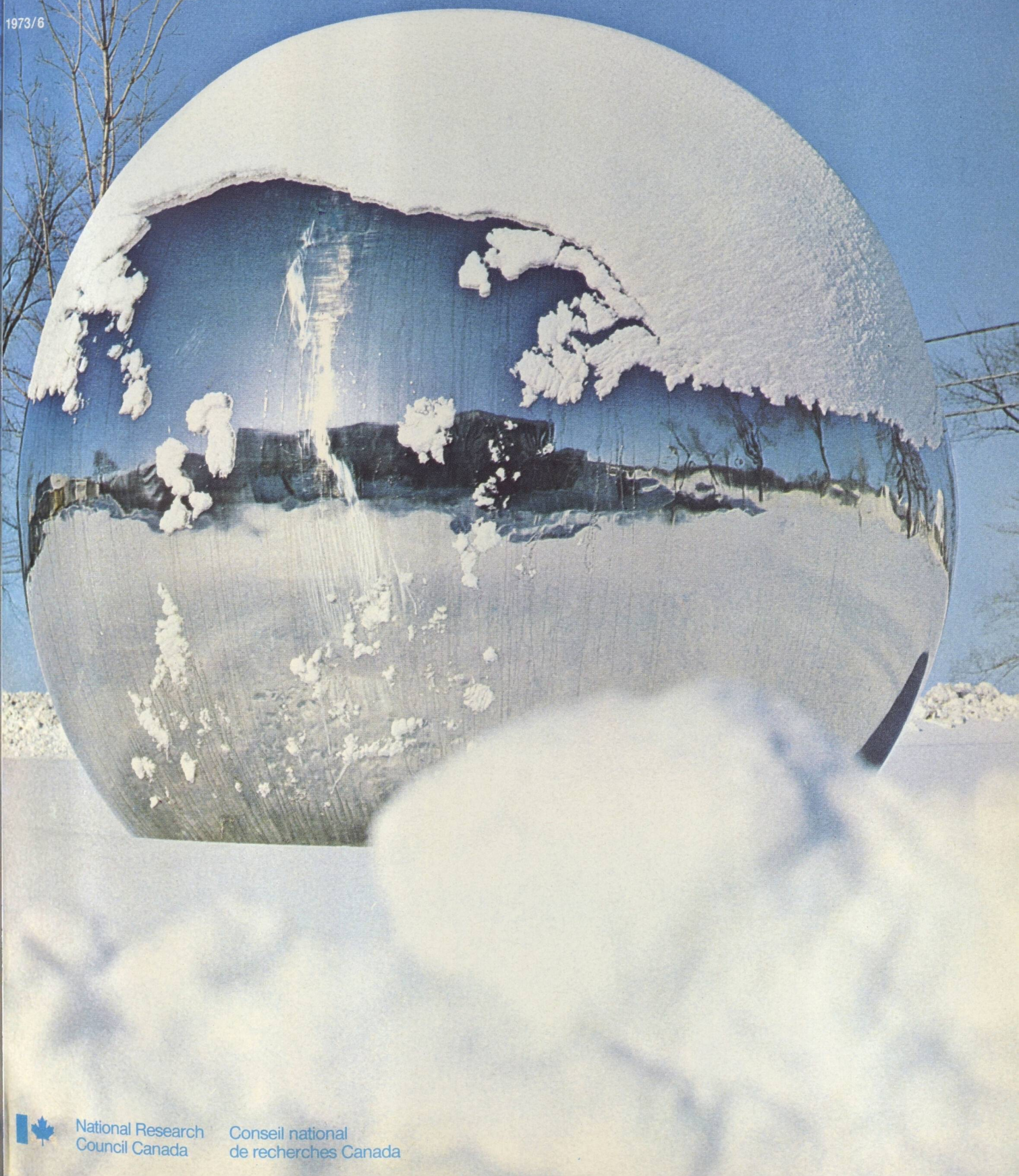


SCIENCE DIMENSION

1973/6



National Research
Council Canada

Conseil national
de recherches Canada

SCIENCE DIMENSION

VOL. 5 No. 6, DECEMBER 1973

VOL. 5 No. 6, DÉCEMBRE 1973

Contents

- 4 On a prairie campus —
A harvest of new technology
- 10 IRAP aid for the 'hooker' —
Frink's new snow plow
- 14 Quarter century of research —
Corrosion, bane of the metal
world
- 20 Ruler into the head —
Digiecho
- 24 NRC's supersynthesis inter-
ferometer —
Radio waves of the galaxies

Sommaire

- Dans une université des
Prairies, importants progrès
technologiques 5
- PARI aide Frink à construire
son nouveau chasse-neige
"Hooker" 11
- Vingt-cinq ans de recherches
sur la corrosion 15
- Radar d'exploration du
cerveau:
Le Digiecho 21
- L'interféromètre de super-
synthèse du CNRC et
les ondes radio des galaxies 25

Science Dimension is published six times a year by the Public Information Branch of the National Research Council of Canada. Material may be reproduced with or without credit unless a copyright is indicated. Enquiries should be sent to Science Dimension, NRC, Ottawa K1A 0R6, Canada. Tel. (613) 993-3041.

Publiée six fois par an par la Direction de l'information publique du Conseil national de recherches du Canada. La reproduction des textes est autorisée sauf indication contraire. Prière d'adresser toute demande de renseignements à: Science Dimension, CNRC, Ottawa, K1A 0R6, Canada. Tel. (613) 993-3041.

Managing Editor Loris Racine Directeur
Editor Joan Powers Rickard Rédactrice-en-chef
French Texts Georges Desternes, Claude Devismes Textes français
Graphics-Production Luc Lebrun Arts graphiques-Production
Printed by Mortimer Imprimeur

Contributions

Cover: Ian Monsarrat; pages 2,3,14-23, Bruce Kane, NRC; pages 4-9, University of Saskatchewan, Saskatoon, Sask.; pages 10-12, Frink of Canada, Cambridge, Ont.; pages 24-28, Radio and Electrical Engineering Division, NRC.

Contributions

Couverture de Ian Monsarrat; pages 2,3, 14-23 de Bruce Kane, du CNRC; pages 4-9 de l'Université de la Saskatchewan, à Saskatoon; pages 10-12 de Frink of Canada, à Cambridge, Ontario; pages 24-28 de la Division de génie électrique du CNRC.



How can the main computer facility in a computation centre be relocated with the least interruption of service to its users? Dr. B.A. Wightman (right) and Thomas McGrath (centre), Chief and Deputy Chief respectively of NRC's Computation Centre, could find no precise precedent in Ottawa for such a move. However, under the direction and coordination of NRC personnel, the Centre's complex IBM 360/67 computer, with 60-odd peripherals (including tape drives, disc drives, printers, card readers, card punches) nine control units, a telecommunications controller and 60 telephone circuits for data communications, was moved the quarter mile from the north side of the Montreal Road to its new quarters at Building M60 on the south side. The change-over was made in just three-and-a-half days, with a loss of only one nine-to-five shift in the time schedule. The computer runs 24 hours a day, with 21 shifts a week. Hill Security Movers of Ottawa handled the move and NRC contracted services from IBM, Fairchild Instruments Ltd., California, Telex Ltd., Trans-Canada Telephone Service, Bell Canada, and Allan Crawford Associates, Toronto. Benjamin Patry (left) of NRC's Plant Engineering Services Branch, crimps a terminal onto a cable during the move. • Comment transférer un ordinateur d'un endroit dans un autre en interrompant le service le moins possible? Le Dr B.A. Wightman (à droite) et Thomas McGrath (au centre), respectivement chef et chef-adjoint du Centre de calcul de CNRC, n'ont pas pu trouver de précédent à Ottawa. Toutefois, sous la direction et avec la coordination du personnel du CNRC, l'ordinateur IBM 360/67 de ce centre, ses 60 périphériques comprenant les mémoires à bandes, à disques, les imprimantes, les lecteurs de cartes et les perforatrices, neuf unités de contrôle, un contrôleur des télécommunications et 60 circuits téléphoniques pour les communications réservées aux données, ont été transférés sur un quart de mile, du côté nord du chemin de Montréal au nouveau centre de calcul, dans le bâtiment M-60, côté sud. Le transfert n'a pris que trois jours et demi et l'on a perdu qu'un seul roulement de travail de neuf à cinq heures. L'ordinateur fonctionne 24 heures sur 24 à raison de 21 équipes travaillant par roulement continu chaque semaine. Le transfert a été confié à la compagnie Hill Security Movers d'Ottawa et le CNRC a loué les services de IBM, Fairchild Instruments Ltd., California, Telex Ltd., Trans-Canada Telephone Service, Bell Canada, et Allan Crawford Associates, de Toronto. Benjamin Patry (à gauche), du Service d'entretien et de réparations techniques du CNRC, relie un terminal à un câble durant le déménagement.

On a prairie campus— A harvest of new technology

In Canada today farmers are faced with a serious labor shortage. In 1968, farm population totalled some two million people; three years later, this figure had dropped to less than one-and-a-half million. In 1966, there were 430,000 farms in Canada; when the 1971 census was taken, 64,000 of these had ceased operation. In the last seven years, more than one-third of the farms in the maritimes have disappeared; for the prairies, this figure is 10 per cent.

Despite vast improvements in farming practices — use of fertilizers, herbicides and insecticides and the trend toward mechanization and large-scale farm specialization — farming appears to be losing its appeal. No longer are new farmers being drawn to the farms to help develop this country's agricultural potential.

One way in which a declining farm population is being partially offset is through automation. In North America, animal power was used extensively on farms until about 1925. The following 40 years were devoted to mechanization with greatly increased output per farm worker. Farm mechanization now has been succeeded by automation in various degrees. In the next 30 years, it is expected that automatic guidance of tractors and other self-powered farm equipment will become widespread on Canadian farms.

