'un réseau de capteurs de pression disposés sur la trajectoire des avalanches, les chercheurs du CNRC sont à même d'enregistrer des données sur leur vitesse et la distribution de leur masse, ainsi que sur le déroulement de ces phénomènes meurtriers, et de vérifier ainsi diverses théories.

L'un des objectifs poursuivis par la DRB est d'en arriver à pouvoir calculer la taille maximale des avalanches que l'on peut s'attendre à observer au cours d'une période de 30 ans ou plus à un endroit donné, afin de déterminer l'ampleur des mesures de protection nécessaires. À cette fin, le personnel du CNRC quantifie la neige contenue dans les avalanches de moyenne ou de grande importance affectant certains sites, ainsi que la distance qu'elles parcourent.

L'une des mesures préventives consiste à déclencher une avalanche au moyen d'un obus de mortier ou d'une charge de dynamite quand les conditions propices à une avalanche sont réunies. En stabilisant la neige de cette façon, on s'assure qu'il n'y aura pas d'autre avalanche dans la zone couverte, jusqu'à la prochaine chute de neige.

On peut également se protéger de leurs effets au moyen d'ouvrages de protection: c'est ainsi que pour protéger des sections névralgiques de l'autoroute Transcanadienne, dans la région du col Rogers, on a construit plusieurs galeries pare-avalanches au-dessus desquelles la neige peut glisser.

On dispose des monticules de terre sur la trajectoire des avalanches pour en disperser l'énergie.

En raison du coût important de ces ouvrages (plusieurs milliers de dollars par mètre), leur longueur est cependant limitée et il arrive que leurs extrémités soient bloquées par des avalanches particulièrement importantes: en pareil cas, il suffit de déneiger la route avec des chasse-neige.

« En tant qu'ingénieurs », poursuit M. Schaerer, « nous nous intéressons avant tout aux aspects techniques et scientifiques du phénomène, tels que la mesure de leur vitesse et de leur force d'impact, et à la conception de meilleurs pare-avalanches; cependant, nous avons dû prendre conscience du fait que, depuis quelques années, le principal problème posé par les avalanches est le danger qu'elles présentent pour les skieurs et les autres sportifs qui s'aventurent dans les zones dangereuses. »

Afin d'aider ces personnes à assurer leur protection, la Division des recherches en bâtiment collabore avec le British Columbia Institute of Technology (BCIT) pour l'organisation de cours couvrant divers aspects de la protection contre les avalanches et permettant à ceux qui les suivent de reconnaître les conditions propices aux avalanches. Ces cours, qui comportent un enseignement théorique et des travaux pratiques sur le terrain, sont offerts chaque année depuis 1972 aux instructeurs de ski, aux ouvriers chargés de l'entretien des routes et aux autres intéressés. Le BCIT organise et donne les cours et la DRB en fournit le contenu. Pendant l'hiver de 1978-1979, 180 étudiants se sont inscrits à huit cours donnés au col Rogers, à Banff, à Whistler et à Rossland.

M. Schaerer et les autres spécialistes des avalanches de l'Ouest canadien travaillent en étroite collaboration et s'échangent des renseignements sur les avalanches lors de réunions annuelles et au moyen de la publication d'un bulletin technique. Tout comme les météorologues, les spécialistes des avalanches ont besoin de regrouper leurs observations pour en comprendre le mécanisme et les prédire.

M. Schaerer souligne toutefois qu'il s'agit d'un phénomène très localisé dans le temps et dans l'espace. Les risques d'avalanche peuvent être pratiquement nuls près de Vancouver, par exemple, alors qu'une combinaison de facteurs liés à la température et à l'enneigement rend le ski de fond très dangereux à Banff. Pour s'en protéger, il faut donc avant tout savoir comment reconnaître les zones où elles peuvent se produire et les éviter. Compte tenu du nombre croissant des instructeurs de ski et des autres personnes qui ont appris à identifier leurs signes avant-coureurs, et à réagir correctement en cas d'accident, il est permis d'espérer que le nombre de leurs victimes baissera au cours des années à venir.

□

Texte français: Michel Brochu

Going with gauss

MAGLEV on track

Dwindling energy supplies are making the concept of a magnetically driven train appear attractive. NRC's Division of Mechanical Engineering recently completed a study on the possibilities of such a system.

Hydrocarbon fuels, the mainstay of today's travel, are in dwindling supply. Fuel price increases are front-page news and real cost of transportation is coming under close scrutiny. Airlines, for example, are finding the cost of flying a commercial jet airplane from Montreal to Toronto is proportionally higher than from Montreal to Vancouver. Fuel-expensive take-offs and landings must be offset by higher passenger revenues on such short hauls. Beyond the flight, the passengers themselves frequently must add the cost and time of further transport to city centers. Suggested alternatives, such as short take-off and landing (STOL) aircraft, air cushion vehicles (ACV's), or high speed trains have been proposed as interim solutions. Yet another alternative, a magnetically levitated vehicle (MAGLEV), has been under evaluation by the university community, industry and the National Research Council.

To properly understand what a magnetic levitation system is, it is necessary to recall the toy magnets of childhood and the discovery that one magnet makes another "float" in air. When engineers coil a wire around an iron core and apply an electric current, the power of the resultant magnet is increased and the toy becomes a tool. Early in this century, researchers attempted to use the electromagnet concept to "lift" vehicles, with the intention of providing frictionless, high speed transport

over moderate distances. However, these early studies indicated that the necessary technology could not create a commercially feasible system. As a result, the idea of using magnetic levitation for travel was shelved for many years. Today's technology, however, in particular the advent of superconducting wires, has allowed engineers to develop the earlier ideas, and to conceive a complete system based on repulsion lift (rather than the somewhat older attraction lift concept). NRC has been investigating a repulsion MAGLEV for some years.

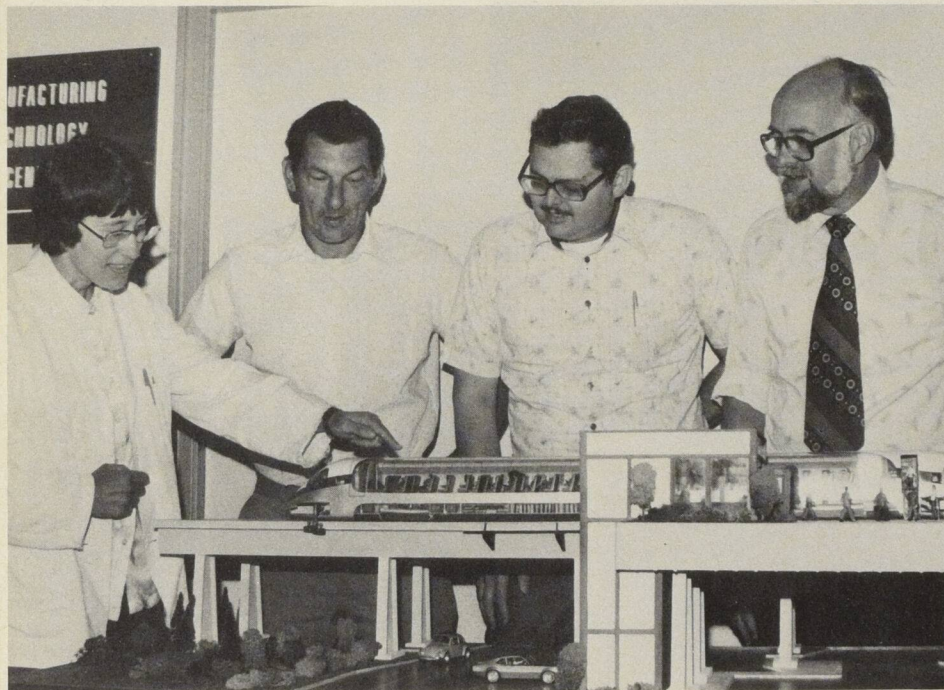
W.F. Hayes, of the Division of Mechanical Engineering, authored a report examining the engineering feasibility of a high speed MAGLEV system. In summarizing the events leading to the conceptual study, Hayes states: "There were numerous threads to tie together in establishing the practicality of such a system. We started at the bottom—the track. Several configurations have been considered, both here and abroad—but in Canada the chief problem is snow on the tracks. After a number of winter tests of full-sized track forms, a flat track was shown to be best, as it is self-cleaning—the snow simply blows off before packing into ice. At the beginning, therefore, we established that the clearance between track and vehicle could be generous, which allows us to use conventional reinforced concrete construction methods and avoid expensive close tolerance techniques.

"Track design was followed by an investigation of the type of vehicle that would work best on the flat track," continues Hayes. "Instead of setting a figure on the

number of passengers we should carry, we determined the most energy-efficient vehicle form and derived how many passengers it would carry. A relatively long, 3 m wide cross-section evolved; a width ideal for a first-class accommodation plan of two-by-two seating and economy class of two-by-three. At the same time, we performed a number of aerodynamic tests to determine the frontal shape best suited to our needs and, behold, we came up with what looked like a DC-9 without wings, stabilizers or engines. These studies also enabled a design team at the Council's Division of Mechanical Engineering to calculate anticipated weights which showed that the MAGLEV train could carry twice the revenue load of a comparable-sized aircraft. This proved to be a real breakthrough demonstrating that MAGLEV could be revenue competitive with aircraft on short haul (500 km) runs."

MAGLEV propulsion methods remain a major design consideration. "Although early work concentrated on 'lifting' the vehicle," explains Hayes, "ideas on propulsion which could be successfully coupled with frictionless suspension were being investigated by design teams in a number of countries. The Americans initially proposed a gas turbine engine. That tied them to such problems as carrying fuel, reducing revenue payload weight, fire hazard, exhaust and noise pollution, with the added headache of engine maintenance time. Other MAGLEV propulsion concepts have centered on linear electric drives."

The development of superconducting wires in the 1960's has permitted pursuit of more revolutionary drive concepts. Electrical conductors, cooled to close to absolute zero temperature, exhibit a sharp drop in resistance. To accomplish this, electrical wires are enclosed in a liquid helium environment efficiently producing strong magnetic fields. These intense fields allow the vehicle to be lifted off the "track" as well as providing the means to propel MAGLEV to its destination. For propulsion, a travelling magnetic wave is generated in windings in the track which couples with the superconductors mounted in the base of the vehicle. The travelling wave then "pulls" the vehicle along the track.



Helen Tucker, William Brien, Ralph Leonardo and William Hayes with the MAGLEV model built by the Control Systems and Human Engineering Section of the Division of Mechanical Engineering. (Photo: Bruce Kane, NRC)

Helen Tucker, William Brien, Ralph Leonardo et William Hayes avec une maquette de véhicule MAGLEV construite par le laboratoire des systèmes de commande et d'ergonomie de la Division de génie mécanique. (Photo: Bruce Kane, CNRC)

Progrès dans les transports

Le MAGLEV est dans la bonne voie

Étant donné la diminution des ressources énergétiques, l'idée d'un train à propulsion magnétique semble attrayante. La Division de génie mécanique a récemment étudié la possibilité de mettre sur pied un tel système.

Les carburants obtenus à partir des hydrocarbures, élément essentiel des réseaux de transport d'aujourd'hui, sont en voie d'épuisement. Les journaux rapportent, en première page, l'accroissement du prix des combustibles et on examine soigneusement le coût réel des moyens de transport. Les lignes aériennes, par exemple, jugent qu'il leur en coûte proportionnellement plus cher pour transporter des passagers en avion à réaction entre Montréal et Toronto qu'entre Montréal et Vancouver. C'est pourquoi, sur les vols de courte distance, les tarifs aériens doivent leur assurer un revenu suffisant qui puisse compenser pour les décollages et les atterrissages coûteux en carburant. En outre, les passagers doivent

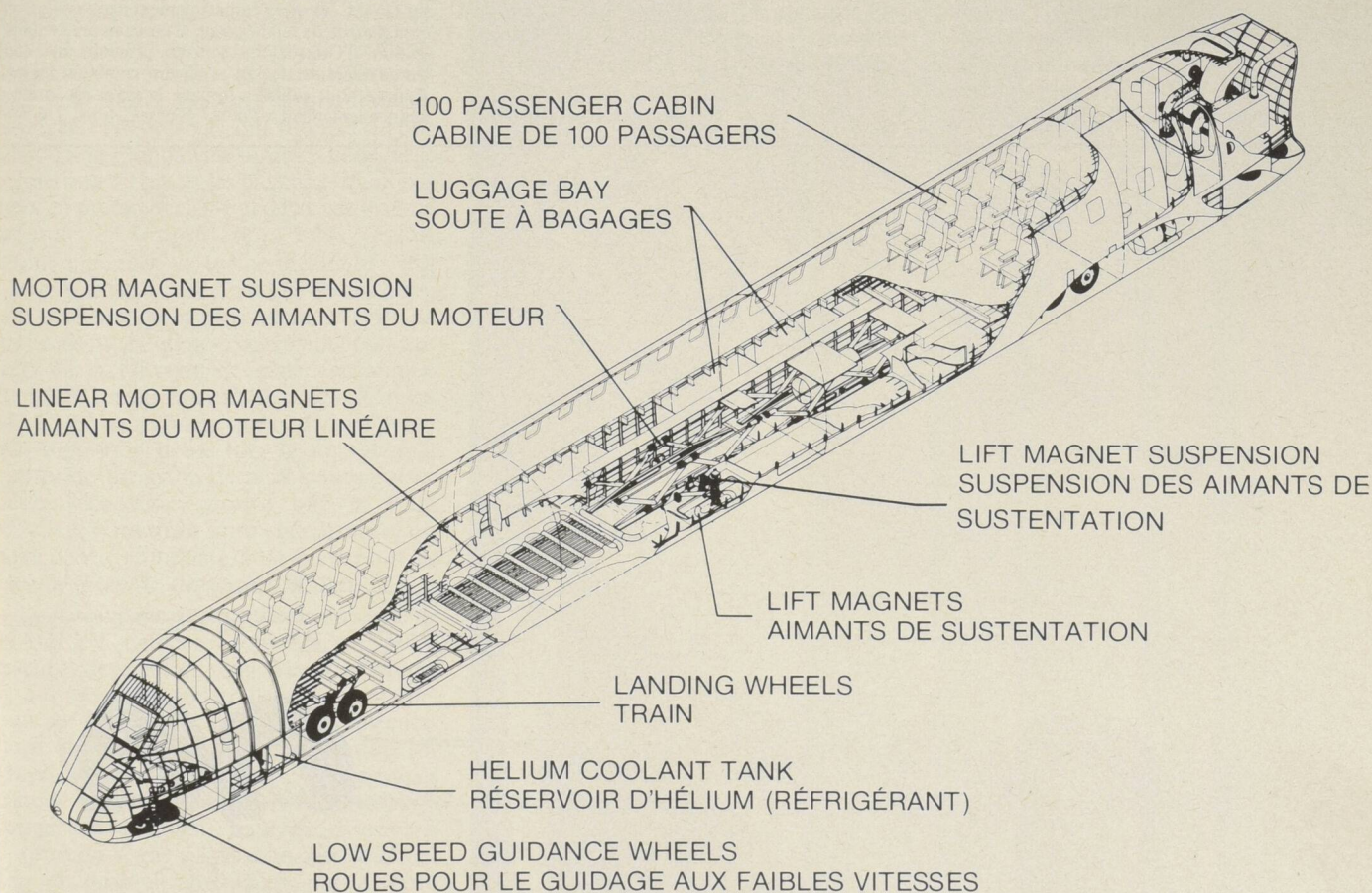
payer les frais de transport entre le centre-ville et l'aéroport de leur point de départ et de leur destination, et perdre encore davantage de temps. Parmi les solutions provisoires suggérées, on note les avions à décollage et atterrissage courts (ADAC), les véhicules à coussins d'air ou les trains à grande vitesse. Dans les universités, dans l'industrie et au Conseil national de recherches du Canada, on étudie depuis quelque temps une autre possibilité: les véhicules à suspension magnétique (MAGLEV).