Playing a key role in putting automation more and more at the disposal of the Canadian farmer is the Division of Control Engineering of the University of Saskatchewan in Saskatoon. The Division's work on automation in the agricultural industry is being funded by a National Research Council of Canada Negotiated Development Grant of \$540,000 over a period of five years. The program of the Division of Control Engineering in this area has two main objectives:

1. To apply control engineering and instrumentation principles to the agricultural industry in order to increase machine efficiency and productivity, lower production costs and promote safety;
2. To stimulate manufacturing in Western Canada by developing components and systems for commercial production by industry. The automatic sensing and control systems developed under the program will be of the kind that can be built in Canada's western provinces, and incorporated into or added to standard machines.

The Division of Control Engineering was formed in 1964 as an interdisciplinary group to co-ordinate teaching and research in the areas of control engineering and instrumentation.

The Chairman of the Division is Dr. J.N. Wilson, of the Department of Mechanical Engineering, and the principal investigator is Professor G.C. Zoerb, of the Department of Agricultural Engineering. Other personnel include a number of graduate students, supervised by members of the Departments of Agricultural, Chemical, Electrical and Mechanical Engineering, and a development group consisting initially of a staff of four. The task of the Development Group is to take research projects and to develop them to the point where an industrial firm can carry them through the manufacturing stage. At the disposal of these groups are fluid power, electromechanical, electronics and instrumentation laboratories, a hybrid computer facility and a central shop for fabrication of components. A mobile laboratory with a wide range of recording capabilities has been purchased to test equipment under field conditions.

The Division of Control Engineering already has enjoyed



Gordon Miller, departmental assistant in agricultural engineering at the University of Saskatchewan, operates a combine while keeping an eye on the grain loss meter beneath the steering wheel. The meter indicates the number of bushels of grain being lost per hour as a result of incomplete separation. Excessive losses can be reduced by slowing down the forward motion of the combine. • M. Gordon Miller, assistant de génie agricole à l'Université de la Saskatchewan, surveille le compteur de perte de grain qui est placé en-dessous du volant de la moissonneuse. Ce compteur indique le nombre de boisseaux de grain perdu par heure par suite d'un battage incomplet. Les pertes excessives peuvent être diminuées en réduisant la vitesse de translation de la moissonneuse.

considerable success in a wide variety of control areas including electromechanical and power systems and process and fluid power control. The Division's research and development program in automation in the agricultural industry in particular has an impressive list of credits.

Automatic tractor guidance to reduce farm labor requirements and operator fatigue is high on the list of priorities. Two projects in this area are being investigated.

One is a "master-slave" tractor system whereby a single operator can control two tractors and their implements at the same time simply by driving one of them in the normal manner. The slave "follows" the master and its direction and speed are determined by an extensible cable which links the two vehicles. This system already has been developed and field tested. University of Saskatchewan engineers now are investigating the use of electronic methods, in order to eliminate the cable linking the two vehicles.

Dans une université des Prairies, importants progrès technologiques

joue un rôle clé en mettant l'automation de plus en plus à la portée de l'agriculteur canadien. Les travaux de la division sur l'automation en agriculture sont financés par une subvention négociée de développement, du Conseil national de recherches, de \$540 000 dollars répartis sur cinq ans. Le programme de la division vise deux objectifs principaux:

1. appliquer les techniques de commandes et des instruments correspondants à l'agriculture afin d'améliorer le rendement et la productivité des machines, d'abaisser les coûts de production et d'améliorer la sécurité;
2. stimuler l'industrie manufacturière de l'ouest canadien en mettant au point des composantes et des systèmes se prêtant à une production industrielle dans cette partie du pays. Les instruments de mesure et les commandes automatiques mis au point dans le cadre de ce programme sont d'un modèle pouvant être fabriqué dans les provinces de l'ouest canadien et incorporé à des machines de type courant.

La Division des techniques de commandes a été créée en 1964 comme groupe interdisciplinaire pour coordonner l'enseignement et la recherche dans le domaine des techniques de commandes et des instruments de mesure.

Le président de la division est le Dr J.N. Wilson, du Département de génie mécanique, et le principal chercheur est le Professeur G.C. Zoerb, du Département de génie agricole. Les autres membres du groupe de recherche comprennent des étudiants diplômés supervisés par des chercheurs des départements d'agriculture, de chimie, de génie agricole, de génie chimique, de génie électrique et de génie mécanique ainsi qu'un groupe de quatre personnes chargées des développements. La tâche du groupe en question est de pousser les recherches jusqu'au point où les industriels peuvent les exploiter. Ces chercheurs ont à leur disposition des laboratoires d'électromécanique, d'électronique, d'instrumentation et de commandes hydrauliques fluidiques, un ordinateur hybride et un atelier central. Un laboratoire mobile équipé de nombreux instruments de mesure et d'enregistrement a été acheté pour essayer les matériels dans les conditions réelles d'utilisation.

La Division des techniques de commandes a déjà obtenu des résultats fort encourageants dans bien des domaines faisant appel aux systèmes de commandes y compris les systèmes électromécaniques, hydrauliques et fluidiques. Le programme de recherches et de développement de la division pour l'application de l'automation à l'agriculture, notamment, a permis d'obtenir un nombre impressionnant de résultats.

La conduite automatique des tracteurs en vue de réduire la main-d'œuvre et la fatigue des conducteurs est en tête de liste des priorités et l'on étudie actuellement les avantages de deux systèmes différents. Dans le premier cas, un tracteur est asservi à celui qui est piloté par le conducteur; les signaux donnant la direction et la vitesse sont transmis par un câble souple reliant les deux véhicules. Ce système a déjà été mis au point et essayé dans les conditions réelles d'emploi.

Les ingénieurs de l'Université de la Saskatchewan étudient maintenant comment appliquer l'électronique à l'élimination du câble de liaison.

Abordant le pilotage automatique des tracteurs sous un autre angle, on étudie un système par lequel le tracteur suit un sillon guide creusé lors du premier passage. Ce système joue le rôle d'une sorte de "pilote automatique" et libère le conducteur de la nécessité de corriger continuellement la direction.

Au Canada, aujourd'hui, l'agriculture fait face à une sérieuse pénurie de main-d'œuvre. En 1968, on estimait que le nombre d'agriculteurs atteignait deux millions et, trois ans plus tard, on en comptait à peine un million cinq cent mille. Alors qu'il y avait quatre cent trente mille fermes au Canada en 1966, on n'en recensait plus que trois cent soixante-six mille en 1971. Au cours de ces dernières années, le nombre de fermes a diminué d'un tiers dans les Provinces maritimes et de 10% dans les Prairies.

Malgré d'importants progrès dans les méthodes de culture, comme l'utilisation d'engrais, d'herbicides et d'insecticides, ainsi que la tendance à la mécanisation et à la culture extensive spécialisée, l'agriculture semble perdre de son attrait et il s'ensuit que les ressources agricoles du pays ne sont pas exploitées comme elles devraient l'être.

Mais il existe un moyen de contrebalancer la diminution de la main-d'œuvre agricole, c'est l'automation. En Amérique du Nord, les animaux ont été largement utilisés en agriculture jusque vers 1925. Au cours des quarante années suivantes on s'est attaché à développer la mécanisation, augmentant ainsi le rendement de l'agriculteur. L'automation succède maintenant à la mécanisation dans une certaine mesure. Vers l'an 2000, le pilotage automatique des tracteurs et d'autres machines agricoles automotrices sera certainement généralisé au Canada.

C'est dans ce domaine que la Division des techniques de commandes de l'Université de la Saskatchewan, à Saskatoon,

agricultural automation

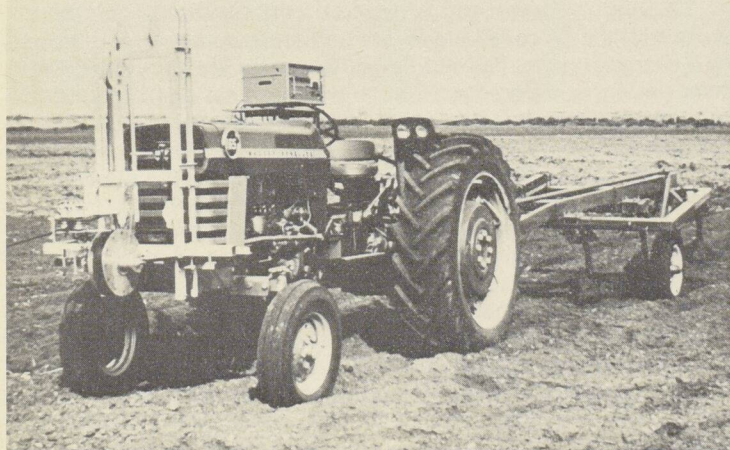
In another aspect of automatic tractor guidance, a system is being developed whereby the tractor automatically follows a guidance furrow made on the previous pass. This system serves as a form of "auto-pilot" eliminating the need for the operator to make continual steering corrections.

The combine is a versatile harvesting machine that can cut a standing crop or pick up a swathed crop and then thresh and clean the grain as it moves over a field. The rate at which the crop feeds through the combine is one of the most significant factors affecting grain losses. Losses increase exponentially with feed rate and often may exceed 20 percent. As crop conditions vary in a given field, the combine's forward speed requires continuous adjustment to minimize these losses. The Division of Control Engineering has used sensors on the combine pick-up to detect the amount of swath entering the combine. These sensors give anticipatory signals which permit alteration of the forward ground speed of the combine sooner than with other methods.

During harvesting operations, grain is cut with a combine or by a windrower prior to combining. Whichever method is used, the grain is cut by a cutter-bar, the height of which is controlled by the operator. It is important for the operator to adjust the cutter-bar for the proper height-of-cut, since crop height may vary considerably throughout each field and an improper cut increases grain losses. The University of Saskatchewan engineers have developed a system which automatically adjusts the cutter-bar height in accordance with the crop height. Sensors are used to determine the length of the cut material. The system soon will be ready for commercial development.

Tillage involves loosening and stirring the soil and is done at some stage in the production of almost every agricultural crop. Machines for tilling and seeding must be operated at the correct depth. Tilling too deeply results in unnecessary use of power and loss of soil moisture. Tilling not deeply enough permits less effective control of weeds. Improper seeding can result in uneven germination and growth: seeds planted at too shallow a depth may not receive enough moisture to germinate; seeds planted too deeply may germinate but may not have sufficient

Slave tractor showing instrument control box and mounting assembly and drum for the variable-length cable. • Tracteur asservi, avec sa boîte de télécommande, le système d'attelage et le tambour permettant de régler la longueur du câble de liaison.



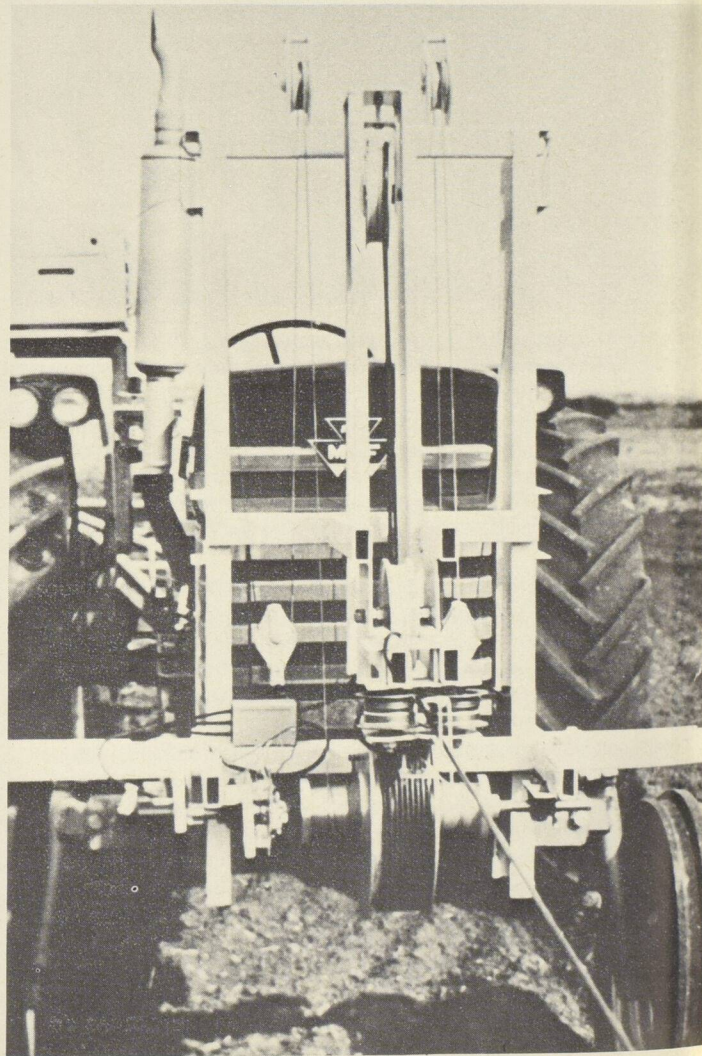
strength to reach the soil surface or may rot in cold moist soil before germination can occur.

A feasibility study, including field testing, on a fluidic system for controlling tillage depth has been completed at the University of Saskatchewan. This simple yet automatic system ensures that seeding and tilling equipment operates at a uniform depth regardless of soil conditions.

The development of various measuring instruments is also an important part of the University's agricultural program. A device for measuring the draft (pull) of a tractor on an attached implement, to determine horsepower requirements, has been developed as well as a meter to indicate continuously the amount of slip of tractor tires. A grain moisture meter within the price range of the average farmer also has been proposed.

Studies also are concerned with operator comfort and safety. The objective of this part of the program is to reduce fatigue caused by noise, vibration, dust, and temperature variations, and to remove hazards caused by inadequate design. In this area, one project is concerned with reducing tractor seat vibration, a frequent cause of back ailments.

Front view of slave tractor with cable extending forward. • Vue de face du tracteur asservi montrant le câble de liaison en extension.



... automation agricole

La vitesse d'alimentation des moissonneuses-batteuses est l'un des plus importants facteurs influençant les pertes de grain qui augmentent exponentiellement avec cette vitesse et qui peuvent souvent excéder 20%. Comme la densité des grains moissonnés varie de place en place, la vitesse de déplacement de la moissonneuse doit être réglée continuellement pour réduire les pertes au minimum. La Division des techniques de commandes a utilisé des capteurs placés sur la barre de coupe de la moissonneuse pour détecter le volume d'andain absorbé. Ces capteurs donnent des signaux permettant de modifier plus rapidement qu'avec les autres méthodes la vitesse de déplacement de la machine.

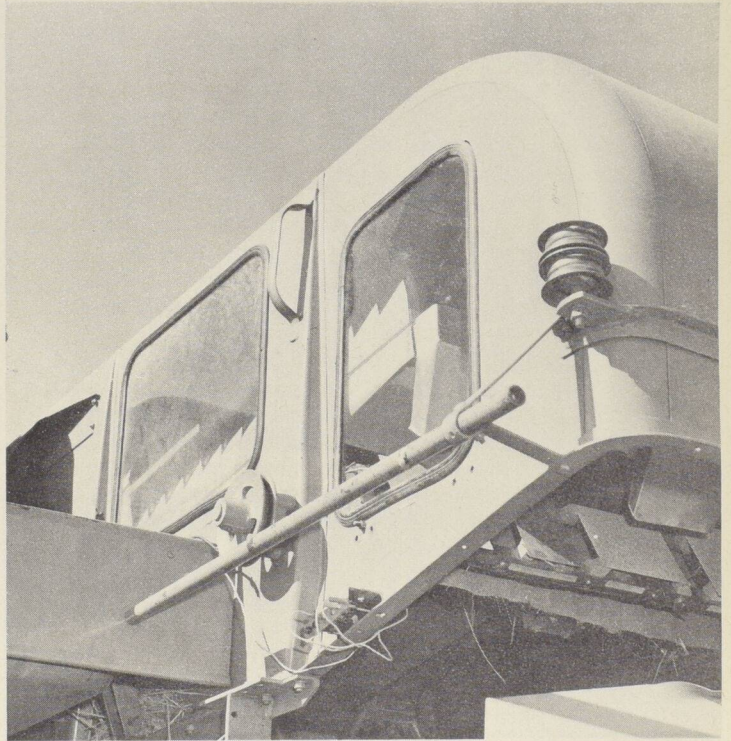
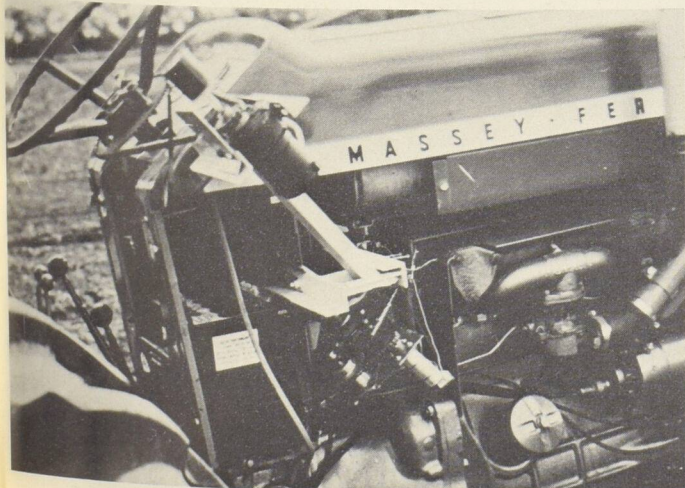
La moisson se fait à l'aide d'une moissonneuse-batteuse ou d'une faucheuse suivie d'une batteuse. Dans les deux cas la hauteur de coupe est déterminée par le conducteur qui doit la régler en fonction de la hauteur des grains, laquelle varie beaucoup, faute de quoi les pertes pourraient être élevées. Les ingénieurs de l'Université de la Saskatchewan ont mis au point un système qui règle automatiquement la hauteur de la barre de coupe en fonction de la hauteur des grains; ce système va bientôt être commercialisé.

Les charrues et les semoirs doivent retourner le sol et semer les grains à des profondeurs appropriées. Un labourage trop profond entraîne une utilisation superflue de puissance et une perte d'humidité du sol alors qu'un labourage trop superficiel ne permet pas de se débarrasser des mauvaises herbes. Un ensencement inadéquat ne permet pas aux semences de germer et de pousser uniformément. Ainsi les semences trop en surface risquent de ne pas avoir assez d'humidité pour germer et celles trop en profondeur peuvent ne pas avoir assez de force pour atteindre la surface et risquent de pourrir dans le sol.

Une étude des possibilités d'application comprenant des essais sur le terrain d'un système fluide pour le contrôle de la profondeur du labourage vient d'être menée à bonne fin à l'Université de la Saskatchewan.

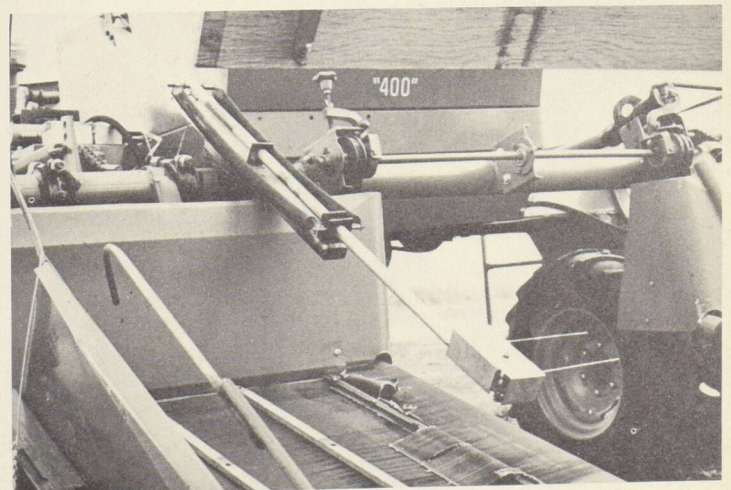
Ce système simple mais automatique garantit que les

Side view of the slave tractor showing the servo motor drive to the steering wheel. A second servo motor (lower center) adjusts the tractor throttle sitting to maintain a given cable length between the tractors. • Vue de profil du tracteur asservi montrant la servocommande de la direction. Un deuxième servomoteur, situé un peu plus bas et au centre, contrôle l'accélérateur de façon que la longueur du câble assurant la liaison entre les deux machines ne varie pas.