Pour bien comprendre le phénomène de la suspension magnétique, on se rappellera que l'attraction d'un aimant peut en soulever un autre dans les airs. Lorsque les ingénieurs enroulent un fil électrique autour d'une barre de fer et y font passer un courant électrique, la puissance de l'aimant ainsi obtenu en fait un outil utile. Dès les

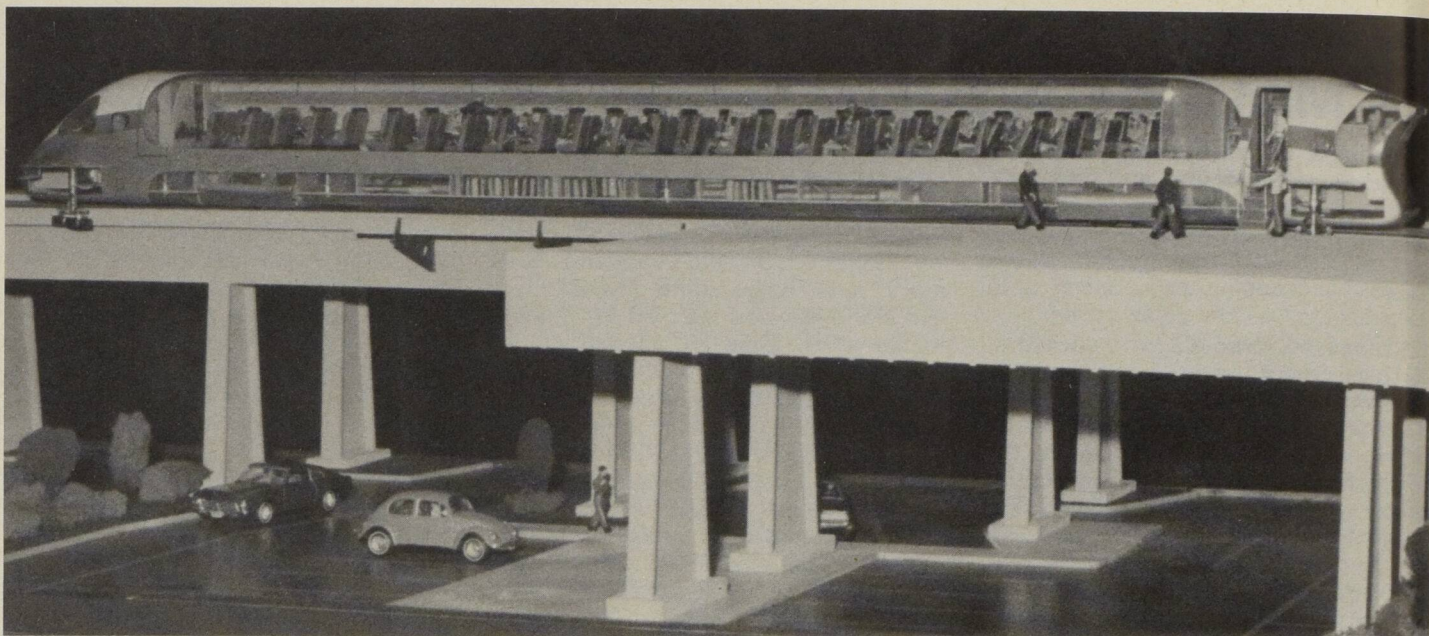
débuts du siècle, des chercheurs ont tenté d'utiliser l'électro-aimant pour soulever des véhicules; leur but était de créer un moyen de transport à grande vitesse et sans friction pour couvrir des distances moyennes. Malheureusement, étant donné la technologie requise pour réaliser un tel projet, ce dernier ne semblait pas rentable. C'est pourquoi on a mis ce projet en veilleuse pendant de nombreuses années. Cependant, grâce à la technologie actuelle, surtout avec la mise au point des câbles supraconducteurs, les ingénieurs peuvent maintenant concevoir un tel mécanisme de portance basé sur des forces répulsives (plutôt qu'attractives comme auparavant). Depuis quelques années le CNRC étudie les véhicules MAGLEV s'appuyant sur ce concept.

Diagram of MAGLEV portraying the concept of design for a 100-passenger train between cities along the St. Lawrence River-Lake Ontario corridor. (Graphic: George Hopp—DME, NRC)

Schéma d'un véhicule MAGLEV capable de transporter cent passagers sur une ligne reliant les villes situées le long du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. (Schéma: George Hopp—DGM, CNRC)



CANADIAN MAGNETIC LEVITATION VEHICLE DESIGN CONCEPT
PROJET CANADIEN DE VÉHICULE À SUSTENTATION MAGNÉTIQUE



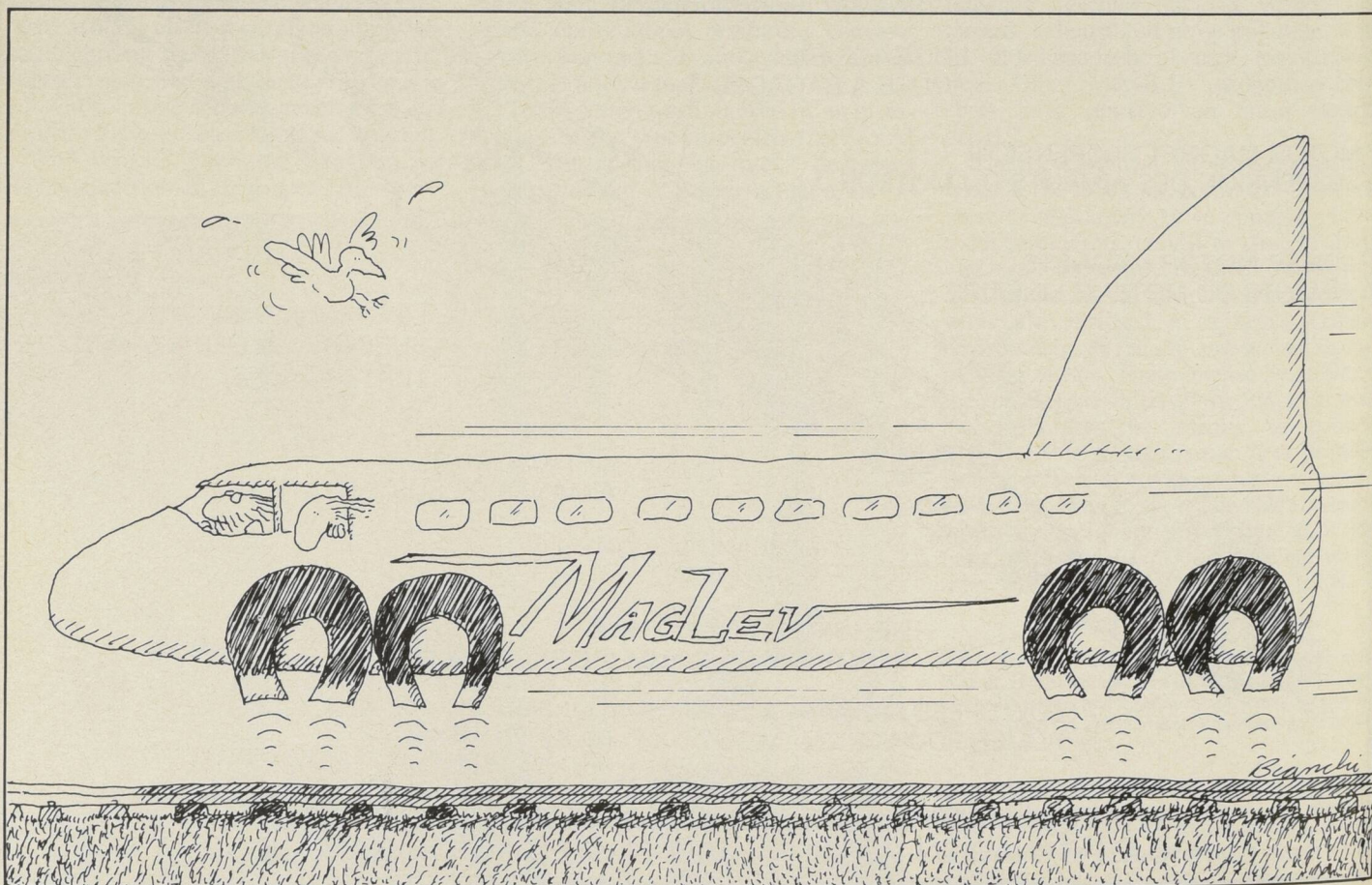
"A great deal of development has been done on superconducting linear magnetic drives in the last few decades," says Hayes. "German, Japanese and American scientists have examined the engineering problems with considerable success. Studies in Canada took place at Queen's University in Kingston, Ontario, during the early 1970's, on what is called a 'linear synchronous magnetic drive' for MAGLEV (see *Science Dimension*, 1974 #2). The theoretical work done by a University of Toronto group and a full-scale experimental study of the drive

at Queen's and NRC gave us a basis for our conceptual design of the system."

"Part of our study involved the investigation of 'fail-safe' requirements for the system," notes Hayes. "For example, the lift and drive magnets in the vehicle are cooled by jackets containing liquid helium. Should these cooling systems fail, the train will not run. That is one of our biggest problems—to come up with a highly reliable and light-weight refrigeration system. The Japanese have made great strides in cryogenics (low temperature engineering),

MAGLEV model constructed by technicians at NRC's Division of Mechanical Engineering portrays the train taking on passengers and cargo at "Ottawa" station. The model shows flat track cross-section and outrigger wheels deployed when train is stopped or operating at slow speeds. (Photo: Mansell Acres, DME)

Cette maquette d'un véhicule MAGLEV, construite par les techniciens de la Division de génie mécanique du CNRC, illustre l'embarquement des passagers et le chargement de la cargaison d'un train arrêté dans la station d'Ottawa. Le schéma présente une coupe transversale de la voie et illustre comment les roues d'appui sont utilisées lorsque le train est arrêté ou avance lentement. (Photo: Mansell Acres, DGM)



M. W.F. Hayes, de la Division de génie mécanique, a rédigé un rapport dans lequel il examine la possibilité technique d'un réseau de transport rapide basé sur l'emploi de véhicules MAGLEV. M. Hayes explique pourquoi il a entrepris cette étude: "Il y avait plusieurs facteurs à considérer afin d'établir la viabilité d'une telle entreprise. Nous avons commencé par la base — c'est-à-dire la voie. Nous avons examiné de nombreuses configurations ici comme à l'étranger — mais au Canada l'accumulation de neige sur la voie constitue le problème majeur. Après avoir effectué plusieurs essais en hiver avec divers types de voies, nous avons choisi une voie plate qui ne demande pas à être déneigée — le vent emporte la neige avant qu'elle ne s'accumule sous forme de glace. Nous avons donc décidé, dès le départ, qu'il était possible de laisser une distance considérable entre la voie et le véhicule, ce qui autorise le recours aux techniques de construction classiques, employant le béton armé. On s'évite ainsi d'avoir à employer les techniques coûteuses nécessaires si le dégagement entre la voie et le véhicule est moindre.

« Une fois le choix du type de voie effectué, il s'agissait ensuite de trouver quel genre de véhicule fonctionnerait bien sur cette voie », poursuit M. Hayes. « Plutôt que de commencer par déterminer le nombre de passagers, nous avons d'abord voulu trouver quelle forme de véhicule donnerait le meilleur rendement énergétique pour ensuite passer à la question des passagers. Nos calculs ont montré qu'une section assez longue mesurant 3 m de large permettrait de placer les passagers deux par deux en première classe et deux par trois en seconde. Compte tenu des essais aérodynamiques, la forme idéale du véhicule ressemble à celle d'un DC-9 sans ailes, sans empennage et sans moteur. Lors de ces essais, une équipe d'ingénieurs-concepteurs de la Division de génie mécanique du CNRC a pu calculer le poids du train MAGLEV et a conclu que ce dernier pourrait supporter deux fois la charge que transporte un avion de taille comparable. Cette découverte prouve que le train MAGLEV pourrait faire concurrence, du point de vue rentabilité, à un avion pour les liaisons à courte distance (500 km). »

Le mécanisme de propulsion du véhicule MAGLEV demeure toujours un point essentiel dont il faut tenir compte. "Même si, au début, les recherches portaient surtout sur les moyens d'assurer la 'sustentation' du véhicule », nous explique M. Hayes, « dans divers pays, des groupes d'étude se sont intéressés à des méthodes de propulsion que l'on pourrait associer à l'obtention d'une suspension sans friction. Les chercheurs américains ont d'abord proposé un moteur à turbine à gaz. Ce concept trainait cependant quelques problèmes: nécessité de transporter du carburant, réduction de la charge utile transportable, danger d'incendie, pollution causée

par les gaz d'échappement et le bruit, ainsi qu'une augmentation du temps consacré à l'entretien du moteur. D'autres mécanismes de propulsion proposés sont basés sur le recours à la propulsion linéaire électrique »

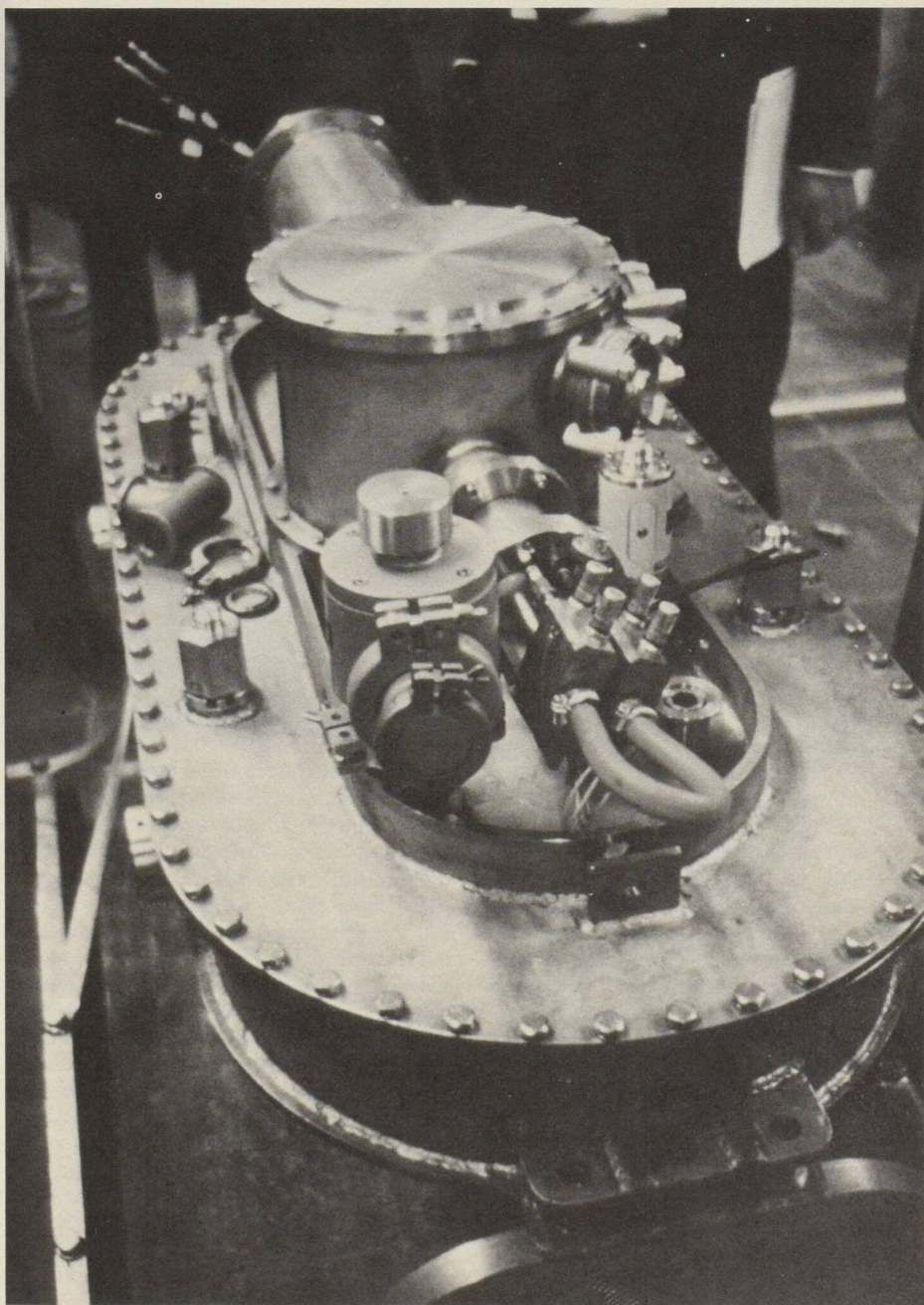
La mise au point de fils supraconducteurs dans les années 1960 a ouvert la voie à la recherche de mécanismes de propulsion révolutionnaires. Lorsque l'on abaisse la température de certains conducteurs électriques jusqu'au voisinage du zéro absolu en les plongeant dans un bain d'hélium liquide, on observe une diminution marquée de leur résistance. Il en résulte des champs magnétiques intenses qui permettent au véhicule de « se soulever » au-dessus de la « voie » et lui fournissent un moyen d'avancer vers sa destination. C'est la progression d'un champ magnétique, créé par l'interaction des éléments supraconducteurs