The rear of a combine in which windows have been installed so that grain and straw can be observed going over the straw walkers. A proportion of the grain lost through incomplete separation goes down the shoots at the end and strikes the rectangular sensing plates beneath the rear of the straw walkers. Repeated trials have shown what proportion of the total strikes the sensing unit. Grain sensed by the unit is converted into a meter reading by transistorized electronic circuitry. • L'arrière vitré de la cabine de la moissonneuse permet au conducteur de surveiller le mouvement du grain et de la paille sur les secoueurs. Une partie du grain perdu à la suite d'un battage incomplet vient frapper les plaques de détection rectangulaires placées à l'extrémité des secoueurs. Grâce à un circuit électronique transistorisé et après étalonnage ces impacts donnent la quantité de grain perdu.

Swather height-of-cut control system. The slender fingers (in line with wheel) actuate micro switches to raise or lower the cutter bar automatically as the crop height changes. • Système de contrôle de la hauteur de coupe. Les tiges perpendiculaires au plan de la roue actionnent des microcontacts qui régulent automatiquement la hauteur de la barre de coupe.



agricultural automation

Studies have shown that the human body is most susceptible to vibration frequencies in the same range as the predominant frequencies occurring on most tractors. A new hydraulic suspension system developed in the Division acts as a sort of shock absorber to raise or lower the seat automatically so that the tractor's vertical acceleration on the operator is virtually eliminated at all times.

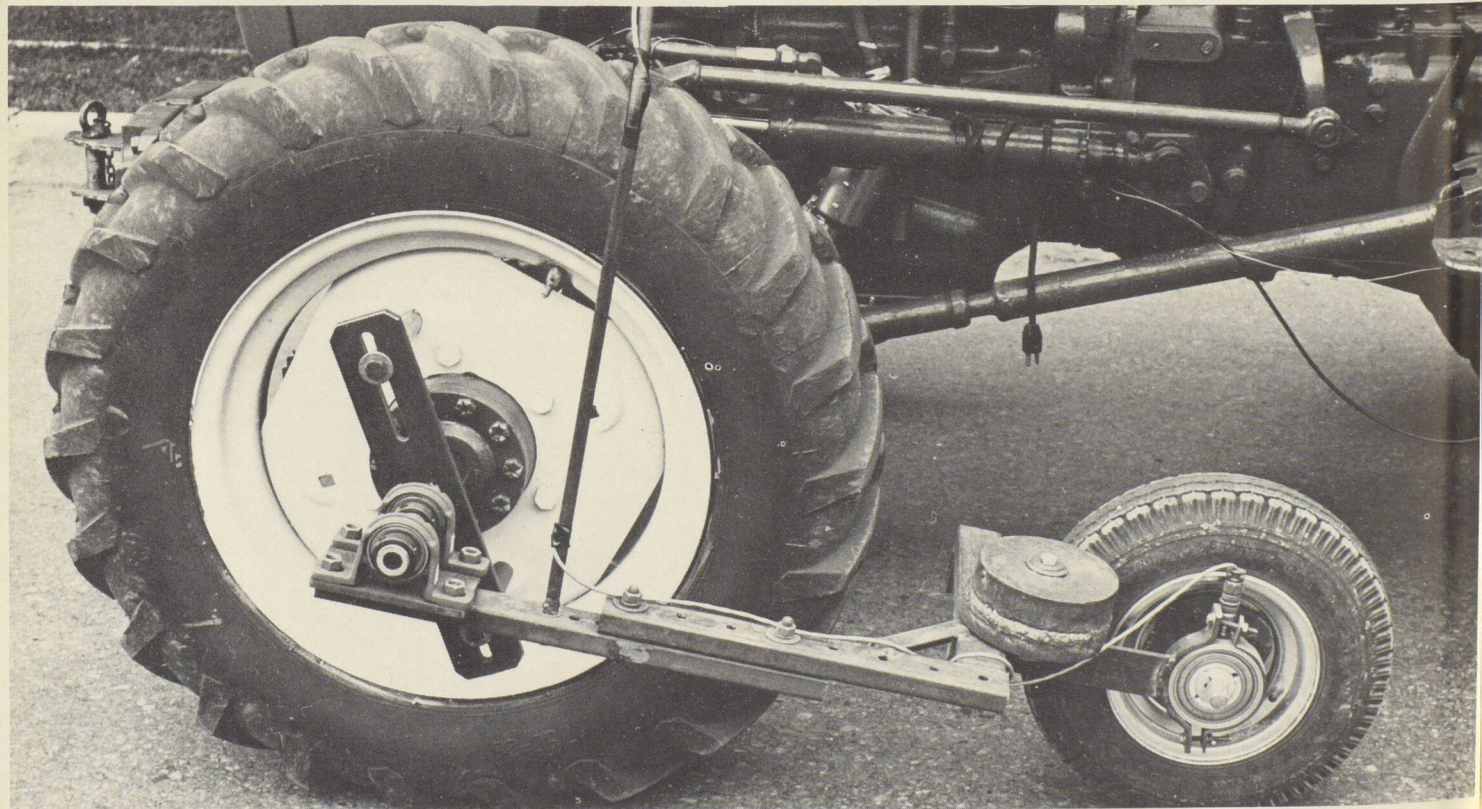
Other typical projects which will be investigated are: automatic control of the load on tractor engines in order to reduce fuel consumption and to increase machine life; automatic control of grain and forage handling, including drying equipment; feedlot automation, and the weighing and mixing of rations and feed handling.

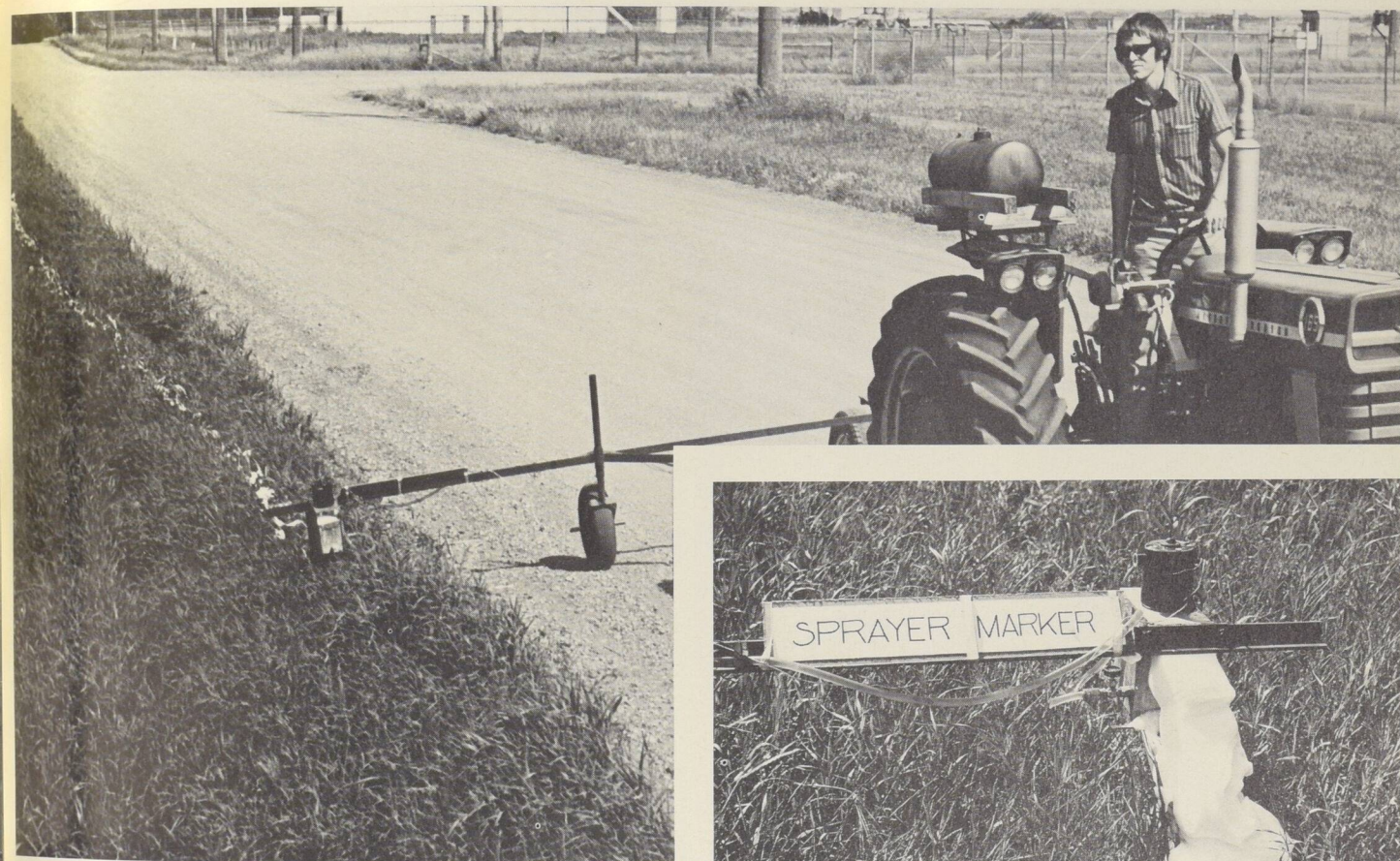
"The NRC Negotiated Development Grant came at an opportune time," says Dr. Wilson. "Our Division had a program in existence and the increased level of funding has allowed us to step up our activity by several fold. We have been most encouraged by the progress which has been made during our first year and by the response we have received from the agricultural industry. We feel we have the competence and facilities to make a significant contribution to Canadian agriculture." □ Earl Maser

Instrument for measuring the slip of the drive wheels of a farm tractor ("Slipmeter") developed by the Division of Control Engineering, University of Saskatchewan. A "fifth wheel" assists in generating signals proportional to the apparent and actual ground speed of the tractor. The per cent of slip is determined electronically and a direct digital readout is displayed to the operator at all times. • Dispositif mis au point par la Division des techniques de commandes de l'Université de la Saskatchewan et permettant de mesurer le glissement des pneus d'un tracteur. Un capteur monté sur une "cinquième roue" émet des signaux correspondant aux vitesses apparentes et réelles du tracteur. Le pourcentage de glissement est déterminé électroniquement et apparaît sous forme numérique sur le tableau de bord.