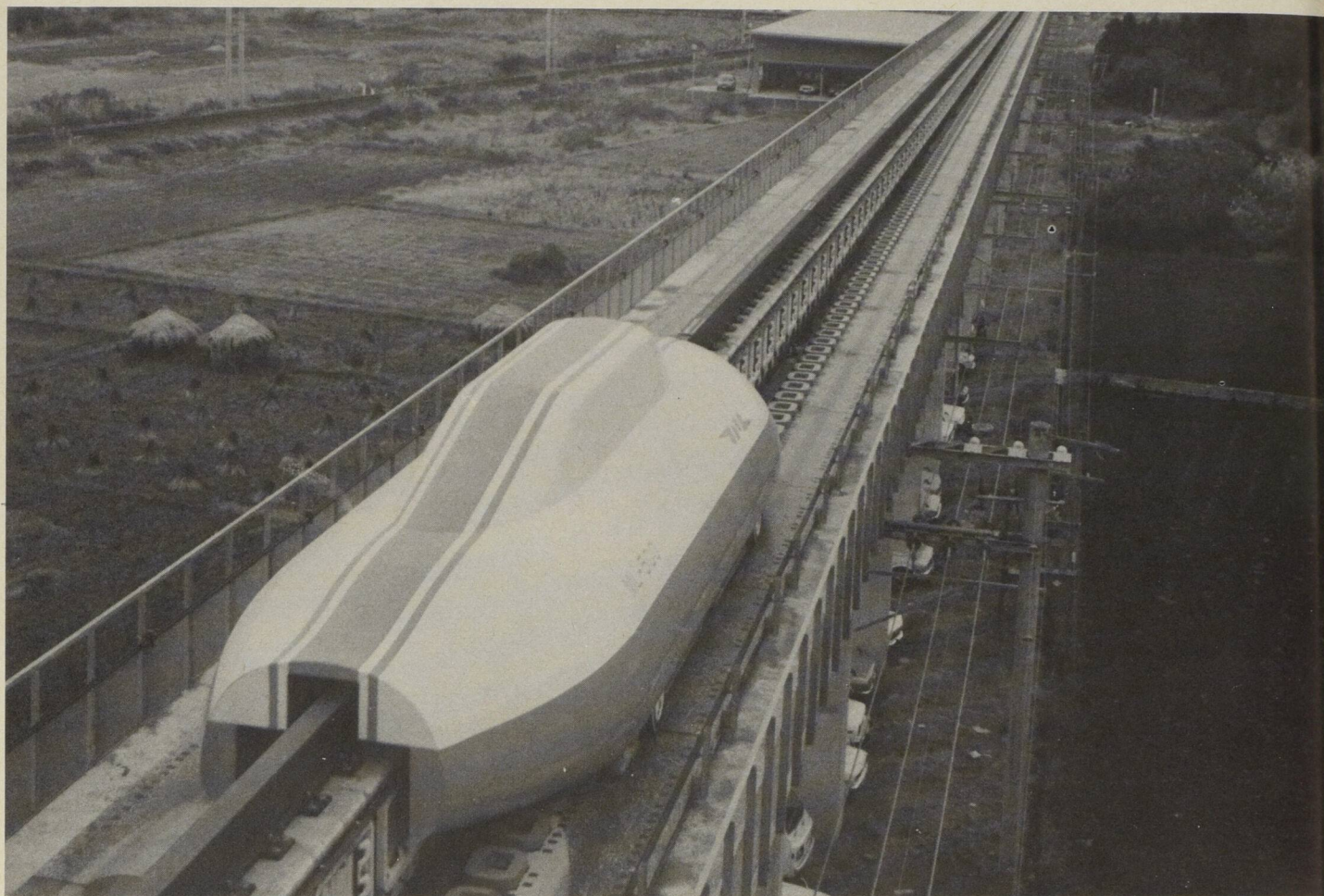
situés dans la partie inférieure du véhicule avec des bobinages noyés dans la voie, qui assure la propulsion du véhicule MAGLEV. En se propageant, ce champ magnétique « tire » le véhicule le long de la voie.

« Au cours de la dernière décennie on a fait beaucoup de progrès dans le domaine de la propulsion magnétique linéaire des véhicules à supraconducteurs », nous dit M. Hayes. « Les scientifiques allemands, japonais et américains ont examiné les problèmes d'ingénierie qui s'y rattachent et ont connu un succès considérable. Au

Prototype d'un aimant supraconducteur pour véhicule MAGLEV construit en Allemagne de l'Ouest. (Photo: Laboratoire de recherches Siemens, République fédérale d'Allemagne)

Prototype West German superconducting magnet for MAGLEV vehicle. (Photo: Siemens Research Laboratories, German Federal Republic)





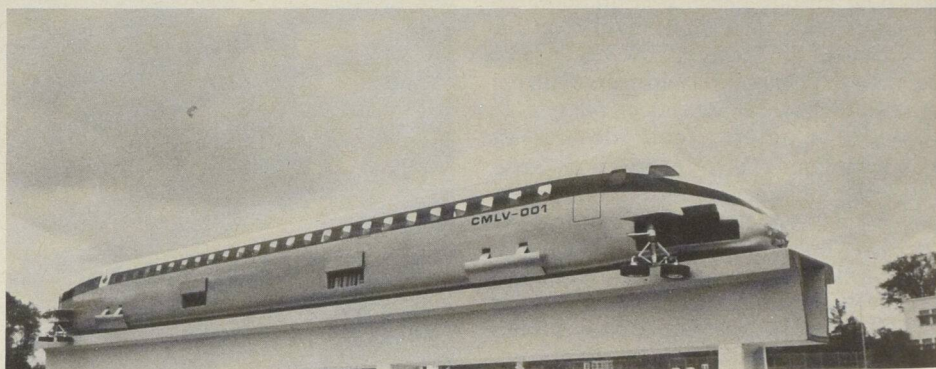
Japan's entry into the magnetically levitated concept is shown on its test track. This prototype has achieved speeds up to 500 km/h. (Photo: courtesy of Japanese National Railways)

Le premier véhicule japonais à suspension magnétique sur une voie d'essai. Ce prototype a atteint des vitesses allant jusqu'à 500 km/h. (Photo: Chemins de fer japonais)

and our report recommends further work in this area, especially in improving reliability. Major industrial development in Canada will be required to produce reliable superconducting magnets for both lift and drive systems. This is the next step that must be undertaken if we are to create a Canadian MAGLEV system."

If the superconducting magnet system for MAGLEV is in the realm of future technology, the rest of the system is in what can be called an "off-the-shelf" state of the art. "Nearly all of the concept we proposed in the report is well within today's technological range," says Hayes. "Vehicle configuration is not only similar to present jet aircraft in external appearance, but a good many construction techniques in that industry could be applied as well. In fact, the construction of a MAGLEV vehicle would be simpler than an aircraft and calculating the loads or carrying weights on MAGLEV is much easier than on aircraft."

Hayes and his team were able to demonstrate that a MAGLEV system for short hauls is technically possible within the foreseeable future—if such a system is de-



sired. "But MAGLEV is not a transportation cure-all," he stresses. "Some very basic decisions will have to be made over the next few years. We've extended the concept of MAGLEV from a high-speed ground-level replacement for commuter aircraft to an energy-competitive system. However, we cannot dodge the fact that for MAGLEV to come into being, a massive outlay in capital will be needed. A completely elevated track system would have to be built, electric power networks installed, stations built and the vehicles constructed—a monumental effort."

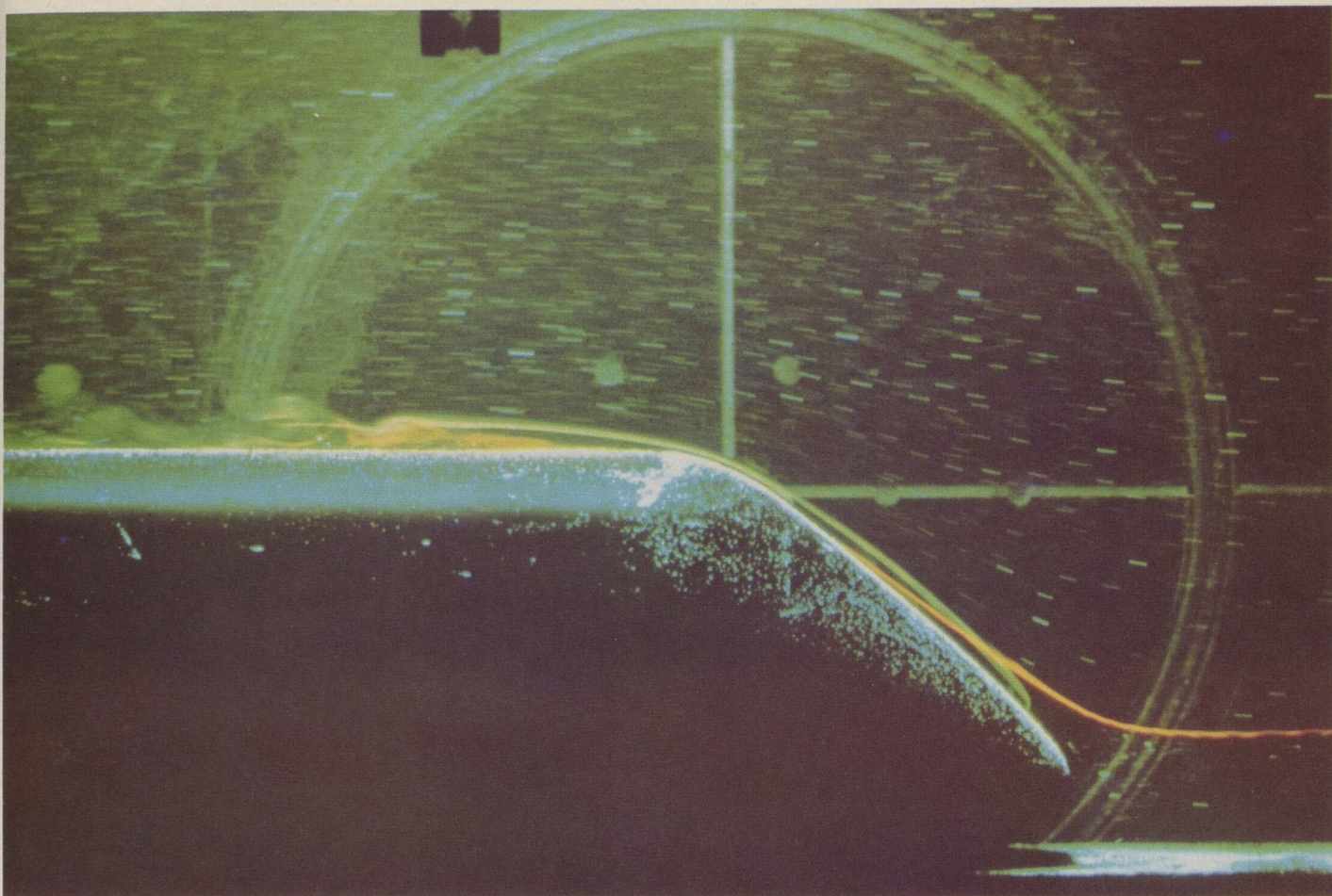
A report is now being prepared on the economics of MAGLEV by the Canadian Institute of Guided Ground Transport under the sponsorship of the federal Ministry Transport Canada. The study group wants to know if the capital outlay to create a system operating in the Montreal-

An outdoor view of the NRC-DME model showing the deployed outrigger wheels and luggage compartments. (Photo: Pat Grichen, DME)

Vue extérieure d'une maquette réalisée par la DGM et montrant les roues d'appui déployées et les compartiments à bagages d'un véhicule MAGLEV. (Photo: Pat Grichen, DGM)

Ottawa-Toronto corridor will ultimately be offset by the revenue generated by passengers and freight over the short-haul route anticipated. "Our conceptual design study reflects some serious change of attitude," concludes Hayes. "Where MAGLEV was initially an idea for high-speed intercity commuter convenience, it now promises to provide high capacity transportation without seriously infringing on non-renewable energy supplies." □

Stephen A. Haines



Essais aérodynamiques d'un modèle de véhicule MAGLEV dans les souffleries de l'Établissement aéronautique national. La forme du nez du véhicule devient critique à des vitesses se rapprochant de 500 km/h. (Photo: George Dobrodzicki, DGM)

Another model of the MAGLEV undergoes aerodynamic testing at NRC's National Aeronautical Establishment testing facilities. Vehicle nose shape is critical at speeds up to 500 km/h. (Photo: George Dobrodzicki, DME)

Canada, au début des années 1970, l'Université Queen's, à Kingston, dans l'Ontario, entreprenait des recherches sur ce que l'on appelle « la propulsion magnétique à moteur synchrone linéaire » pour les véhicules MAGLEV (voir *Science Dimension*, 1974 N° 2). Les travaux théoriques d'un groupe de chercheurs de l'Université de Toronto et une étude expérimentale de grande envergure sur ce mode de propulsion à l'Université Queen's et au CNRC nous ont donné un point de départ pour concevoir un véhicule basé sur son emploi.

« Une partie de notre étude a porté sur la fiabilité de ce système », a noté M. Hayes. « Par exemple, le refroidissement des aimants de portance et de propulsion du véhicule est assuré par de l'hélium liquide contenu dans des gaines. Si ce mécanisme tombe en panne, le train cesse de fonctionner, et c'est là l'un de nos plus grands problèmes. Nous devons donc trouver un mécanisme de réfrigération très sûr et léger. Les chercheurs japonais ont enregistré beaucoup de progrès en cryogénie (ingénierie des basses températures) et, dans notre

rapport, nous recommandons la poursuite des recherches dans ce domaine, surtout pour accroître la fiabilité des systèmes de réfrigération. L'industrie canadienne devra déployer des efforts considérables afin d'obtenir des aimants supraconducteurs très sûrs pour les mécanismes de portance et de propulsion. Voilà la prochaine étape à entreprendre en vue de la création d'un système de transport canadien MAGLEV. »

Si les aimants supraconducteurs des véhicules MAGLEV appartiennent au domaine de la technologie de demain, leurs autres éléments font partie de celle d'aujourd'hui. « Grâce à la technologie actuelle, on peut réaliser presque tous les concepts présentés dans le rapport », nous dit M. Hayes. « Non seulement la forme du véhicule ressemble-t-elle à celle des avions à réaction actuels, mais on peut également appliquer beaucoup de techniques utilisées dans l'industrie de l'aviation à la construction des véhicules MAGLEV. En effet, la construction de ce genre de véhicule serait plus simple que celle d'un avion, et il est plus facile de déterminer la charge qu'il peut transporter que celle d'un avion. »

M. Hayes et son groupe ont pu démontrer qu'on pourrait, dans un avenir prévisible, implanter un tel réseau de transport MAGLEV pour les liaisons à courte distance. « Mais le système MAGLEV ne constitue tout de même pas une panacée pour les questions de transport », insiste-t-

il. « Au cours des prochaines années, on devra prendre certaines décisions fondamentales. Nous avons fait du projet MAGLEV, dont l'objectif consistait d'abord à créer un véhicule de surface à grande vitesse pour remplacer les avions, un moyen de transport très efficace du point de vue de la consommation d'énergie. Cependant, pour réaliser un tel système de transport, il faudrait investir de fortes sommes pour construire un réseau de voies surélevées, installer un réseau d'alimentation électrique, bâtir des stations et assembler les véhicules, ce qui représente, en somme, un effort immense. »

L'Institut canadien de transports terrestres guidés, sous l'égide de Transports Canada, prépare actuellement un rapport sur la rentabilité des véhicules MAGLEV. Le groupe d'étude tente de savoir si les investissements nécessaires pour créer un tel réseau de transport entre Montréal, Ottawa et Toronto seraient recouvrables grâce aux revenus tirés du transport des passagers et des marchandises sur ces courtes distances. « Notre étude reflète un changement considérable d'attitude », conclut M. Hayes. « Alors que le véhicule MAGLEV devait servir de moyen de transport interurbain à grande vitesse, il pourrait devenir un système de transport à grande capacité permettant d'économiser les ressources énergétiques non renouvelables. » □

Texte français: Denyse Ross

Probing the plant cell's secret life

NRC's Prairie Regional Laboratory

The distinction between basic and applied science, difficult to make at the best of times, is hopelessly blurred at NRC's Prairie Regional Laboratory. One distinguishing feature often cited between the two is the lag time from the discovery of something to its conversion into a valuable commodity. Normally, there is a lengthy delay with basic research but a much shorter interval with applied work. The problem with PRL is that new knowledge of either stripe has a habit of translating into useful applications with almost unseemly haste.

In the past, sensitive analyses of rape-

seed's oils and proteins helped create a crop now worth a billion dollars annually to Canadians; more recently, knowledge of how to grow and preserve plant cells is permitting an international exchange of valuable crop strains without risk of disease transfer; cell culture combined with chemistry is pointing to valuable new medical drugs; lab-created organic molecules are being used to mimic insect sexual scents, providing better control over infestations... the list goes on.

PRL's success is due in part to its concentration on agricultural research — all its eggs in one basket if you like — but despite

this narrowed field, the scientific activities are incredibly diverse. Last summer, NRC photographer Bruce Kane captured something of the lab's varietal nature on film, and although what follows is not meant to be comprehensive, it touches on the major areas of PRL's scientific enterprise. □

Wayne Campbell

The Prairie Regional Laboratory, on the campus of the University of Saskatchewan in Saskatoon.

Le Laboratoire régional des Prairies, situé sur les terrains de l'Université de la Saskatchewan, à Saskatoon.

Greenhouses at PRL produce the plants needed for cell culture work, particularly the study of a medically-important family of substances called alkaloids. It turns out that cell lines from a given plant vary in their ability to synthesize and accumulate these compounds. Finding the right cell line and determining the best growth conditions for production of a specific alkaloid may be the way to greatly reduce the cost of certain pharmaceuticals.

Les serres du LRP fournissent les plantes utilisées pour les recherches phylogénétiques et notamment pour les cultures cellulaires qui servent à l'étude des alcaloïdes, substances thérapeutiques très importantes. Les différentes lignées de cellules obtenues à partir d'une plante donnée peuvent varier dans leur aptitude à synthétiser et accumuler ces composés. L'identification de lignées de cellules présentant les caractéristiques recherchées et la mise en évidence des conditions optimales de croissance favorisant la production d'un alcaloïde particulier pourraient aboutir à une réduction considérable du coût de certains produits pharmaceutiques.



La vie secrète des cellules végétales

Le Laboratoire régional des Prairies du CNRC

La distinction entre la recherche pure et appliquée, déjà difficile à saisir même dans les circonstances les plus favorables, devient encore plus compliquée lorsqu'il s'agit du Laboratoire régional des Prairies du CNRC. On cite souvent comme caractéristique de différenciation le temps requis pour convertir une découverte en un produit utile. Normalement, ce délai est long dans le cas de la recherche pure tandis qu'il est beaucoup plus court pour la recherche appliquée. Par contre, en ce qui concerne les découvertes faites au LRP, qu'elles appartiennent à un domaine ou à un autre de la recherche, il semble qu'on

La fusion de cellules somatiques est un procédé réalisé dans des conditions de laboratoire particulières et qui consiste essentiellement à provoquer la fusion ou union de cellules non sexuelles de deux plantes d'espèce différente après avoir éliminé leurs parois cellulaires. L'étude des processus qui régissent l'union des chromosomes des deux cellules mères ainsi que l'expression des caractères héréditaires chez la nouvelle lignée de cellules hybrides fait l'objet d'un projet de recherche à long terme au sein du LRP.

Somatic cell fusion is a mouthful, but basically it entails stripping the cell walls off the somatic or body cells of two different plant species, and causing them to fuse or come together under special laboratory conditions. The manner in which the chromosomes of the two parents interact and how this genetic material is expressed in the new hybrid cell line is the subject of a long-term research project at PRL.



The oil from rapeseed, once used solely as a machine lubricant, now supplies most of Canada's edible oil needs and ranks as the nation's second largest cash crop after wheat. Getting to this position required a long-term plant breeding program to eliminate certain undesirable compounds in rapeseed, and PRL chemists played an important role in the development of these new plant varieties. Fields of yellow rapeseed flowers are now a common sight in much of western Canada.

Le colza, dont l'huile n'était autrefois utilisée qu'à des fins industrielles, représente actuellement la plus grande source d'huile comestible au Canada et, du point de vue économique, sa culture se classe au deuxième rang après celle du blé. Ce succès a été le résultat d'un programme à long terme de croisements végétaux effectués dans le but d'obtenir une nouvelle variété de colza dépourvue de certains composés indésirables; les chimistes du LRP ont joué un rôle important dans la réalisation de ces travaux. Aujourd'hui, les champs de colza recouverts de fleurs jaunes sont très courants dans l'Ouest du Canada.

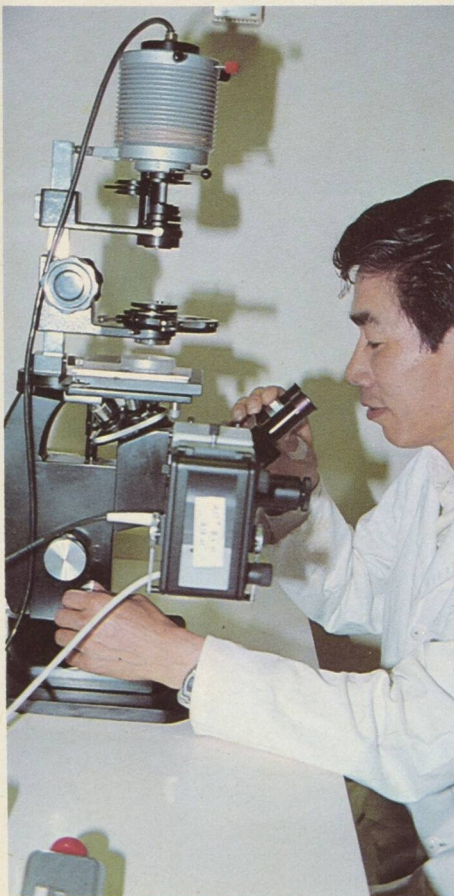
leur trouve des applications de façon presque trop précipitée.

Jadis, des analyses poussées sur les huiles et les protéines de colza ont aidé à créer une nouvelle culture qui rapporte des milliards de dollars aux Canadiens; plus récemment, la découverte de méthodes de culture et de préservation des cellules végétales a permis l'échange international de souches de cultures sans risque de transmission de maladies; la culture de cellules et la chimie permettent de confectionner de nouveaux médicaments; des molécules organiques fabriquées en laboratoire peuvent imiter l'odeur sexuelle des insectes et aider ainsi à

mieux éviter les infestations...et la liste s'allonge.

On attribue le succès du LRP en partie au fait qu'il se limite à la recherche agricole — c'est-à-dire qu'il met tous ses oeufs dans le même panier — mais en dépit de cette restriction, le LRP se consacre à des activités très variées. L'été dernier, le photographe Bruce Kane a pu capter sur film l'aspect diversifié du laboratoire et même si la présentation qui suit n'est pas exhaustive elle couvre tous les points importants de la recherche effectuée au LRP.

Texte français: **Denyse Ross et Annie Hlavats**





At PRL, chemists have learned how to make the chemical scents used by insect females to attract males during the mating season. Called sex pheromones, these substances are effective in vanishingly small amounts at rounding up males over large areas. Placed in specially-designed field traps, these lab-produced compounds can be used as highly specific monitoring systems of various species of moth.

Des chimistes du LRP sont parvenus à synthétiser les substances odorantes sécrétées par les insectes femelles pour attirer les mâles pendant la saison de l'accouplement. De très petites quantités de ces substances, appelées phéromones sexuelles, suffisent pour attirer les mâles depuis des distances considérables. Placés dans des pièges spécialement conçus, ces composés synthétisés au laboratoire permettent une surveillance hautement spécifique des populations d'insectes.

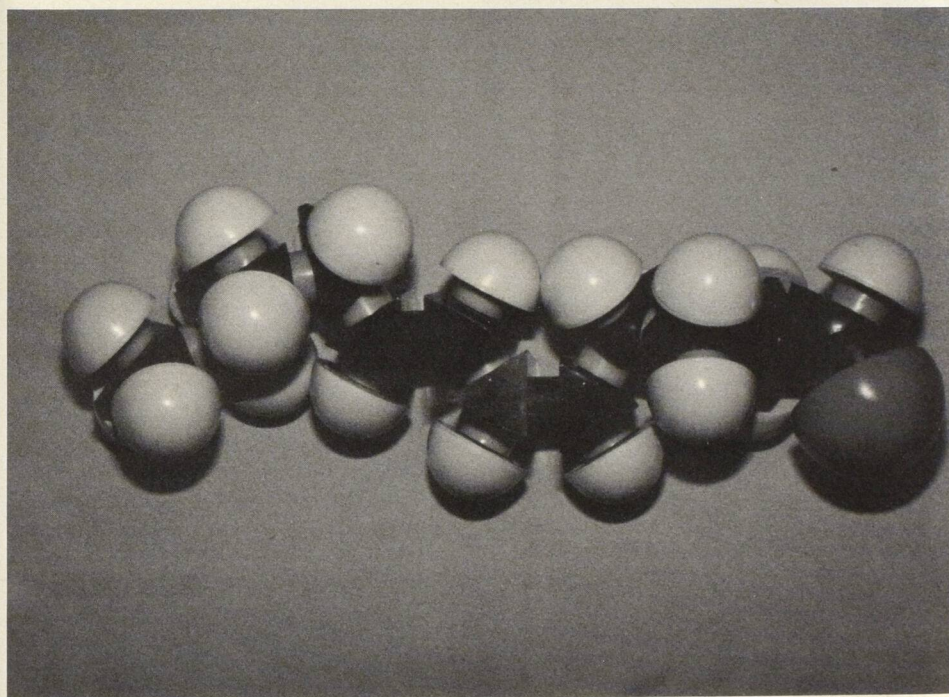


It has been known for some time that a great deal of the energy used by legumes in the bacterium-mediated process of nitrogen fixation is lost through production of hydrogen gas. At PRL, scientists are looking into the nature of this wasteful, tapping-off reaction (40 - 60 per cent of the fixation energy can go into hydrogen production), with special attention being paid to an enzyme apparently capable of recycling some of this lost energy, perhaps back into the plant-bacteria energy reservoir.

On sait depuis quelque temps qu'une grande partie (de 40 à 60%) de l'énergie utilisée par les légumineuses pour la fixation de l'azote, processus réalisé avec l'aide de bactéries, sert à la production d'hydrogène gazeux. Des scientifiques du LRP étudient la nature de ce processus nuisible et font particulièrement porter leur attention sur une enzyme qui semble capable de retourner aux légumineuses une partie de l'énergie perdue.

A molecular model of the principal sex pheromone of the forest tent caterpillar moth. This particular lab product is being used in another way to control the moths. During the insect's mating period, scientists are permeating the air with the pheromone, thus confusing males in their search for females. (Photo: Prairie Regional Laboratory)

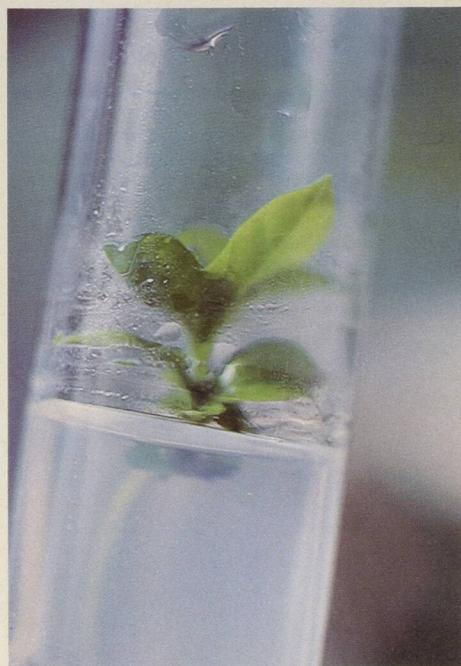
Modèle moléculaire de la principale phéromone sexuelle sécrétée par un insecte nuisible, la livrée des forêts. Cette substance particulière synthétisée au laboratoire fournit un nouveau moyen de réduire la population de ces insectes. Pendant la période d'accouplement, les scientifiques imprègnent l'air de cette phéromone, ce qui contribue à désorienter les mâles à la recherche de femelles. (Photo: Laboratoire régional des Prairies)





Des moisissures ligninolytiques marquées à des fins de monitoring décomposent la lignine contenue dans des copeaux de bois. La lignine est, après la cellulose, la deuxième ressource renouvelable la plus abondante sur Terre. Cette substance représente plus de 22% du poids sec de la plupart des bois. Bien qu'elle soit utilisée pour la fabrication de certains plastiques, par exemple, elle est souvent considérée comme une substance indésirable. Son élimination dans la préparation de la pâte à papier demande des traitements chimiques coûteux et sa présence dans le foin rend cet aliment indigeste pour les animaux. Des scientifiques du LRP recherchent une moisissure capable de décomposer rapidement la lignine sans affecter la cellulose qui est une substance utile.

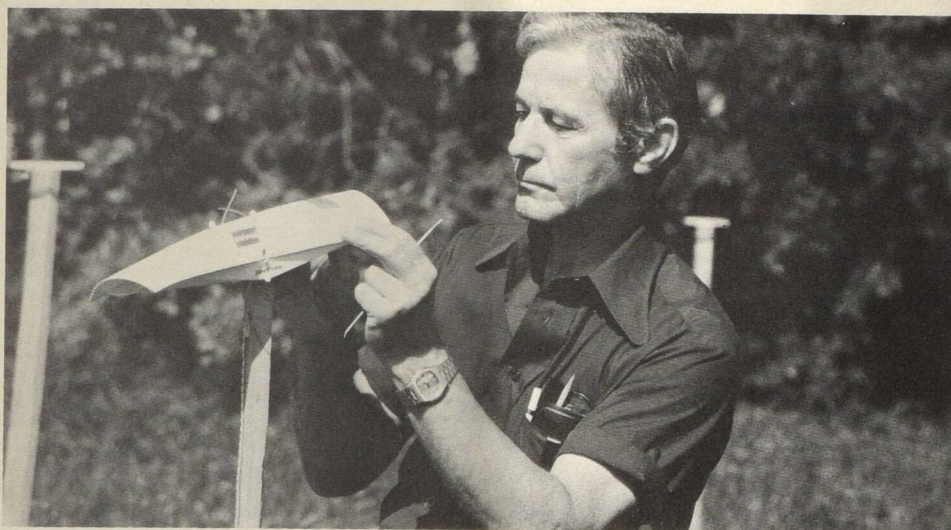
Monitored by radioactive analysis, a species of 'white rot' fungus slowly breaks down lignin in wood chips. After cellulose, lignin is the second most abundant renewable product on earth, accounting for over 22 per cent of the dry weight of most woods. Though lignin can be used to make such things as plastic, it is generally considered a troublesome substance requiring expensive chemical treatments to remove it in pulpmaking; as well, it renders hay less digestible by farm animals. PRL scientists are looking for a fungus which will break lignin down rapidly, and leave the valuable cellulose materials alone.



L'échange de variétés de plantes de grande valeur entre les différents pays agricoles s'accompagne du risque de transmission d'organismes pathogènes. Des scientifiques du LRP ont contourné ce problème au cours des dernières années en mettant au point des méthodes qui leur permettent d'obtenir des plantes adultes à partir de cellules végétales individuelles. Les plantes obtenues au laboratoire à partir de cellules prélevées du bourgeon terminal ou méristème d'une plante, infectée ou non, sont toujours saines. La combinaison de cette méthode aux techniques de préservation cryogénique mises au point au LRP promet de révolutionner les procédés de conservation des collections mondiales de plasma germinatif végétal.

The problem with exchanging valued plant varieties among the world's agricultural regions is the risk of transmitting local disease organisms as well. PRL scientists have got round this problem in recent years by working out laboratory methods of inducing individual plant cells to grow into mature plants; when such cells are chosen from the shoot tip or meristem of a plant, diseased or not, the lab-produced plant is free of infection. This, in combination with freeze-preservation techniques developed at PRL promises to revolutionize the means of maintaining world collections of plant germ plasm.





A simple head count of trapped insects can serve as a warning that an infestation is imminent. Thus, farmers can be much more selective and conservative in their use of insecticides. (Photo: Prairie Regional Laboratory)

D'après le nombre d'insectes capturés dans un piège, il est possible de déterminer si une infestation est imminente. Ceci permet aux agriculteurs d'être plus sélectifs et plus modérés dans leur utilisation des insecticides. (Photo: Laboratoire régional des Prairies)

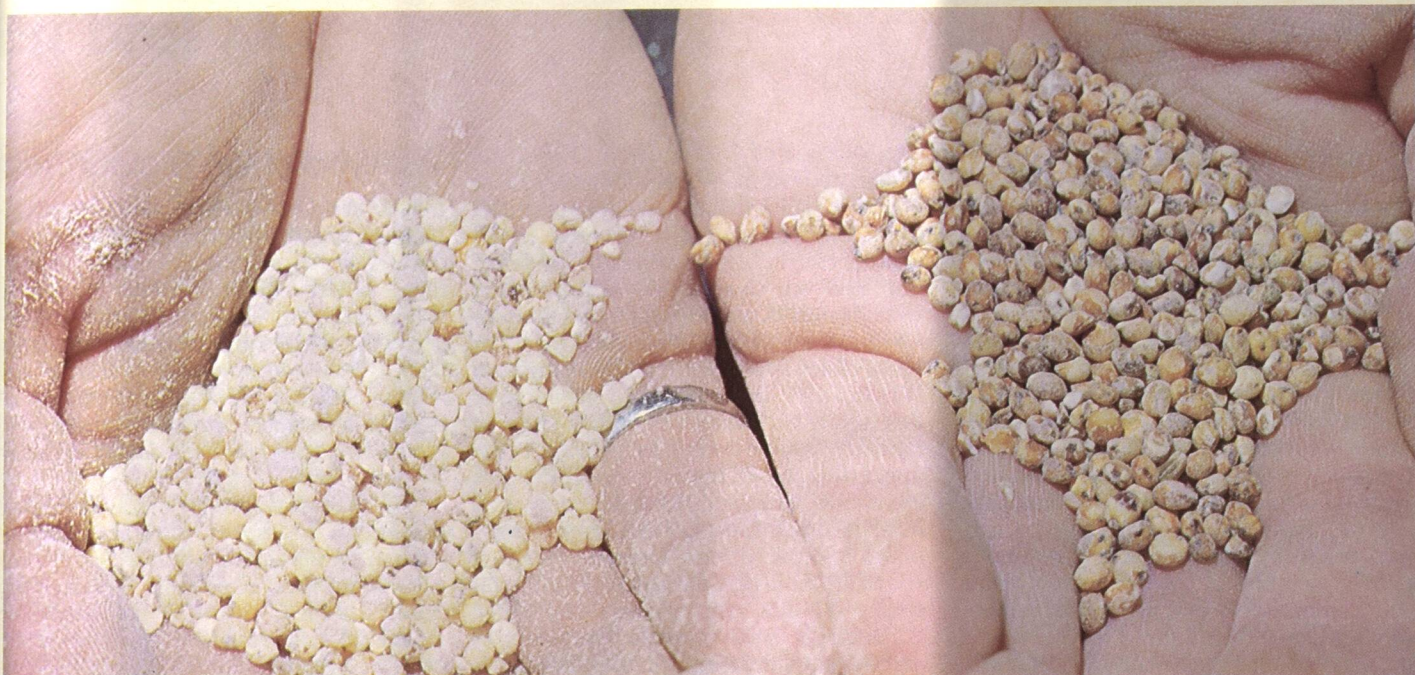
Tissue culture methods can produce literally millions of new, germ-free plants from just a few parents, a valuable innovation for such disease-prone plants as strawberries and other species which reproduce vegetatively. Further, these new plants can be grown successfully after storing the cells for months at -196°C .