The operator drives the master tractor (right) while the slave tractor follows behind and to one side, doubling the amount of work done. The tractors, both pulling cultivators, are linked by a cable through which electronic signals automatically control the speed and steering of the slave vehicle. • Le tracteur asservi suit le tracteur de commande (à droite), doublant ainsi le travail accompli. Ces tracteurs, auxquels sont attelés des cultivateurs, sont reliés par un câble permettant de contrôler automatiquement la vitesse et la direction du véhicule grâce à des signaux électroniques.





A sprayer marker developed by the Division of Control Engineering utilizes a mechanical foam generator which provides a visible mark on the crop already sprayed. This enables the operator to minimize overlap and avoid missing areas to be sprayed. • Une traceuse, mise au point par la Division des techniques de commandes, produit une mousse servant à délimiter la partie de la récolte ayant déjà été soumise à une pulvérisation. Ainsi les équipages procédant aux pulvérisations disposent d'un repère leur évitant de repasser deux fois aux mêmes endroits et de faire des manques.

charrues et les semoirs travaillent à une profondeur uniforme quel que soit l'état du terrain.

La mise au point de différents instruments de mesure constitue également une partie importante du programme agricole de l'université. Citons la réalisation d'un dynamomètre mesurant l'effort exercé par un tracteur tirant une machine et permettant ainsi de déterminer la puissance nécessaire, et d'un instrument permettant de connaître continuellement le glissement des pneus du tracteur.

Un hygromètre à grain pouvant être fabriqué à un prix le rendant accessible à l'agriculteur moyen a également été proposé.

L'étude porte également sur le confort et la sécurité des utilisateurs. L'objectif dans ce programme est de réduire la fatigue causée par le bruit, les vibrations, la poussière, les variations de température et d'éliminer les dangers résultant d'une mauvaise conception. Dans cet ordre d'idées, une étude vise à réduire les vibrations du siège du tracteur, vibrations qui sont fréquemment à l'origine de troubles dorsaux. Les études ont montré que le corps humain est très sensible aux fréquences correspondant aux principaux modes vibratoires de la plupart des tracteurs. Une nouvelle suspension hydraulique,



mise au point par la division, joue en quelque sorte le rôle d'amortisseur en élevant ou en abaissant le siège automatiquement pour neutraliser en quasi-totalité l'accélération verticale du tracteur dont peut souffrir le conducteur.

Parmi les autres domaines types qui seront étudiés nous mentionnerons: la commande automatique de mise en charge des moteurs de façon à réduire leur consommation et à augmenter leur endurance, la commande automatique de la manutention des grains et des fourrages y compris du matériel de séchage, l'automatisation de l'alimentation du bétail c'est-à-dire le pesage et le mélange des rations et leur distribution aux animaux.

Nous concluons par les remarques suivantes du Dr. Wilson: "La subvention négociée de développement du CNRC a été mise à notre disposition au moment le plus opportun car nous avons déjà un programme en cours et cet argent nous a permis de développer considérablement nos recherches. Les progrès réalisés au cours de notre première année ont été pour nous d'un grand encouragement comme l'a été la réaction des agriculteurs. Nous pensons que nous avons la compétence et les moyens nécessaires pour faire accomplir un grand pas à l'agriculture canadienne." □

IRAP aid for the 'Hooker'— Frink's new snow plow

Each year more than a billion tons of snow has to be plowed or blown off Canadian streets, roads and highways. And, according to a National Research Council of Canada study on snow clearing, the annual cost of maintaining men and machines for this purpose is in excess of one hundred million dollars.

North America's largest manufacturer of displacement snow plows is a group of subsidiaries of Canadian-owned Combined Engineered Products Ltd. of Toronto. The companies are Eastern Steel Products and Frink of Canada, both of Cambridge (formerly Preston) Ontario, and Frink Sno-Plows Incorporated of Clayton, New York. (Frink's founder, Karl Frink, is credited with inventing the first steel highway snow plow more than 50 years ago).

Despite its preeminence in the snow plow manufacturing field, it was not until 1969 that Frink of Canada established a research laboratory. That year it applied for and was granted an Industrial Research Assistance Program (IRAP) grant from the National Research Council of Canada to study the dynamics of snow removal. To 31 March, 1973, IRAP, whose purpose is to stimulate and promote industrial research in Canadian manufacturing companies, has provided approximately \$126,000 for support of the salaries of the research staff on the project, with all other costs of the project being borne by the company.

The result has been the creation of a three-man research team at Cambridge, headed by David M. Henry, an engineer with a background in stress mechanics brought in from outside the industry in order to provide a fresh look at traditional snow clearance techniques.

First fruit of their company's efforts went on sale early last winter. Dubbed the Frink "Hooker" because of its shape, it is described by its creators as the first scientifically-designed highway snow plow developed for North America. This is not quite the boast it might be, Mr. Henry assures, since research had been virtually nonexistent in an industry which has developed current techniques empirically, producing improvements in systems and equipment developed a generation or more ago.

The Hooker is intended for use as a high speed snow plow, high speed being considered as greater than 20 miles per hour. The benefits resulting from the design increase as speed increases and use at speeds of 40 miles per hour and above is possible. A number of machines have been sold to date and the company is satisfied that this is adequate at this introductory point. In high-speed snow plowing, the two factors which normally limit speed are the ability of the truck-installed power to overcome the snow resistance and the ability of the plow operator to safely control his vehicle.

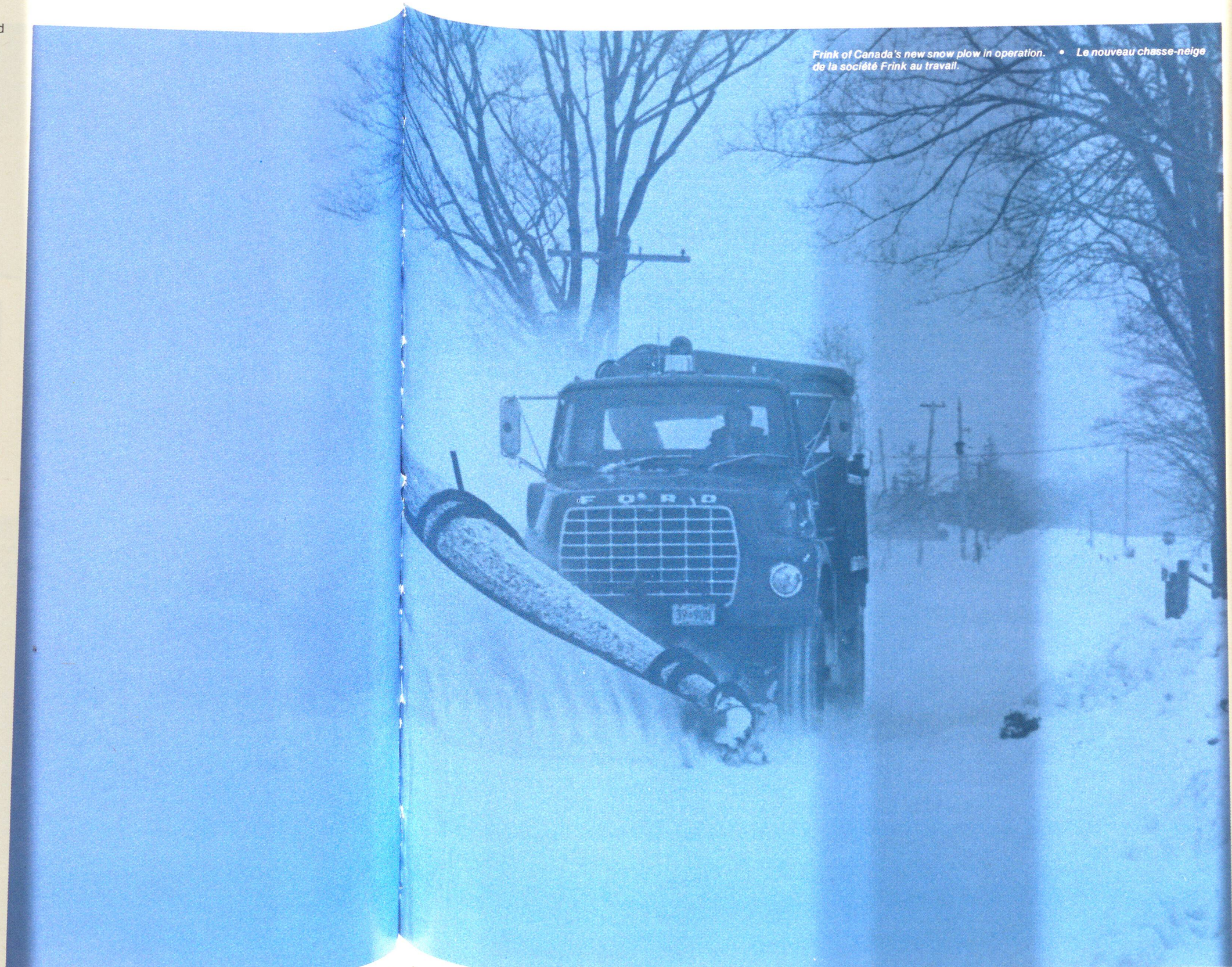
The Hooker's moldboard is contoured so that the snow leaves from the end of the blade and is directed out to the side. This eliminates the problem of visibility found with conventional straight plows where the snow leaves from the top edge of the blade along a flow path passing directly in front of the vehicle.