La culture de cellules somatiques permet littéralement d'obtenir des millions de nouvelles plantes non contaminées à partir de quelques parents seulement. L'application de cette méthode à la culture de plantes prédisposées aux maladies comme les fraisières, par exemple, et d'autres espèces à reproduction végétative présente des avantages importants. Par ailleurs, les plantes obtenues à l'aide de cette technique peuvent se développer normalement après que les cellules originales aient été conservées pendant des mois à une température de -196°C .



In the countries of central and southern Africa, cereals and grain legumes are traditionally pounded by hand to remove the tough, inedible hulls surrounding the grains, a labor-intensive, lengthy process. At the request of Canada's International Development Research Centre (IDRC), PRL has developed a village-scale dehulling machine designed for family-sized volumes of cereal. Called the PRL/RIIC dehuller, (RIIC means Rural Industries Innovation Centre of Botswana), it is expected to find wide use in the Third World.

Dans les pays de l'Afrique centrale et du Sud, les céréales et les légumineuses sont traditionnellement concassées à la main et ce processus permettant l'élimination de la cosse dure et non comestible qui enveloppe les graines est long et laborieux. À la demande du Centre de recherches pour le développement international, le LRP a mis au point une décortiqueuse pouvant répondre aux besoins en céréales d'un village. On prévoit que cette machine appelée LRP/RIIC (RIIC étant l'abréviation de Rural Industries Innovation Centre of Botswana) trouvera d'importantes applications dans le Tiers-Monde.



Cereals must be de-hulled prior to consumption, a process known as "pearling".

Les céréales doivent être décortiquées avant d'être consommées.



La capacité des plantes de stocker de l'énergie, critère qui détermine le rendement alimentaire d'une récolte, dépend de leur efficacité photosynthétique. Bien que l'étude des facteurs génétiques qui déterminent la photosynthèse, conversion de l'énergie solaire en énergie chimique, soit extrêmement complexe étant donné l'importance de l'environnement dans la réalisation de ce processus, les travaux effectués au LRP permettent de penser qu'il serait possible d'améliorer l'efficacité de la photosynthèse chez le pois des champs en utilisant les procédés de sélection dont se servent les phytogénéticiens. Comme le montrent ces nombreux flacons contenant des seringues, la recherche dans ce domaine demande l'accumulation de grandes quantités de données expérimentales.

The size of a plant's energy reservoir, which ultimately determines the food yield of a crop, hangs on its ability to carry out photosynthesis, the conversion of sunlight to chemical energy. While the study of the genetics of photosynthesis is extremely complex because of its sensitivity to the environment, work at PRL indicates that, in field peas, it may be possible to improve the process by the selection processes of plant breeders. As exemplified by the array of syringe-tipped sampling jars, the research requires endless data collection in the field.



Fleur de *Papaver somniferum*, plante mieux connue sous le nom de pavot. En combinant les techniques de culture et de sélection cellulaires aux techniques de fermentation et d'analyse chimique, les scientifiques du LRP ont récemment obtenu des cultures de cellules de pavot produisant et accumulant de la codéine, alcaloïde important dérivé de la morphine.

A flower of *Papaver somniferum*, better known as the poppy. By combining cell growth and selection techniques with fermentation and analytical organic chemistry methods, PRL scientists recently succeeded in obtaining poppy cell cultures which produce and accumulate the valued morphinane alkaloid codeine.

Briefly . . .

Cyclers try new tack

Sports competitors, in these days of intensive racing, are constantly on the lookout for small advantages to shave tenths of a second off elapsed times. The higher the speed these racers achieve, the greater their time loss to a factor they hardly need consider at lower velocities—wind resistance. Skiers now carry poles bent back in the middle to bring their ends within the skiers' wake. Motorcyclists assume a low-profile crouch on straightaways, and speed skaters wear "wind-slippery" clothing to cut drag.

Now, bicyclists have also become subjects of aerodynamic scrutiny. Last Spring (1980), members of the Canadian Cycling Association took part in special experiments inside NRC's 2 m x 3 m wind tunnel at the National Aeronautical Establishment's Montreal Road facilities, Ottawa. Wearing only competition clothing while "riding" fixed bicycles in the teeth of bone-chilling winds of up to 70 km/h the amateur cyclists, helped by NRC researchers, determined best postures, cycle frame sections, and clothing styles and fabrics for racing use. Data were analyzed "in real time"—that is, as tests were occurring—by new NAE wind-tunnel instrumentation, which provided simultaneous readouts on factors affecting the tests, as well as with computer-plotted graphics.

Firewheel Doused

Last May, Canada lost an invaluable opportunity to investigate the nature of the earth's geomagnetic field when the European Space Agency's Ariane rocket carrying the Firewheel satellite crashed in the Atlantic ocean down range from its French Guiana launch site. According to NRC astrophysicist Dr. Brian Whalen, the

satellite, shared by Canada, the U.S., Britain and Germany, was designed to spin off four subsatellites and 16 chemical canisters from its main bus prior to the experiment, hence the origin of its name. The idea was to seed the magnetosphere with chemical tracers (barium and lithium) which would then be monitored from the subsatellites and on-ground observatories. Whalen and his colleagues were hopeful that the experiments would give clues to the mechanism whereby the particles in the upper reaches of the magnetosphere got there, how they acquired their energy, and how this particle-energy mix leads to such things as the aurora borealis. Though scientists know that the sun is the ultimate energy source, they have only faint glimmerings of the processes that establish and maintain the complex magnetospheric envelope.

The element barium was to be released at the orbit's most distant point (60,000 km) where solar radiation would ionize and expand the cloud, creating a "hole" in the geomagnetic field. The creation of this void, followed by its almost immediate collapse, would provide insights into the nature of this outer region. The fact that the cloud would have been visible from earth caused some scientists to dub it an "artificial comet".

Lithium gas was to be released in the outer reaches of the Van Allen radiation belt, where it would simply have increased the plasma density of the region, thereby destabilizing some of the particles trapped in the belts, or "magnetic bottles" as they are often called. The scattered particles, which could have been detectable spiralling down the north and south magnetic poles, would have provided data to test theories on the generation and decay of the radiation belts.

electrical heating.

In order to arrive at his system's high efficiency, Peterson engaged in an NRC-supported research study of the aerodynamics of windmills. Helicopter blades, unlike normal aircraft propellers, undergo a stiffening process as rotation speeds change. A detailed analysis of blade configuration at various wind speeds was needed before he could set up the electronic control system. Windmill Alberta's design allows the company to offer wind-powered energy at far less cost than competitive systems.

Waterhole: the big surprise

Like all scientists, those at NRC's Herzberg Institute of Astrophysics are trained not to draw conclusions from a single experiment, but the results of their Waterhole rocket shot this April are causing some excitement. Based on independent readings from rocket-borne and ground-based instruments, a temporary intervention in the high-atmosphere processes creating the Northern Lights has exceeded all expectations.

The Waterhole project involved seeding the Earth's ionosphere with water molecules at an altitude of about 300 km, over as wide an area as possible. The seeding, done instantly, with a high-explosive rocket warhead caused a dimming of the aurora by half throughout the area scanned by the instruments—perhaps across the entire sky. Perturbations in particle and magnetic flux were also noted.

If these initial results are indeed borne out in future rocket experiments, then the NRC researchers have somehow influenced the high-speed particles that induce the aurora at their distant source in deep space high above the Earth's north pole. A way may now be open for the investigators to dim and brighten the Northern Lights, or even turn them on and off again, at will.

Magical devices or a litre saved...?

As gas and oil prices have increased, a variety of gadgets have surfaced which are supposed to save energy. While some of these are legitimate, a large number are of little or no use whatsoever. Perhaps the most popular "gizmos" are those claimed to reduce fuel consumption in vehicles. The National Research Council's Division of Mechanical Engineering has tested more than a hundred of these devices and found none produced significant fuel savings; some were claimed by their promoters to increase fuel efficiency by 30 per cent or more. In one particular case, the manufacturers of the device Gas Miser were charged by the Department of Consumer and Corporate Affairs for falsely advertising that their product cut gasoline consumption by 25 per cent. Independent NRC tests had shown that the device produced no significant improvement in fuel economy. The litigation resulted in a conviction by provincial court in Moncton, New Brunswick, adding to the already lengthy list of such cases.

Working Winds

Prairie windmills, declining in numbers in recent years, will soon experience a resurgence. In southern Alberta, Windmill Alberta Manufacturing Ltd. has installed the first production model of a wind-powered energy system on a farm near Strathmore. Larry Peterson, president of the firm, conceived the idea of using time-expired helicopter blades as the basis of the novel concept. Coupling the blades to a state-of-the-art control system, he expects the Strathmore unit to deliver more than the farms's anticipated energy needs - so much more that the farmer is considering converting from oil to

En bref

Essais de cyclisme au CNRC

De nos jours les compétiteurs sportifs sont continuellement à la recherche de tout avantage qui puisse leur permettre de gagner des dixièmes de seconde. Cependant, plus ils atteignent des vitesses élevées, plus ils doivent tenir compte d'un nouveau facteur: la résistance de l'air. Aujourd'hui, les skieurs ont des bâtons légèrement pliés au milieu pour que les bouts entrent bien dans leur sillage, les motocyclistes adoptent le « profil de l'oeuf » sur un chemin en ligne droite et les patineurs de vitesse portent des maillots conçus pour réduire leur traînée.

Maintenant, on soumet aussi les bicyclettes à une évaluation aérodynamique. Au printemps dernier, des membres de l'Association cycliste canadienne prenaient part à des expériences tenues dans la soufflerie de 2 m x 3 m de l'Établissement aéronautique national du CNRC, chemin de Montréal, à Ottawa. En tenue de compétition, montés sur des bicyclettes fixes et soumis à des vents froids allant jusqu'à 70 km/h, les cyclistes et les chercheurs du CNRC ont déterminé les positions, les pièces pour les cadres de bicyclette et les vêtements les plus appropriés pour les courses. Les données étaient calculées pendant les essais, grâce aux nouveaux appareils de l'ÉAN qui affichent immédiatement les résultats, et au moyen de graphiques tracés par ordinateur.

Firewheel Un espoir déçu

Le Canada a perdu en mai dernier une rare occasion de pouvoir étudier la nature du champ magnétique terrestre lorsque la fusée Ariane de l'Agence spatiale européenne (ESA), qui transportait le satellite Firewheel, s'est engloutie dans l'Atlantique avec sa charge utile au large de sa base de lancement de Kourou, en Guyane française. Selon le Dr Brian Whalen, astrophysicien du CNRC, le satellite, appartenant en commun au Canada, aux États-Unis, à la Grande Bretagne et à l'Allemagne, devait larguer 4 satellites secondaires et éjecter 16 conteneurs chimiques avant le début de l'expérience proprement dite. L'objectif visé était d'ensemencer la magnétosphère pour créer des nuages artificiels de barium et de lithium dont l'évolution aurait pu être suivie par les satellites secondaires et des stations situées au sol. Whalen et ses collègues espéraient ainsi être en mesure d'élucider le mécanisme par lequel les particules situées dans les couches supérieures de l'atmosphère y sont parvenues, comment elles ont acquis leur énergie et comment cette combinaison de particules et d'énergie conduit à des phénomènes comme l'aurore boréale.

Il était prévu d'éjecter la charge de barium au point le plus éloigné de l'orbite (60 000 km) où le rayonnement solaire aurait ionisé le nuage et provoqué son expansion, créant ainsi un 'trou' dans le champ géomagnétique. La création de cette cavité magnétique, suivie de son effondrement presque immédiat, aurait permis de mieux comprendre la nature de cette région extérieure. Le fait qu'un tel nuage serait observable de la Terre avait amené certains scientifiques à le qualifier de 'comète artificielle'.

Quant au lithium, il avait été prévu de l'éjecter à l'intérieur de la frange extérieure des ceintures de radiations de Van Allen, où il aurait tout simplement provoqué une augmentation de la densité plasmique de la région et une déstabilisation subséquente de certaines des particules piégées dans les ceintures, ou 'bouteilles magnétiques' ainsi qu'on les appelle souvent. Les particules dispersées, que l'on aurait pu observer pénétrant en spirale dans les pôles magnétiques Nord et Sud, auraient fourni des données qui auraient permis de vérifier la validité des théories sur la formation et la désintégration des ceintures de radiations.

Le projet « Waterhole »: La grande surprise

Comme tous les scientifiques, les chercheurs de l'Institut Herzberg d'astrophysique du CNRC ont appris à ne pas tirer de conclusions d'après une seule expérience. Or, d'après les résultats obtenus d'instruments situés dans une fusée et sur terre lors de l'expérience Waterhole au mois d'avril dernier, il semble que leur intervention temporaire sur le processus de l'aurore boréale, pratiquée en haute atmosphère, aurait dépassé toutes les prévisions.

Le projet « Waterhole » consistait à ensemencer l'ionosphère terrestre de molécules d'eau à une altitude d'environ 300 km, sur la plus grande étendue possible. L'ensemencement, effectué instantanément par une ogive de fusée chargée d'un explosif

puissant, a diminué de moitié l'intensité de l'aurore, du moins dans la région observée — peut-être à travers tout le ciel. On a également observé des perturbations des courants de particules et du flux magnétique.

Si le résultat initial est confirmé, ceci indiquera que les chercheurs du CNRC ont influencé les particules voyageant à haute vitesse qui produisent l'aurore, à partir de leur source lointaine située dans l'espace au-dessus du pôle Nord terrestre.

Dispositif magique ou économie d'un litre?

Avec l'augmentation du prix du pétrole et du gaz naturel on a vu apparaître divers dispositifs qui sont présentés comme des économiseurs d'énergie. Bien que ces prétentions soient légitimes dans certains cas, un grand nombre de ces dispositifs sont peu utiles ou ne le sont pas du tout. Les plus populaires sont probablement ceux qui sont présentés comme des économiseurs d'essence pour les véhicules. La Division de génie mécanique du Conseil national de recherches a fait subir des essais à plus d'une centaine de ces dispositifs et n'en a pas trouvé un seul qui permettait de faire des économies substantielles; la publicité de certains de ces dispositifs annonçait un rendement accru de 30% ou plus au litre d'essence. Dans un cas particulier, les manufacturiers du dispositif "Gas Miser" ont été accusés de publicité trompeuse par Consommation et Corporations Canada parce qu'ils prétendaient que leur produit réduisait la consommation d'essence de 25%. Des essais effectués par le CNRC ont démontré que le dispositif ne réduisait pas la consommation d'essence de façon significative. La cour provinciale de Moncton, dans le Nouveau-Brunswick, a mis fin à ce litige par une condamnation qui s'ajoute à une liste déjà longue de cas semblables.

Le vent à l'oeuvre

Dans le sud de l'Alberta, la compagnie Windmill Alberta Manufacturing Ltd. vient de terminer l'installation sur une ferme de la région de Strathmore du premier système éolien sortant de ses usines. Le président de la compagnie, Larry Peterson, a eu l'idée de se servir de pales de rotor d'hélicoptère comme base de ce nouveau concept. En associant celles-ci à un système de régulation bénéficiant des tous derniers perfectionnements techniques, il espère produire plus d'électricité que la ferme n'en exigera et envisage en conséquence de

convertir à l'électricité son système de chauffage au mazout.

Pour obtenir ce rendement, Peterson a étudié l'aérodynamique des éoliennes avec l'aide d'une subvention du CNRC. Contrairement aux hélices d'avions conventionnelles, les pales du rotor d'un hélicoptère se raidissent à mesure que leur vitesse de rotation augmente. Il a fallu procéder à une analyse détaillée de la configuration de celles-ci en fonction de l'évolution de la vitesse du vent avant de pouvoir installer le système de régulation électronique.

NRC fusion laser Scratch a target

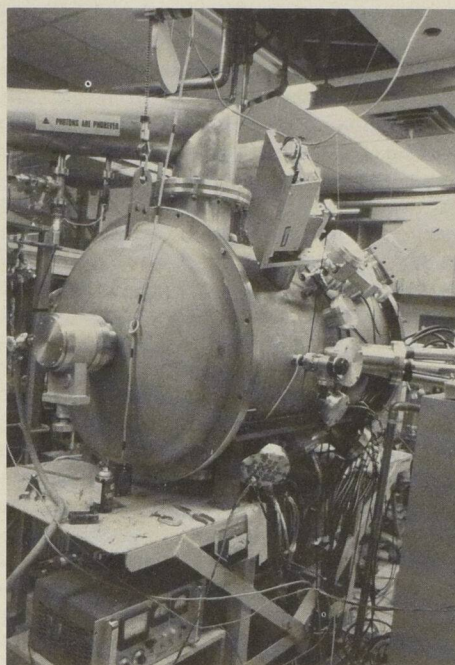
With its amplifiers fully charged, the huge laser is set to go, aimed directly at a hollow glass sphere one-hundredth the diameter of a pinhead. Dr. Gary Enright, a physicist in NRC's Plasma Physics Section, sits in his copper-shielded control room making final preparations to fire. A monitor from a TV camera mounted on the target chamber magnifies the tiny target, called a "microballoon", to the size of a tennis ball. Enright sounds the klaxon, a warning to passersby that a high-power laser burn is imminent.

With the microballoon in perfect focus in the center of the screen, he pushes a button. A bullet of light in the far infrared shoots from the laser and smashes into the target. The 30-cm-long light bullet, passing a given point in one-billionth of a second, makes a harsh sound like the crack of a whip. The people watching the monitor see the target disappear. There are no fragments, no smoke. The solid target has, in an instant, become "plasma".

Scratch a target, gain valuable data: laboratory raw materials end up as scientific facts. In the five years since it first became operational, the NRC COCO-II laser has zapped a lot of targets, and gleaned an equivalent quantity of information. "It's been a real workhorse," Dr. Enright says. "Lasers, especially the big ones, are notoriously cranky, but we have managed to tinker COCO-II into a solid reliability."

The main limitation on that use, in fact, has been the Section's capacity to crunch the data that COCO-II turns out. As everyone caught in the jaws of a book club knows, it's a lot easier to get information than to go over it. "Going over it," in the COCO-II project, means a forest of 'diagnostics' whose sensors surround the metre-wide sphere of the target chamber, making it look like a floating mine. It is every schoolchild's image of science: flashing lights, gleaming metal, complex machines and the muted whine of power sources. To relax the otherwise serious atmosphere, researchers have pinned up a sign: "Photons are Phorever".

Ask Enright what he's been up to for the last few years and he'll leap into enthusiastic jargon like "interferometrically observed steepened density profiles." What it boils down to is this: society wants the perfect energy source - cheap, renewable, free of toxic wastes or dangerous fuels, and safe from unpredictable price-gouging or overextended lines of supply. Science may be on the trail of just such a source in the form of atomic fusion, the spark of the stars and sun. Man has mimicked this in the hydrogen bomb, but has not tamed it. Says Enright: "To bottle the incredible energies of fusion in a workable power plant is a staggering task. Even to contemplate it demands that we know much more

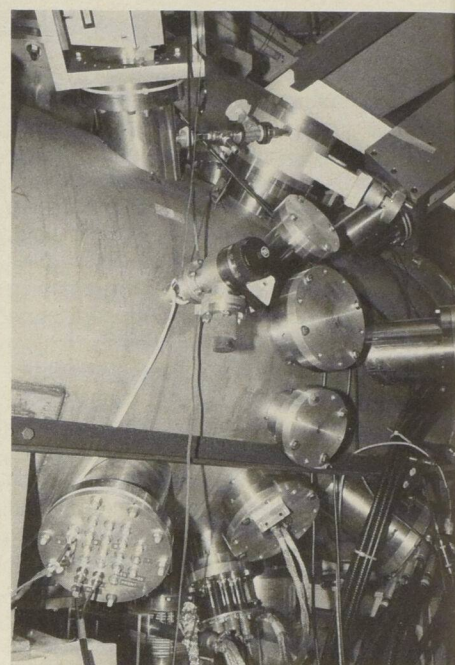


Two views of the COCO-II target chamber. Ringed with a forest of sophisticated "diagnostics" which help NRC scientists discover what goes on within incredibly short time frames, the chamber can have its air evacuated to produce superhigh vacuum. Inside sit the targets, including tiny hollow "microballoons", which the research laser's photon pulses turn to plasma in mere billionths of a second. (Photo: Bill Atkinson)

about what fuses, how, and why."

Fusion is the conversion of two light atomic nuclei into a single, heavier nucleus. In this process energy is released, the resultant nucleus at the end of the fusion reaction being a little lighter than the total weight of the two starting nuclei. The weight difference is completely converted to energy, according to that formula so famous it is almost a cliché: $E = MC^2$.

To get fusion, you first need plasma. Along with solid, liquid, and gas, plasma is one of the fundamental states of matter - the "fourth state", and, cosmologically speaking, the most common of all. Plasma contains not molecules, not atoms, but only atomic ions and free electrons; it is too energetic to allow neutral atoms to form. Plasma is the stuff of stars, and exists also in the center of an exploding nuclear bomb, but keeping it leashed for long in this cold, neutral Earth of ours is a daunting task. A plasma can be generated easily enough, but to obtain usable fusion power, it must stay hot enough long enough for many fusion collisions to occur. And, unfortunately, fusing plasma has an annoying habit of vaporizing the walls of its container. The invisible bonds of a strong magnetic field can keep it in place, but this has been compared to restraining gelatin with rubber bands. The plasma



L'enceinte de la cible de COCO-II sous deux angles différents. Elle est entourée de nombreux appareils à l'aide desquels les scientifiques du CNRC peuvent déceler ce qui s'y passe dans des périodes de temps incroyablement courtes. On peut même y faire un vide presque parfait. C'est à l'intérieur que se trouvent les cibles, y compris des "microsphères" creuses, que les impulsions lumineuses d'un laser transforment en plasma en quelques milliardièmes de seconde. (Photo: Bill Atkinson)

tends to bunch up, and its heat becomes uneven.

A better solution may lie in the laser. The light we live by, that emerges from a light bulb or the sun, is a jumble of wavelengths, all out of phase. Lasers on the other hand emit light of one single frequency, with every photon vibrating in lockstep. A beam of laser light can be among the most concentrated forms of energy known. Many substances can be made to lase: COCO-II uses carbon dioxide, the familiar CO_2 - or, a better description of the linear molecule, OCO; add a C, for Canadian, and you have COCO. (The II designates a model type for the main amplifiers.) A mixture of carbon dioxide and other elemental gases, all at atmospheric pressure, gives the laser an optimum burn pattern. COCO-II, designed by NRC scientists and built by NRC and Lumonics Research Limited technicians, also uses operational principles discovered and patented by NRC.

If you take a laser beam as powerful as possible, of as brief a duration as possible, and focus it on a target as small and as symmetrical as possible, the laser pulse will convert the substance of the target into plasma almost instantaneously. Further, the outer part of the target is blown away, and the reactive force "implodes" the central plasma, raising its temperature still

La fusion thermonucléaire au CNRC

Le laser au CO₂

Ses amplificateurs pleinement chargés, l'énorme laser est pointé sur une sphère de verre creuse dont le diamètre équivaut au centième de celui d'une tête d'épingle. Le Dr Gary Enright, physicien de la section de physique des lasers et des plasmas du CNRC, est assis à un poste de commande protégé par un écran de cuivre et s'occupe des derniers préparatifs. Une caméra de télévision, braquée sur l'enceinte où est enfermée la cible minuscule appelée « microsphère », grossit l'image de la cible à la grandeur d'une balle de tennis. Le Dr Enright actionne un klaxon pour avertir les personnes qui se trouveraient dans les environs qu'une impulsion laser très puissante est sur le point d'être déclenchée.

Lorsque la microsphère se trouve parfaitement au centre de l'écran, il appuie sur un bouton et le laser émet une impulsion de lumière infrarouge qui frappe la cible. Cette impulsion de 30 cm de long, qui produit un bruit sec semblable au claquement d'un fouet, traverse un point donné en un milliardième de seconde. Sur l'écran de télévision, l'image de la cible disparaît sans laisser de fragments ou de traînée de fumée. En un instant, la cible solide est devenue un « plasma ».

Depuis cinq ans le laser COCO-II a pulvérisé de nombreuses cibles et a permis aux chercheurs du CNRC d'acquérir une quantité impressionnante de données. « On l'a vraiment fait travailler comme un forçat », dit le Dr Enright. « Il est bien connu que les lasers, particulièrement les plus gros, font souvent défaut, mais nous avons réussi à faire de COCO-II un appareil fiable. »

Le principal obstacle à son utilisation plus fréquente est, de fait, la capacité de la section à traiter toutes les données qu'il permet d'obtenir. Comme le savent tous ceux qui font partie d'un club de livres, il est beaucoup plus facile d'obtenir de l'information que de la dépouiller. Dans le cas de COCO-II, il s'agit d'une montagne de données obtenues à l'aide des capteurs installés sur la sphère d'un mètre de largeur entourant la cible, et qui a l'aspect d'une mine flottante. Elle correspond tout à fait à l'image que se fait un écolier de la science: des lumières clignotantes, du métal brillant, des appareils complexes et le bourdonnement sourd des sources d'énergie.

Si vous demandez au Dr Enright ce qu'il a fait au cours des dernières années, il s'empresse de vous parler, dans son jargon scientifique, de « profils de densité accentués obtenus par interférométrie ». En termes plus simples cela signifie que la société aimerait disposer d'une source d'énergie peu coûteuse, renouvelable, libre de tous déchets toxiques, n'exigeant pas de combustible dangereux, et à l'abri d'une flambée des prix ou d'un trop grand éloi-

gnement des sources d'approvisionnement. En étudiant la fusion de l'atome, phénomène qui est à l'origine de la production d'énergie dans le Soleil et les autres étoiles, la science est sur la piste d'une telle source d'énergie. L'homme a réussi à déclencher ce processus dans la bombe à hydrogène, mais il ne l'a pas encore maîtrisé complètement. Le Dr Enright ajoute: « La réalisation d'une centrale thermonucléaire où les énergies incroyables obtenues par le processus de fusion seraient maîtrisées constitue une tâche gigantesque. Avant même de pouvoir considérer une telle possibilité, il nous faut approfondir nos connaissances sur les éléments qui fusionnent, et sur le pourquoi et le comment du déclenchement de ce processus. »

La fusion est la conversion de deux noyaux atomiques légers en un seul noyau plus lourd. Ce processus libère de l'énergie, le noyau obtenu après le processus de fusion étant un peu plus léger que la somme de ses composantes. La différence de poids est complètement convertie en énergie, selon une formule tellement fameuse qu'elle en est devenue un cliché: $E = MC^2$.

Avant de réaliser la fusion il est d'abord nécessaire d'obtenir un plasma. Avec les

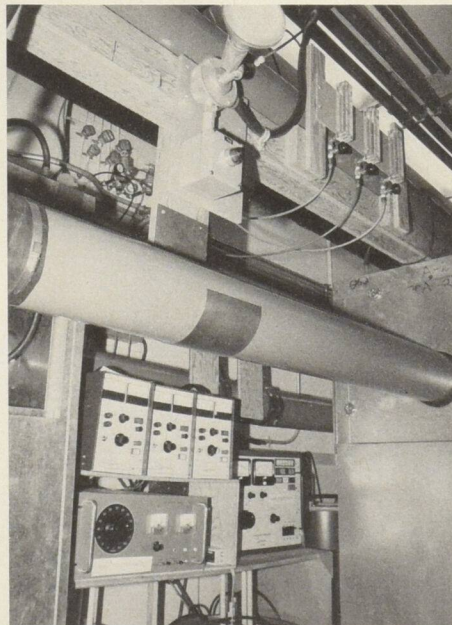
solides, les liquides et les gaz, les plasmas représentent un des états fondamentaux de la matière, le « quatrième état », et, à l'échelle de l'univers, le plus commun de tous. Les plasmas ne sont pas constitués de molécules ou d'atomes mais uniquement d'ions atomiques et d'électrons libres; ils sont trop énergiques pour permettre la formation d'atomes neutres. La matière des étoiles est à l'état de plasmas, et ceux-ci se retrouvent aussi au centre de l'explosion d'une bombe atomique, mais il est incroyablement difficile de les obtenir bien longtemps dans l'atmosphère froide et neutre de la Terre. Il est assez facile de produire un plasma mais, pour pouvoir utiliser sa puissance, il faut qu'il reste chaud assez longtemps pour que se produisent de nombreuses collisions de fusion. Malheureusement, le plasma en fusion a tendance à détruire les parois qui l'emprisonnent. On peut le confiner au moyen de champs magnétiques intenses mais cette méthode a été comparée au confinement de la gélatine au moyen de bandes élastiques. Le plasma a tendance à se déformer et sa chaleur devient inégale.

Le recours à un laser constitue peut-être une meilleure solution. La lumière que nous connaissons le mieux, celle d'une ampoule électrique ou du Soleil, est constituée d'un enchevêtrement de diverses longueurs d'onde, toutes déphasées. Par contre, les lasers émettent des impulsions lumineuses d'une seule fréquence, dont tous les photons vibrent à l'unisson. Les faisceaux laser constituent l'une des formes d'énergie les plus concentrées que l'on connaisse. On peut produire un faisceau laser à partir de nombreuses substances: COCO-II utilise le gaz carbonique, le CO₂ habituel ou, si l'on veut une meilleure description de la molécule linéaire, OCO; ajoutez un C, pour canadien, et vous avez COCO. (Le II désigne le modèle de l'amplificateur principal.) Un mélange de gaz carbonique et d'autres gaz simples, tous à la pression atmosphérique, donne au laser une puissance que l'on peut focaliser sur une cible pour obtenir un rendement optimal. COCO-II, conçu par les scientifiques du CNRC et construit par le CNRC et les techniciens de Lumonics Research Limited, fonctionne selon des principes mis au point et brevetés par le CNRC.

Une impulsion laser aussi puissante et aussi courte que possible, focalisée sur une cible symétrique plus petite que la tête d'une épingle, convertira presque instantanément la substance de la cible en plasma. L'enveloppe extérieure de la cible explose et la force qui en résulte provoque une implosion au centre du plasma, ce qui augmente encore sa température. Cette technique est connue sous le nom de confinement inertiel. Le plasma n'est pas con-

La lumière traverse un tube à la sortie de cet amplificateur laser. Lorsque l'impulsion laser infrarouge pénètre dans l'enceinte de la cible, sa longueur n'est que d'environ 30 cm. Durant cette brève impulsion, la puissance produite par COCO-II équivaut à toute la puissance produite dans le reste du Canada. (Photo: Bill Atkinson)

A light conduit emerges from a high-energy amplifier. When it enters the target chamber, the infrared laser pulse is only about 30 cm long. During the short time of its passage, the COCO-II's power output equals that of the rest of Canada in total. (Photo: Bill Atkinson)



more. The technique is known as inertial confinement. What keeps the fusion-producing plasma in place is not a physical or magnetic bottle, but the laws of inertia: the infinitesimal particles that used to constitute the microballoon just don't have time to get out of the way. So they stay, and some of them fuse. When enough of them fuse, as much energy is gained back from the system as was put in to create the plasma — the 'scientific breakeven point'. When the rate of fusion burn is better yet, the surplus energy can be used to generate electricity — the "technological breakeven point" in Dr. Enright's words. "This is a very long-term goal... don't imagine that COCO-II is on the verge of giving the world a workable fusion plant. It may take another 20 years just to find out if that's possible. Such are the stakes, however, that we must know for sure."

When COCO-II began operating, almost nothing was known about most vital aspects of fusion plasma. Says Enright: "We weren't sure by what means the incoming photons from the laser pulse got coupled into plasma energy. We did know that the coupling efficiencies weren't great — a lot of the energy in the laser pulse never wound up heating the plasma. In addition, much of what energy did enter the plasma at once escaped in the form of fast-moving particles called 'superthermals'." Exactly how this happened we didn't know. To find out, we had to develop diagnostic techniques to look at what was happening inside the plasma, especially the interval when the target is already entirely disassociated but the complete laser pulse is not yet in."

It must be remembered that the time scale here is unimaginably small. What the physicists have done — with signal success — is the equivalent of reading a complex paragraph in a billionth of a second, or the complete edition of *Encyclopedia Britannica* in one second. Where we commonly speak of an event as fast if it takes place in a fraction of a second, the NRC researchers use reference times of "nanoseconds" and "picoseconds". A nanosecond is one-billionth of a second. This in turn is sluggish compared to the picosecond, which is one thousand times shorter: 0.000 000 000 001 second. In periods expressed in low multiples of these times, the scientists must convert a target to plasma, heat it to fusion threshold, illuminate it with the light of secondary lasers, detect that light as it emerges from the target chamber bearing information about what it has encountered, and detect other emissions from the interaction region — X-rays, electrons, gamma radiation — moving out from the plasma at wildly varying speeds.