With visibility improved the plow operator becomes capable of utilizing greater speeds. This created a need for improved performance. Snow flow studies showed that with a snow plow it was possible to attain two optimum conditions: maximum lateral casting distance with respect to speed and minimum power input required to produce the desired cast.

With a conventional blade, the snow leaves the top edge of

PARI aide Frink à construire son nouveau chasse-neige "Hooker"

Frink of Canada's new snow plow in operation. • Le nouveau chasse-neige de la société Frink au travail.



snow plow

the blade at an angle of 40° from the vertical. To obtain optimum power conditions this angle has to be reduced to 20° , and for maximum lateral cast, an angle 10° forward is required.

"To obtain a blade which will operate within this range, it is necessary to hook the discharge end of the blade forward," Mr. Henry explains.

"The difference in blade angle settings between the two optimum conditions can differ by as much as 35 degrees. Our Hooker provides a compromise between the two settings. It results from the company's decision to go with one unit rather than cover the full range of possibilities."

In the development of the Hooker design much use was made of the University of Waterloo's Department of Mechanical Engineering. Frink used facilities within the University's fluids laboratory as well as the aid of three faculty members.

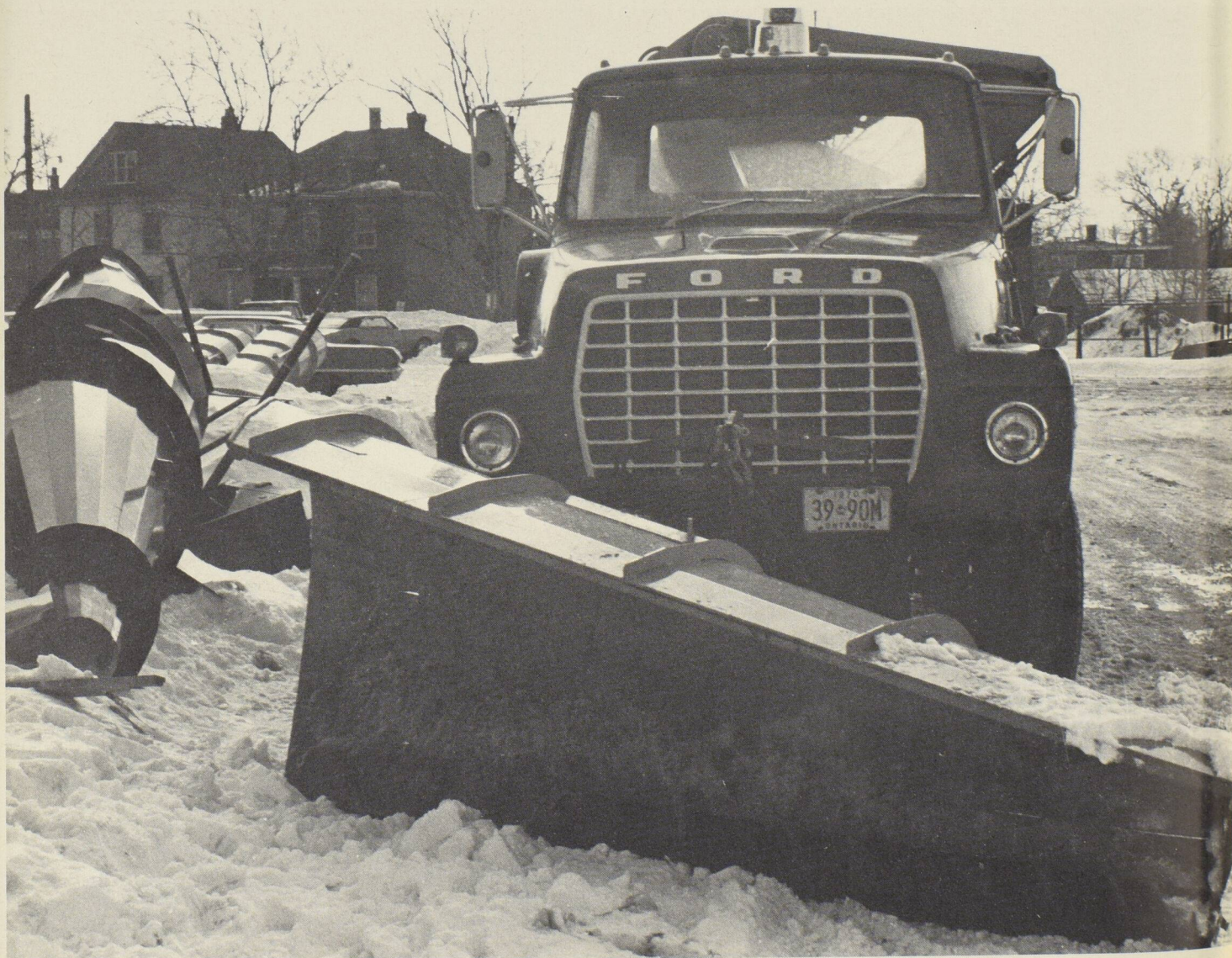
"For us, a first step was to decide on the basic research studies which needed to be done before the manufacturer could tackle his problem," said Dr. G.F. Pearce of the Department.

Aiding in the project were Dr. F.M. Bragg and G.T. Csanady.

The latter's research took the form of theoretical analysis which helped in the understanding of the factors dictating power requirements and lateral cast. The former's main contribution came in analyzing some of the data from full-scale tests.

"We used the University's flow tank within the fluid lab to test plow models at various water speeds. We even built an addition to the flow channel through which movies could be taken to show what happened when the water hit the plow model," Mr. Henry said, adding that water was chosen as a test medium because it was felt that snow acts much like a fluid.

With the Hooker development completed, Mr. Henry, working with another engineer, Jan H. Verseef, and a student from Waterloo University, is continuing the IRAP project with an investigation of snow removal problems concerning two recently-designed prototypes. One is a high-speed plow, exclusively for airport use. It would move at 40 miles per hour and cast snow 80 to 90 feet. The second is a snowloader for mounting on trucks. □ Arthur Mantell



... chasse-neige "Hooker"

Chaque année plus d'un milliard de tonnes de neige doivent être enlevées des routes canadiennes au moyen de chasse-neige ou de souffleuses et, selon une étude du Conseil national de recherches du Canada, le coût annuel en hommes et en machines de ce travail dépasse cent millions de dollars.

Le plus grand fabricant de chasse-neige nord-américain est un groupe de filiales de la société canadienne Combined Engineered Products Ltd., de Toronto. Les compagnies en question sont Eastern Steel Products et Frink of Canada, toutes deux installées à Cambridge (anciennement Preston), dans l'Ontario, et Frink Sno-Plows Incorporated, de Clayton, dans l'État de New-York. Mentionnons en passant que le fondateur de la compagnie Frink, Karl Frink, a inventé le premier chasse-neige en acier il y a plus de cinquante ans.

Bien que cette compagnie ait occupé le tout premier rang dans la fabrication des chasse-neige, Frink of Canada a attendu jusqu'à 1969 pour créer un centre de recherches et c'est ce qui l'a amené, cette année-là, à soumettre au Conseil national de recherches une demande de subvention au titre du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) pour étudier l'enlèvement de la neige sur le plan dynamique. Au 31 mars 1973, le programme PARI, dont l'objet est d'encourager et de stimuler la recherche industrielle dans l'industrie canadienne, avait fourni une contribution d'environ 126 000 dollars sous forme de salaires pour les équipes de chercheurs, la compagnie assumant tous les autres frais.

Il a été ainsi possible de réunir à Cambridge une équipe de trois chercheurs travaillant sous la direction de M. David M. Henry. M. Henry, qui est un ingénieur spécialisé dans l'évolution des contraintes dans les structures, a été intentionnellement choisi hors de l'industrie pour trouver des solutions nouvelles susceptibles de remplacer les techniques traditionnelles d'enlèvement de la neige.

Le premier fruit de ces recherches, appelé le Frink "Hooker", en raison de sa forme, a été lancé sur le marché au début de l'hiver dernier. Ses inventeurs considèrent ce chasse-neige comme étant la première machine scientifiquement étudiée pour les besoins particuliers de l'Amérique du Nord en matière de déneigement. Cette remarque n'est pas aussi exagérée qu'elle pourrait le paraître aux yeux de certains, si l'on sait que la recherche a été virtuellement inexistante dans une industrie qui a mis empiriquement au point les techniques actuelles en améliorant les systèmes et le matériel créés au cours de la génération précédente ou même antérieurement.

Le "hooker" a été étudié pour travailler à des vitesses élevées, c'est-à-dire à des vitesses dépassant 20 miles à l'heure. La conception de la machine est telle que plus la vitesse est grande, plus elle est avantageuse et l'on peut envisager des vitesses dépassant 40 miles à l'heure. On en a déjà vendu un certain nombre et la compagnie considère, qu'au stage du lancement, ce résultat est très bon. Dans le cas du déneigement à grande vitesse, les deux facteurs qui limitent normalement la vitesse de travail sont l'aptitude de la force motrice installée sur le camion à vaincre la résistance de la neige et celle du conducteur à garder le contrôle de son véhicule.

The Hooker's moldboard is contoured so that snow leaves from the end of the blade and is directed out to the side, eliminating the problem of visibility found with conventional straight plows. • Le déversoir du "Hooker" est profilé de sorte que la neige dégagée par la lame biaise est directement rejetée sur le bas côté de la route ce qui résout le problème de visibilité associé aux chasse-neige de type classique.

Le déversoir, ou "aile", du "hooker" est profilé de sorte que la neige dégagée par la lame biaise est directement rejetée sur le bas côté de la route. Cette solution résout le problème de la visibilité qui existe dans le cas des chasse-neige de type traditionnel où la neige suit une trajectoire passant directement devant le conducteur du véhicule.

Grâce à l'amélioration de la visibilité, le machiniste peut travailler à plus grande vitesse et il a donc fallu améliorer les performances. Les études de la trajectoire de la neige lors du déblayage ont montré qu'avec un chasse-neige, il était possible de réunir deux conditions optimales: une distance maximale de jet latéral en fonction de la vitesse et la puissance minimum nécessaire pour obtenir la projection souhaitée.

Avec une lame de type courant, la neige est évacuée du sommet de l'arête sous un angle de 40° à partir de la verticale. Pour obtenir les conditions de puissance optimale, il est nécessaire de ramener cet angle à 20° et pour les projections latérales maximales il faut arriver à un angle de 10° vers l'avant. M. Henry nous donne les renseignements suivants: "Pour réaliser une lame travaillant dans cette gamme, il est nécessaire d'orienter vers l'avant la masse de neige grâce à une certaine courbure du déversoir. La différence de réglage angulaire entre les deux positions optimales peut atteindre 35°. Plutôt que de couvrir toute la gamme des possibilités, notre compagnie a décidé de ne construire qu'un seul modèle et le "hooker" constitue un compromis entre ces deux réglages".

Le Département de génie mécanique de l'Université de Waterloo a largement contribué à l'étude du "hooker" en ce sens que Frink s'est servi des installations du laboratoire de dynamique des fluides de cette université et a bénéficié de la collaboration de trois chercheurs appartenant au corps professoral.

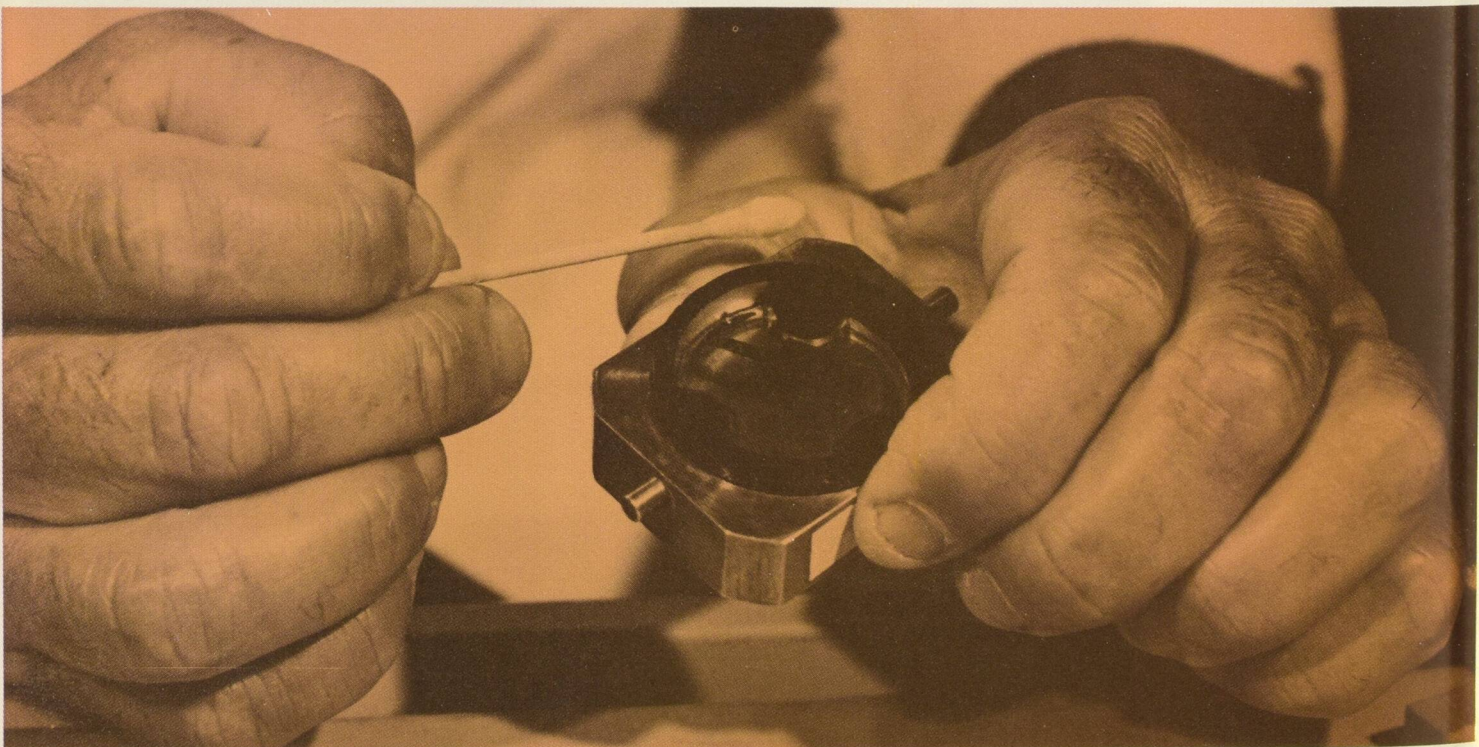
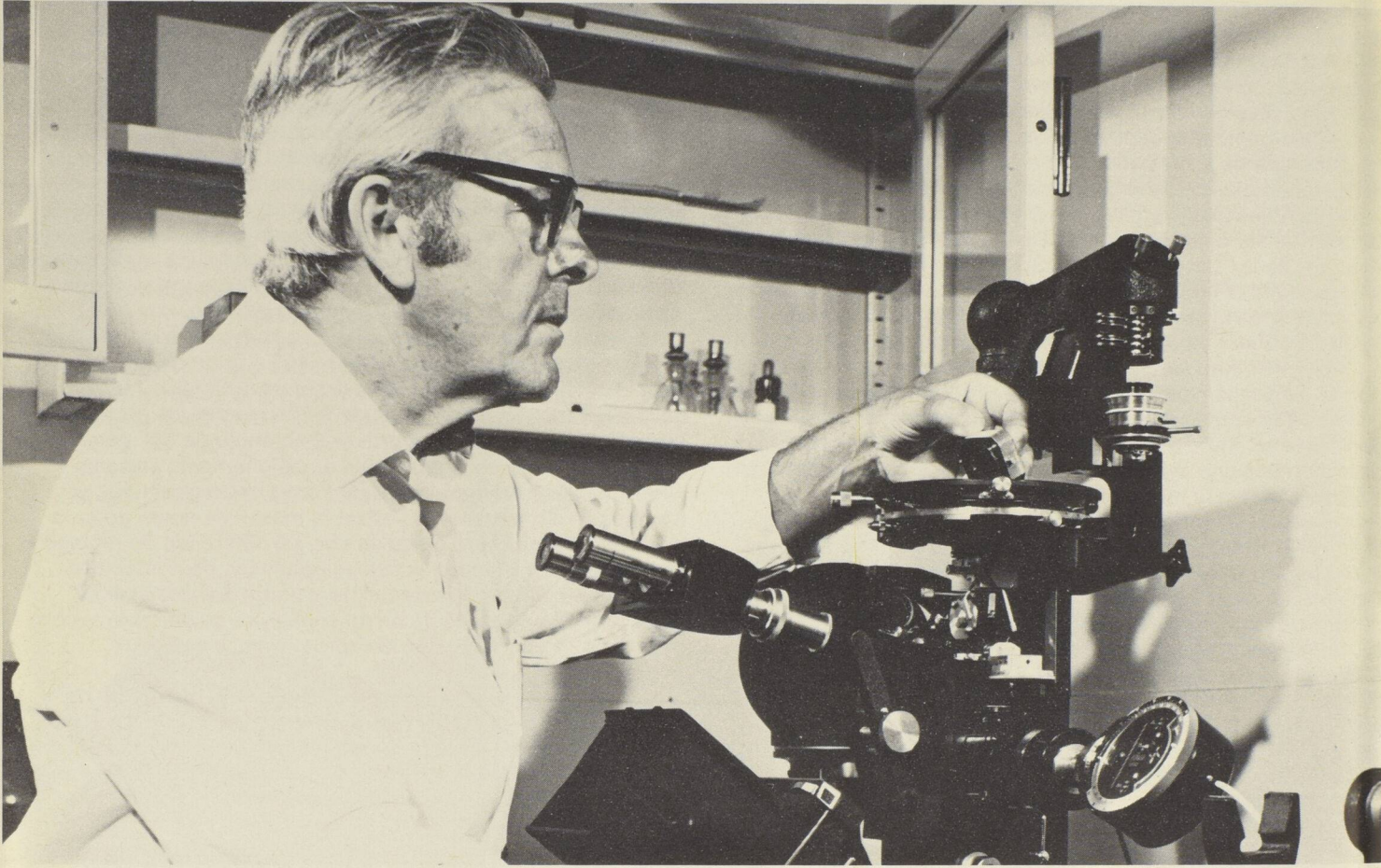
Le Dr G.F. Pearce, de ce département universitaire nous a dit: "Il s'agissait pour nous de déterminer tout d'abord le type de recherche fondamentale qu'il fallait entreprendre avant que le fabricant puisse s'attaquer au problème".

Les deux autres chercheurs ayant participé aux études sont le Dr F.M. Bragg et le Dr G.T. Csanady. Le travail du Dr Csanady portait sur une étude théorique qui a aidé à comprendre les facteurs permettant de déterminer la puissance et la distance de projection transversale. Le Dr F.M. Bragg, quant à lui, a surtout analysé certaines données provenant des essais à l'échelle grandeur.

M. Henry nous a dit: "Nous avons utilisé le bassin des carènes du laboratoire de dynamique des fluides de l'université pour essayer les maquettes du chasse-neige à différentes vitesses car nous avons pensé que la neige se comporte comme un fluide. Nous avons même construit un dispositif grâce auquel nous avons pu filmer ce qui se produit lorsque l'eau entre en contact avec la lame et le déversoir de la maquette de chasse-neige".