Out of this has grown a clearer understanding of what happens when COCO-II hits a target. "It's incredibly complex," says Enright, "and beyond my power to describe. But we've established the mechanism of initial energy coupling. It's called

'resonance absorption'. We understand more than we ever have about the plasma itself. Now we're working with other laboratories to provide data used to develop computerized simulation models of how it behaves. Finally, we've put together an extremely reliable laser system, backed by excellent diagnostics. The way in which we've come to investigate fusion at NRC, the instruments and approaches we've developed, may form our biggest contribution to the field."

As to the future of the project, Enright looks beyond COCO-II: "We should get another year or two of use from this laser. By that time we'll probably have learned everything it has to teach us, and we should have our new laser operational. It's working now, but we haven't finished adjusting it to focus on targets as small as microballoons. It operates at higher gas pressures than COCO-II, and it should give us pulses three times shorter than we can get now — down to about a third of a nanosecond, or 10 cm long. That's important because the shorter the pulse, the more efficient the energy coupling. It's better to give your target a short, sharp blow."

In terms of the progress in world fusion research, Dr. Enright feels that Canada is holding its own: "We've done pretty well, given the small amount of money that we've spent. Even per capita, we're nowhere near the funding levels of the U.S. or

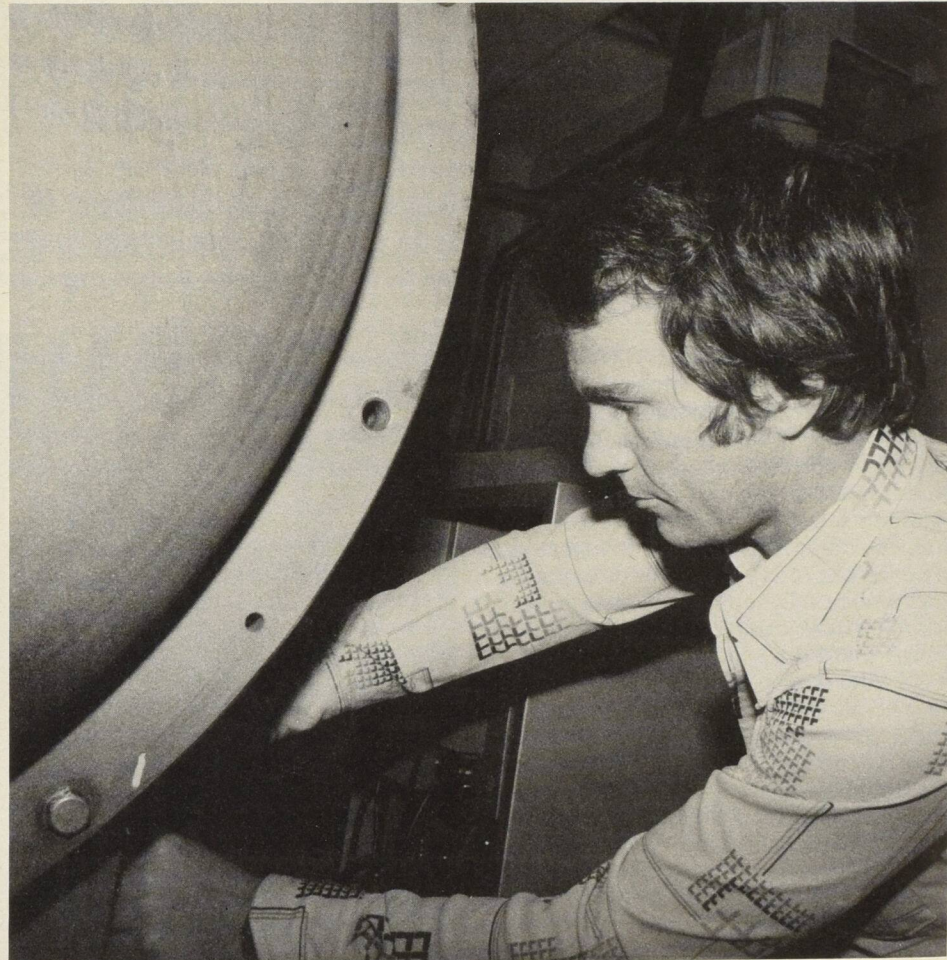
the Soviet Union. We have managed to gain access to a lot of their research by sharing what we do with them — the poor-relation gambit. But that's useful only as long as we're turning out new data to interest the big labs.

"It's time now to choose the most promising area for further research into atomic fusion, and concentrate our resources there. Otherwise we'll end up having to reimport a whole technology in 20 years." Enright breaks off and looks up, distracted by the sound of a warning klaxon. From the corridor outside there comes a loud electric *snap!* Just possibly, one more obstacle on the road to unlimited power has been burned away. □

Bill Atkinson

Dr. Gary Enright of NRC's Division of Physics makes last-minute adjustments to the COCO-II laser just before firing a test shot. COCO-II has been operating for five years, expanding man's knowledge of how laser light and plasma interact. Such data may figure vitally in tomorrow's fusion reactors. (Photo: Bill Atkinson)

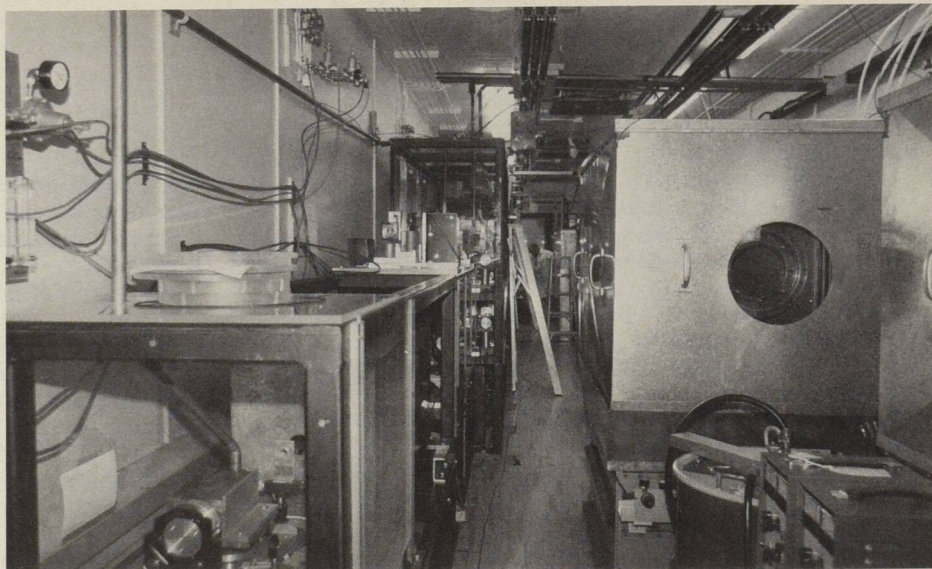
Le Dr Gary Enright, de la Division de physique du CNRC, fait des ajustements de dernière minute au COCO-II avant de déclencher une impulsion d'essai. Le laser COCO-II, qui fonctionne depuis déjà cinq ans, nous a permis d'étendre nos connaissances relatives à l'interaction du faisceau laser et du plasma. Les données ainsi obtenues pourront s'avérer essentielles à la conception des réacteurs thermonucléaires de l'avenir. (Photo: Bill Atkinson)



fini par une « bouteille physique ou magnétique » mais par la force d'inertie: les particules infiniment petites qui constituaient la microsphère n'ont tout simplement pas le temps de s'éloigner et fusionnent. S'il y a fusion d'un nombre suffisamment grand de ces particules, on obtiendra autant d'énergie qu'il en a fallu pour activer ce processus; c'est ce qu'on appelle le 'seuil d'efficacité théorique'. Si l'énergie libérée est plus importante que celle qu'on a investie, ce surplus peut être converti en électricité, et c'est ce que le Dr Enright appelle le 'seuil d'efficacité technique'. « Mais ceci demeure un objectif à long terme... n'allez pas croire que COCO-II est sur le point de conduire à la construction de centrales thermonucléaires. Il se peut que l'on doive travailler encore vingt ans uniquement pour déterminer si de telles centrales sont réalisables. Tels sont les enjeux qu'il nous faut absolument connaître. »

Lorsque COCO-II a été mis en service, nous ne savions presque rien de la plupart des caractéristiques fondamentales du plasma. Le Dr Enright ajoute: « Nous ignorions par quels mécanismes les photons émis par l'impulsion laser étaient transmis au plasma mais nous savions que cette transmission d'énergie était peu efficace: une grande quantité de l'énergie produite par l'impulsion laser n'arrivait jamais à chauffer le plasma. De plus, une grande quantité de l'énergie entrant dans le plasma s'échappait sous la forme de particules très rapides dites « suprathermiques ». Nous ne savions pas exactement comment cela se produisait. Pour obtenir une réponse à ces questions il nous fallait mettre au point des techniques nous permettant de savoir ce qui se produit à l'intérieur du plasma, particulièrement durant cette phase où la cible s'est entièrement dissociée mais où l'impulsion laser ne l'a pas encore complètement atteinte. »

On doit se rappeler que l'espace de temps dont il est question ici est infiniment petit. Ce que les physiciens ont accompli, avec un succès remarquable, équivaut à lire un paragraphe complexe en un milliardième de seconde, ou l'édition complète de l'*Encyclopédie Larousse* en une seconde. Lorsque nous parlons de phénomènes qui se produisent en une fraction de seconde, les chercheurs du CNRC utilisent des unités de temps appelées « nanoseconde » et « picoseconde ». Une nanoseconde est un milliardième de seconde. Mais ce n'est encore rien comparativement à la picoseconde, qui est mille fois plus petite: 0,000 000 001 seconde. En quelques nanosecondes, les scientifiques doivent convertir une cible en plasma, la chauffer jusqu'au seuil du point de fusion, l'éclairer au moyen de lasers secondaires, déceler cette lumière au moment où elle émerge de l'enceinte de la cible en transportant de l'information sur ce qu'elle a rencontré, et détecter d'autres émissions en provenance de l'endroit où s'est produit l'interaction, soit des rayons



X, des électrons, des rayonnements gamma, qui émergent du plasma à différentes vitesses.

Grâce à ces études, nous avons une meilleure idée de ce qui se passe lorsque le faisceau lumineux de COCO-II frappe une cible. « C'est incroyablement complexe », explique le Dr Enright, « et je ne pourrais pas le décrire. Mais nous avons réussi à déterminer par quel mécanisme s'effectue le couplage initial d'énergie. On l'appelle « l'absorption par résonance ». Nous comprenons mieux que jamais auparavant la nature du plasma. Nous travaillons maintenant en collaboration avec d'autres laboratoires à fournir des données qui serviront à mettre au point des modèles permettant une simulation informatique de son comportement. Enfin, nous avons mis au point un système laser extrêmement fiable, appuyé par des capteurs nous permettant d'établir d'excellents diagnostics. La façon dont nous effectuons des recherches sur la fusion au CNRC, les instruments que nous avons mis au point et les avenues que nous avons empruntées constitueront probablement notre plus grande contribution à la recherche dans ce domaine. »

En ce qui concerne l'avenir de ce projet, le Dr Enright envisage déjà la période qui suivra COCO-II: « Nous devrions utiliser ce laser encore un ou deux ans. À ce moment-là nous en aurons probablement tiré toute l'information qu'il pouvait nous fournir, et notre nouveau laser devrait être prêt à fonctionner. Il fonctionne déjà, à une pression plus élevée que celle de COCO-II, mais nous n'avons pas fini les ajustements qui nous permettront de le focaliser sur des cibles aussi petites que des microsphères. Ce laser devrait pouvoir fournir une impulsion trois fois plus courte que celle que nous obtenons maintenant, c'est-à-dire durant environ un tiers de nanoseconde et mesurant 10 cm de longueur. Ceci est très important parce que plus une impulsion est courte plus le couplage énergétique est efficace.

Le labyrinthe parcouru par les impulsions amplifiées du faisceau laser émis par COCO-II. L'impulsion, produite par un oscillateur situé au premier plan à gauche, traverse ce laboratoire dans toute sa longueur, est guidée par une série de miroirs et de séparatrices, jusqu'à ce que toutes les impulsions amplifiées soient rassemblées et focalisées sur la cible. On obtient alors un faisceau lumineux puissant, précis et symétrique qui permettra de repousser les frontières de la recherche sur la fusion. (Photo: Bill Atkinson)

Looking into the labyrinth traced by the amplified pulses of laser light in the COCO-II. The pulse, beginning from an oscillator at left foreground, travels the length of this large room, through beam splitters and mirrors, until all of its amplified paths are recombined at point of target. The result: a powerful, accurate, and symmetrical "light bullet" which is pushing back frontiers in fusion research. (Photo: Bill Atkinson)

La recherche effectuée au Canada est, selon le Dr Enright, à la hauteur de celle qui est entreprise ailleurs dans le monde: « Nous avons assez bien réussi si nous prenons en considération le peu d'argent que nous avons dépensé. Même sur une base per capita, notre niveau d'investissement ne peut se comparer à celui des États-Unis ou de l'Union soviétique. Nous avons eu accès à beaucoup de leurs travaux de recherche en partageant avec eux les données que nous avons obtenues. Mais nous ne pourrions continuer à bénéficier de ces échanges que si nous continuons à fournir des données qui sont susceptibles d'intéresser les plus grands laboratoires.

« Le temps est maintenant venu de choisir un secteur très prometteur dans le domaine de la recherche sur la fusion atomique, et d'y concentrer nos ressources. Autrement, comme cela s'est déjà produit dans le passé, nous devrions importer, dans vingt ans, toute cette technologie. » Le Dr Enright s'arrête et regarde plus haut, distrait par le son d'un klaxon avertisseur. On entend le claquement sec d'une impulsion laser: un obstacle de plus vient probablement de disparaître sur la route menant à une source d'énergie illimitée. □

Texte français: Denise de Broeck

INDEX/ARTICLES

1980

Acclimatation au froid

Une protection contre l'hypothermie. L'utilisation des lipides de réserve. 12:3, p. 25, 27

ADAC

Du nouveau pour les ADAC. Vers le vol rapide. 12:4, p. 5, 7

Aerodynamics

Cyclers try new tack — Briefly — 12:6, p. 22

Aérodynamique

Essais de cyclisme au CNRC. En bref. 12:6, p. 23

Aeronautics

Aircraft fatigue: extending aircraft service life — 12:1, pp. 18, 20

Dynamic stability: advanced aerospace techniques — 12:3, pp. 20, 22

New developments in STOL: destination high speed flight — 12:4, pp. 4, 6

National Aeronautical Establishment: interfacing with industry — 12:4, p. 26, 28, 30

Aéronautique

Le phénomène de fatigue en aéronautique. Comment prolonger la longévité des avions. 12:1, p. 19, 21

La stabilité dynamique. Techniques aérospatiales de pointe. 12:3, p. 21, 23

Du nouveau pour les ADAC. Vers le vol rapide. 12:4, p. 5, 7

L'Établissement aéronautique national. Un rôle industriel important. 12:4, p. 27, 29, 31

Aerospace

Dynamic stability: advanced aerospace techniques — 12:3, pp. 20, 22

National Aeronautical Establishment: interfacing with industry — 12:4, p. 26, 28, 30

Aérospatiales (techniques...)

La stabilité dynamique. Techniques aérospatiales de pointe. 12:3, p. 21, 23

L'Établissement aéronautique national. Un rôle industriel important. 12:4, p. 27, 29, 31

Agricultural Research

NRC's Prairie Regional Laboratory: probing the plant cell's secret life — 12:6, pp. 16-21

Aircraft Fatigue

Aircraft fatigue: extending aircraft service life — 12:1, pp. 18, 20

Astronomie

Le Canada accueille les astronomes. 12:1, p. 3

Un télescope voit le jour. En route pour le Mauna Kea. 12:1, p. 5, 7, 9

Astronomy

Canada hosts astronomy's stars — 12:1, p. 2

A telescope is born: the road to Mauna Kea — 12:1, pp. 4, 6, 8

Astrophysics

Stars on the wane: stellar geriatrics — 12:2, pp. 26, 28, 30

Astrophysique

Étoiles à l'agonie. Gériatrie stellaire. 12:2, p. 27, 29, 31

Avalanche

Avalanche research. Education reduces the risks — 12:6, pp. 4, 6, 8

Recherche sur les avalanches. L'éducation, clef de la sécurité. 12:6, pp. 5, 7, 9

Biomass

Biomass: the path to Canada's energy self-reliance — 12:1, pp. 28, 30

Biomasse

Le cap sur l'auto-suffisance énergétique. On se tourne vers la biomasse. 12:1, p. 29, 31

Blennorrhagie

La trousse de dépistage de la blennorrhagie. En bref. 12:5, p. 15

Bras de la navette

Le bras de la navette. En bref. 12:5, p. 15

Building Research

Expansion of facilities. Fire Research Field Station. 12:5, p. 4, 6

Canada-France-Hawaii

A telescope is born: the road to Mauna Kea — 12:1, pp. 4, 6, 8

Cartographie

La cartographie à l'aide de la stéréo-orthophotographie. Un inventaire intégré des terres. 12:2, p. 15, 17

Cell Culturing

Fermentation first at PRL: teamwork on the Prairies — 12:2, p. 2

Cold-acclimation

Hedge against hypothermia: rats, apparently have it — 12:3, pp. 24, 26

Communication systems

Buttons and boards: lights in the lobbies — 12:2, pp. 10, 12

Computers

Mechanical vision: building anthropomorphic machines — 12:1, pp. 22, 24

Getting on the bus: helping hand for computers — 12:4, p. 2

Construction Industry

Expansion of facilities: Fire Research Field Station — 12:5, p. 4, 6

Création d'emplois scientifiques et techniques (CEST)

Faciliter le pilotage. CEST ce qu'il faut. 12:2, p. 23, 25

Culture de cellules

Une première en fermentation au LRP. Résultat d'un travail d'équipe. 12:2, p. 3

DNA Laboratory

Coping with coli: high security recombinant DNA laboratory — 12:2, p. 8

Dynamique marine

L'Albacore. En direction du succès. 12:4, p. 9, 11

Énergie

L'énergie éolienne. L'évolution d'une invention. 12:1, p. 11, 13

Le Kaimei. Des kilowatts tirés des vagues. 12:1, p. 15, 17

Le cap sur l'autosuffisance énergétique. On se tourne vers la biomasse. 12:1, p. 29, 31

Une source d'énergie sensationnelle. L'hydrogène, carburant pour l'avenir. 12:2, p. 19, 21

Gloire au Soleil. Journée solaire. 12:3, p. 5

Les hydrates de méthane. Une richesse encore inaccessible. 12:5, p. 29, 31

Une vraie trappe thermique. Le stockage de l'énergie solaire. 12:5, p. 17, 19, 21

Dispositif magique ou économie d'un litre? En bref. 12:6, p. 23

La fusion thermonucléaire au CNRC. Le laser au CO₂. 12:6, p. 25, 27

Énergie éolienne

L'énergie éolienne. L'évolution d'une invention. 12:1, p. 11, 13

Le vent à l'oeuvre. En bref. 12:6, p. 23

Énergie solaire

Gloire au Soleil. Journée solaire. 12:3, p. 5

Une vraie trappe thermique. Le stockage de l'énergie solaire. 12:5, p. 17, 19, 21

Énergie des vagues

Le Kaimei. Des kilowatts tirés des vagues. 12:1, p. 15, 17

L'énergie des vagues. En bref. 12:5, p. 15

Energy

- Wind power: an invention matures — 12:1, pp. 10, 12
- The Kaimei: tapping wave energy — 12:1, pp. 14, 16
- Biomass: the path to Canada's energy self-reliance — 12:1, pp. 28, 30
- Energy is a gas: hydrogen fuel for the future — 12:2, pp. 18, 20
- In celebration of the sun: Sun Day — 12:3, p. 5
- Gas on the rocks: cold facts about methane hydrate — 12:5, pp. 28, 30
- Building a better solar trap: solar storage race warms up — 12:5, pp. 16, 18, 20
- NRC fusion laser: scratch a target — 12:6, pp.
- Magical devices or a litre saved...? Briefly — 12:6, p. 22

Fatigue aéronautique

- Le phénomène de fatigue en aéronautique. Comment prolonger la longévité des avions. 12:1, p. 19, 21

Fire Research

- Expansion of facilities: Fire Research Field Station. 12:5, p. 4, 6

Firewheel

- Firewheel doused — Briefly — 12:6, p. 22
- Firewheel: un espoir déçu. En bref. 12:6, p. 23

Génie médical

- Une discipline pour l'homme de la Renaissance. Les effets biologiques des ultrasons. 12:5, p. 25, 27

Génétique moléculaire

- Situation sans issue pour E. coli. Une prison dont on ne s'échappe pas. 12:2, p. 9

Gériatrie stellaire

- Étoiles à l'agonie. Gériatrie stellaire. 12:2, p. 27, 29, 31

Gonorrhea

- Gonorrhea test kit — Briefly — 12:5, p. 14

Heat Pumps

- Pumping heat — Briefly — 12:5, p. 14

Hydrates de méthane

- Les hydrates de méthane. Une richesse encore inaccessible. 12:5, p. 29, 31

Hydrogen

- Energy is a gas: hydrogen fuel for the future — 12:2, pp. 18, 20

Hydrogène

- Une source d'énergie sensationnelle. L'hydrogène, carburant pour l'avenir. 12:2, p. 19, 21

Hypothermia

- Hedge against hypothermia: rats, apparently have it — 12:3, pp. 24, 26

Hypothermie

- Une protection contre l'hypothermie. L'utilisation des lipides de réserve. 12:3, p. 25, 27

Incubator Program

- Transforming ideas into technology: Incubator Program — 12:5, p. 22

Industrie

- Boutons et panneaux. Innovation dans les halls d'entrée. 12:2, p. 11, 13
- Le traitement de la laine. Une technique canadienne suscite l'intérêt mondial. 12:5, p. 13, 15
- L'Albacore. En direction du succès. 12:4, p. 9, 11
- La décoration intérieure. Des couleurs au choix. 12:4, p. 17, 19
- 400 bébés sont observés. Nutrition et développement. 12:4, p. 21, 23, 25
- L'Établissement aéronautique national. Un rôle industriel important. 12:4, p. 27, 29, 31
- Des idées à la technologie. Le Programme d'incubation. 12:5, p. 23
- Une vraie trappe thermique. Le stockage de l'énergie solaire. 12:5, p. 17, 19, 21

Industrie de la construction

- Station de recherche sur la prévention des incendies. Addition aux installations existantes. 12:5, p. 5, 7

Industrial Research Assistance Program (IRAP)

- Buttons and boards: lights in the lobbies — 12:2, pp. 10, 12
- Unique wood treatment: Canadian technology sparks world interest — 12:3, pp. 12, 14
- Dec' the walls: color convenience — 12:4, pp. 16, 18
- 400 babies: feeding for the future — 12:4, pp. 20, 22, 24

Industry

- Buttons and boards: lights in the lobbies — 12:2, pp. 10, 12
- Unique wool treatment: Canadian technology sparks world interest — 12:5, pp. 12, 14
- The Albacore: race for recognition — 12:4, pp. 8, 10
- Dec' the walls: color convenience — 12:4, pp. 16, 18
- 400 babies: feeding for the future — 12:4, pp. 20, 22, 24
- National Aeronautical Establishment: interfacing with industry — 12:4, pp. 26, 28, 30
- Transforming ideas into technology: Incubator Program — 12:5, p. 22
- Building a better solar trap: solar storage race warms up — 12:5, pp. 16, 18, 20

Insulin Gene

- The insulin gene: it's really a chemist's game — 12:3, p. 2

International

- Canada hosts astronomy's stars — 12:1, p. 2
- A telescope is born: the road to Mauna Kea — 12:1, pp. 4, 6, 8
- The Kaimei: tapping wave energy — 12:1, pp. 14, 16
- Stereo-orthopho mapping: an integrated concept for land inventory — 12:2, pp. 14, 16
- Fingerprints of flux: Magsat — 12:5, pp. 8, 10, 12

Internationale (recherche . . .)

- Le Canada accueille les astronomes. 12:1, p. 3
- Un télescope voit le jour. En route pour le Mauna Kea. 12:1, p. 5, 7, 9
- Le Kaimei. Des kilowatts tirés des vagues. 12:1, p. 15, 17
- La cartographie à l'aide de la stéréo-orthophotographie. Un inventaire intégré des terres. 12:2, p. 15, 17
- Les empreintes du champ magnétique. Magsat. 12:5, p. 9, 11, 13

Laboratoire de l'ADN

- Situation sans issue pour E. coli. Une prison dont on ne s'échappe pas. 12:2, p. 9

Laboratoire de pathogénie

- Le laboratoire de pathogénie. Un danger sans risque. 12:2, p. 5, 7

Laboratoire régional des Prairies

- Le Laboratoire régional des Prairies du CNRC. La vie secrète des cellules végétales. 12:6, p. 17-21

Laine (traitement de la . . .)

- Le traitement de la laine. Une technique canadienne suscite l'intérêt mondial. 12:3, p. 13, 15

Lasers

- NRC fusion laser: scratch a target — 12:6, pp. 24, 26
- La fusion thermonucléaire au CNRC. Le laser à CO₂. 12:6, p. 25, 27

Maglev

- Going with gauss: Maglev on track — 12:6, pp. 10, 12, 14
- Progrès dans les transports: Le Maglev est dans la bonne voie. 12:6, p. 11, 13, 15

Magnesium:

- Kidney pill for the 1980's — 12:6, p. 2

Magnésium

- Le magnésium: remède contre les calculs rénaux. 12:6, p. 3

- Magsat**
Fingerprints of flux: Magsat — 12:5, pp. 8, 10, 12
Les empreintes du champ magnétique. Magsat. 12:5, p. 9, 11, 13
- Marine Dynamics**
The Albacore: race for recognition — 12:4, pp. 8, 10
- Marion (Léo)**
In memoriam: Dr. Léo Edmond Marion (1899-1979) — 12:1, p. 26
In memoriam: le Dr Léo Edmond Marion (1899-1979)—12:1, 12:1, p. 27
- Mapping**
Stereo-orthophoto mapping: an integrated concept of land inventory — 12:2, pp. 14, 16
- Mechanical Vision**
Mechanical vision: building anthropomorphic machines — 12:1, pp. 22, 24
- Medical Engineering**
A discipline for the Renaissance Man: biological effects of ultrasound — 12:5, pp. 24, 26
- Methane Hydrates**
Gas on the rocks: cold facts about methane hydrate — 12:5, pp. 28, 30
- Microbiologie**
Le laboratoire de pathogénie. Un danger sans risque. 12:1, p. 5, 7
- Microbiology**
Pathogen laboratory: safest risk in town — 12:2, pp. 4, 6
- Molecular Genetics**
Coping with coli: high security recombinant DNA laboratory — 12:2, p. 8
- Mouvement des spectateurs**
Médaille d'or aux spectateurs. Les jeux de l'estrade. 12:3, p. 29, 31
- Navigation Systems**
Piloting under pressure: industry STEPs forward — 12:2, pp. 22, 24
Plotting through the pack: radar resistant ice — 12:3, pp. 16, 18
- Nutrition**
400 babies: feeding for the future — 12:4, pp. 20, 22, 24
400 bébés sont observés. Nutrition et développement. 12:4, p. 21, 23, 25
- Ordinateurs**
La vision artificielle. La construction des machines anthropomorphes. 12:1, p. 23, 25
Le bus pris d'assaut. Au secours des ordinateurs. 12:4, p. 3
- Pathogen Laboratory**
Pathogen Laboratory: safest risk in town — 12:2, pp. 4, 6
- Pauling (Linus)**
Linus Pauling visits NRC — 12:5, p. 2
Le CNRC reçoit Linus Pauling. 12:5, p. 3
- Photogrammétrie**
L'Albacore. En direction du succès. 12:4, p. 9, 11
- Photogrammetry**
The Albacore: race for recognition — 12:4, pp. 8, 10
- Pompes à chaleur**
Le pompage de la chaleur. En bref. 12:5, p. 15
- Prairie Regional Laboratory**
NRC's Prairie Regional Laboratory: probing the plant cell's secret life — 12:6, pp. 16-21
- Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI)**
Boutons et panneaux. Innovation dans les halls d'entrée. 12:2, p. 11, 13
Le traitement de la laine. Une technique canadienne suscite l'intérêt mondial. 12:3, p. 13, 15
- La décoration intérieure. Des couleurs au choix. 12:4, p. 17, 19
400 bébés sont observés. Nutrition et développement. 12:4, p. 21, 23, 25
- Programme d'incubation**
Des idées à la technologie. Le Programme d'incubation. 12:5, p. 23
- Projet «Waterhole»**
Le projet «Waterhole»: la grande surprise. En bref. 12:6, p. 22
- Radar**
Plotting through the pack: radar resistant ice — 12:3, pp. 16, 18
- Radars**
Topographie de la banquise. Les radars et la glace. 12:3, p. 17, 19
- Railway Research**
NRC is on the right track: railway research — 12:3, pp. 6, 8, 10
- Recherche agricole**
Le Laboratoire régional des Prairies du CNRC. La vie secrète des cellules végétales. 12:6, p. 17-21
- Recherche en bâtiment**
Station de recherche sur la prévention des incendies. Addition aux installations existantes. 12:5, p. 5, 7
- Recherche et développement**
Des idées à la technologie. Le Programme d'incubation. 12:5, p. 23
- Recherche ferroviaire**
Le CNRC est sur la bonne voie. La recherche ferroviaire. 12:3, p. 7, 9, 11
- Recherche sur la prévention des incendies**
Station de recherche sur la prévention des incendies. Addition aux installations existantes. 12:5, p. 5, 7
- Research and Development**
Transforming ideas into technology: Incubator Program — 12:5, p. 22
- Safety (stairs)**
Gold in the galleries: the stair event — 12:3, pp. 28, 30
- Sécurité (escaliers)**
Médaille d'or aux spectateurs. Les jeux de l'estrade. 12:3, p. 29, 31
- Scientific and Technical Employment Program (STEP)**
Piloting under pressure: industry STEPs forward — 12:2, pp. 22, 24
- Solar Energy**
In celebration of the sun: Sun Day — 12:3, p. 5
Building a better solar trap: solar storage race warms up — 12:5, pp. 16, 18, 20
- Space Arm**
Space arm update — Briefly — 12:5, p. 14
- Spectator Movement**
Gold in the galleries: the stair event — 12:3, pp. 28, 30
- Stellar Geriatrics**
Stars on the wane: stellar geriatrics — 12:2, pp. 26, 28, 30
- STOL**
New developments in STOL: destination high speed flight — 12:4, pp. 4, 6
- Systèmes de navigation**
Faciliter le pilotage. CEST ce qu'il faut. 12:2, p. 23, 25
Topographie de la banquise. Les radars et la glace. 12:3, p. 17, 19
- Systèmes de communication**
Boutons et panneaux. Innovation dans les halls d'entrée. 12:2, p. 11, 13

Synthèse d'un gène

La synthèse d'un gène. Une vraie charade. 12:3, p. 3

Telescope

A telescope is born: the road to Mauna Kea — 12:1, pp. 4, 6, 8

Télescope Canada-France-Hawaii

Un télescope voit le jour. En route pour le Mauna Kea. 12:1, p. 5, 7, 9

Transportation

NRC is on the right track: railway research — 12:3, pp. 6, 8, 10

Going with gauss: Maglev on track — 12:6, pp. 10, 12, 14

Transports

Le CNRC est sur la bonne voie. La recherche ferroviaire. 12:3, p. 7, 9, 11

Progrès dans les transports. Le Maglev est dans la bonne voie. 12:6, p. 11, 13, 15

Ultrasound

A discipline for the Renaissance man: biological effects of ultrasound — 12:5, pp. 24, 26

Ultrasons

Une discipline pour l'homme de la Renaissance. Les effets biologiques des ultrasons. 12:5, p. 25, 27

Vision artificielle

La vision artificielle. La construction des machines anthropomorphes. 12:1, p. 23, 25

Waterhole Project

Waterhole: the big surprise — Briefly — 12:6, p. 22

Wave Energy

The Kaimeit: tapping wave energy — 12:1, pp. 14, 16

Wave Energy — Briefly — 12:5, p. 14

Wind Engineering

Urban wind environment: invisible menace — 12:4, pp. 12, 14

Wind Power

Wind power: an invention matures — 12:1, pp. 10, 12

Working winds — Briefly — 12:6, p. 22

Wool (treatment)

Unique wool treatment: Canadian technology sparks world interest. 12:3, pp. 12, 14

1980/6

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

NAME - NOM

TITLE - TITRE

ORGANIZATION - ORGANISME

STREET - RUE

CITY - VILLE

PROVINCE

POSTAL CODE POSTAL

COUNTRY - PAYS



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

IS YOUR ADDRESS LABEL CORRECT?

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

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

VOS NOM ET ADRESSE COMPORTENT-ILS UNE ERREUR?

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

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

CUT - DÉCOUPEZ



National Research Council
Canada
Ottawa, Canada
K1A 0P6

Conseil national de recherches
Canada
Ottawa, Canada
K1A 0P6

Canada Post	Postes Canada
Bulk Third Class	En nombre Troisième classe
K1A 0P6 Canada	

Cover: A large avalanche roars down a mountainside. The beautiful but deadly phenomenon is the object of a long-term research program at NRC's Division of Building Research. (See story p. 4)

Notre couverture: Une énorme avalanche dévale le long d'un flanc de montagne. Ce phénomène naturel dangereux mais d'une grande beauté fait l'objet d'un programme de recherches à long terme à la Division des recherches en bâtiment du CNRC (voir notre article p. 5).