Le "hooker" étant maintenant au point, M. Henry continue dans le cadre du programme PARI à travailler en collaboration avec un autre ingénieur, M. Jan H. Verseef et un étudiant de l'Université de Waterloo, sur la mise au point de deux prototypes sortis tout récemment du bureau d'études. L'une de ces machines est un chasse-neige très puissant destiné aux aéroports et pouvant se déplacer à 40 miles à l'heure en projetant la neige à des distances allant de 80 à 90 pieds. La deuxième machine servant à charger la neige doit être montée sur des camions. □

Quarter century of research—
Corrosion, bane of the metal world



Vingt-cinq ans de recherches sur la corrosion

Chaque année, la corrosion des métaux coûte au Canada environ 750 millions de dollars, au Royaume-Uni un milliard et demi de dollars et aux États-Unis plusieurs milliards de dollars.

Les recherches faites à la Division de chimie du Conseil national de recherches du Canada ont beaucoup contribué à acquérir une meilleure compréhension de la corrosion, de ses causes et de la manière dont elle se développe et peut être arrêtée.

La corrosion a été définie comme étant l'attaque chimique ou électrochimique d'un métal par des agents se trouvant dans son environnement. Le métal est alors transformé en un composé métallique. Tous les métaux exposés aux éléments ont, semble-t-il, une certaine tendance naturelle à retourner à leur état natif. Lorsqu'un métal se corrode ses qualités mécaniques essentielles comme sa résistance, son élasticité et sa ductilité sont perdues car les composés résultant de la corrosion n'ont pas les propriétés mécaniques du métal.

Pour une compagnie, la corrosion signifie une perte financière immédiate qui apparaît, par exemple, sous la forme de ruptures soudaines de tuyauteries, de réservoirs, de composantes métalliques, de coques de bateaux et de structures marines. Pour chacun de nous, la corrosion signifie aussi une perte de temps et d'argent car elle s'attaque aux réservoirs d'eau chaude, aux pots d'échappement des voitures et aux toitures. Sur le plan national, elle signifie une diminution des ressources en métal, en main-d'œuvre et en énergie puisqu'il faut remplacer les structures corrodées.

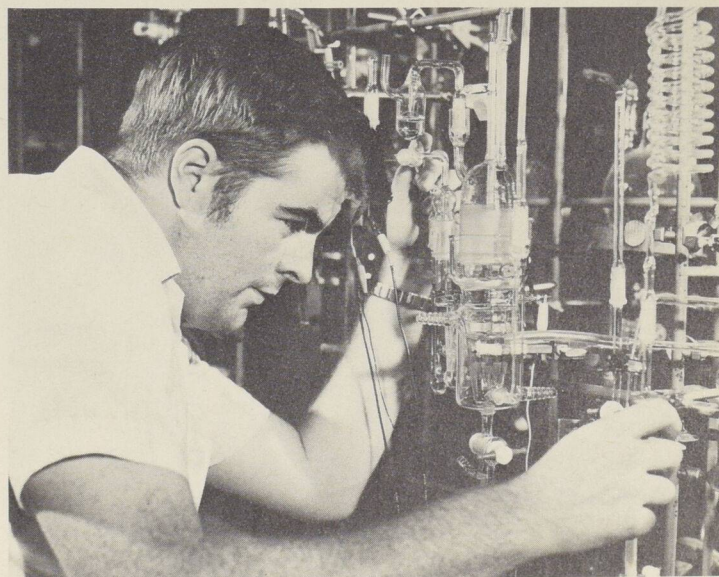
Le prix de revient de la corrosion est encore plus grand qu'il n'apparaît à première vue. Prenons, par exemple, le cas d'une tuyauterie corrodée dans une raffinerie de pétrole; son remplacement ne s'élève guère qu'à quelques centaines de dollars mais, s'il faut arrêter le raffinage durant la réparation, la perte horaire peut dépasser mille dollars.

La corrosion peut aussi diminuer le rendement, car les canalisations partiellement bouchées par la rouille imposent une énergie de pompage plus grande. Ainsi, aux États-Unis, on estime que cette conséquence de la corrosion revient annuellement à 60 millions de dollars. La corrosion peut aussi amener la destruction d'un produit nécessaire à une machine et c'est le cas de l'antigel dans les radiateurs corrodés des automobiles. Elle peut aussi altérer des colorants dès que des traces de certains métaux ou composés métalliques y apparaissent. De même l'eau douce passant dans des tuyaux de plomb corrodés peut devenir impropre à la consommation. La corrosion peut affaiblir les structures d'aéronefs et de véhicules routiers au point qu'il se produit des ruptures soudaines, comme les enquêtes techniques sur les causes de quelques accidents très graves l'ont montré.

Au Conseil national de recherches du Canada, la corrosion est étudiée par la section de corrosion et d'oxydation des métaux de la Division de chimie. Toutes les études faites depuis que le Dr Morris Cohen a été nommé chef de cette section, il y a quelque vingt-cinq ans, ont porté sur les réactions à la base de la corrosion et sur la formation et la rupture des couches minces d'oxyde protecteur. Les résultats obtenus sont tels que la section s'est acquise une réputation internationale.

Mr. P.E. Beaubien conducting microstructural study of an oxidized cobalt specimen. • M. P.E. Beaubien étudie la microstructure d'un échantillon de cobalt oxydé.

Les ingénieurs chimistes et les chimistes savent depuis longtemps que l'addition de phosphates et de chromates arrête la corrosion du fer en contact avec des eaux saumâtres. C'est ce qu'ils appellent la passivité, c'est-à-dire un état où le fer demeure "passif" et ne disparaît plus en raison de la protection offerte par la couche d'oxyde formée à sa surface. Le laboratoire du Dr Cohen a été le premier à démontrer que ce comportement des phosphates n'est possible qu'en présence d'oxygène. On a aussi trouvé que des inhibiteurs comme les borates, les benzoates et les silicates ont besoin d'oxygène et que d'autres inhibiteurs comme les chromates, les nitrites et les molybdates sont encore plus efficaces en présence d'oxygène. Ces travaux, commencés un peu après 1950, ont fait l'objet de rapports considérés comme des ouvrages de références.



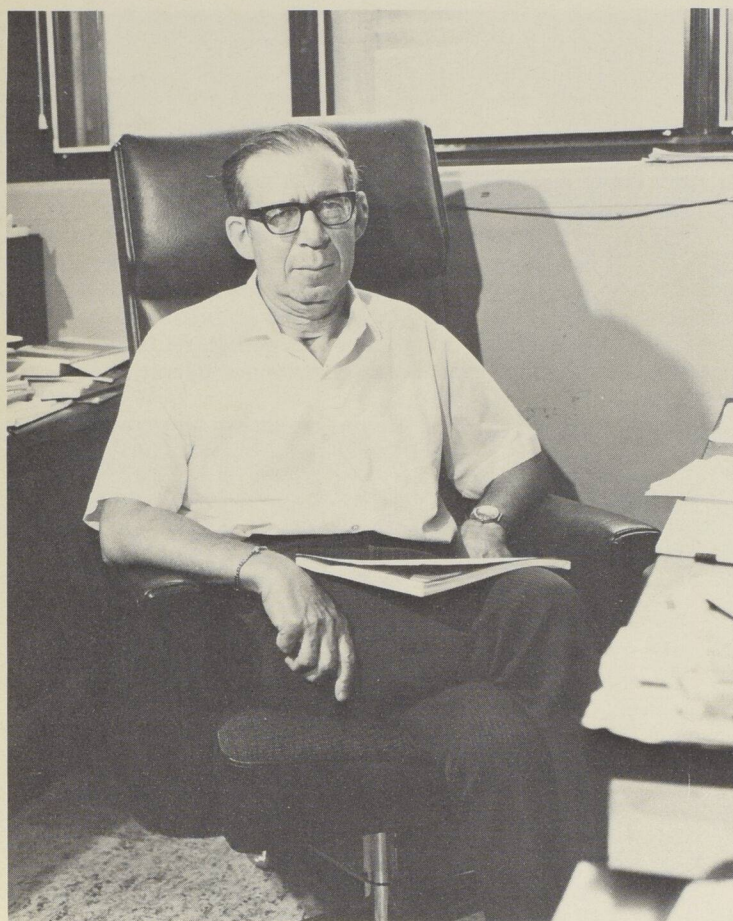
Dr. B.R. MacDougall investigating electrochemical oxidation of nickel. • Le Dr B.R. MacDougall étudie l'oxydation électrochimique du nickel.

La conclusion selon laquelle tous les inhibiteurs sont plus efficaces en présence d'oxygène a conduit à de nombreuses applications, notamment dans le cas des nitrites, pour protéger les pipe-lines et les réservoirs de pétrole. En effet, l'eau mélangée au pétrole s'en sépare, entre en contact avec les parois et commence à les corroder. Les travaux du CNRC ont contribué à l'utilisation des nitrites pour arrêter cette corrosion.

Les premières expériences ont montré que la couche d'oxyde protecteur est la même, que l'inhibiteur soit utilisé avec ou sans oxygène. Il s'agit d'un oxyde de fer magnétique (γ - Fe₂O₃) se formant aux basses températures ou de l'oxyde à forme cubique centrée (α - Fe₂O₃) se formant habituellement aux températures élevées seulement.

Les expériences suivantes ont permis aux chercheurs du CNRC de démontrer qu'une couche d'oxyde identique pourrait être obtenue électrochimiquement ou en réduisant à l'hydrogène les impuretés à la surface du métal après quoi une simple exposition à l'air, à la température ambiante, serait suffisante.

Le Dr Cohen nous a dit: "C'est grâce à ces couches d'oxydes que les métaux jouent un rôle si important dans le



Head of the Metallic Corrosion and Oxidation Section and previous winner of the Willis Rodney Award of the National Association of Corrosion Engineers, Dr. Morris Cohen has just been selected to receive the first Outstanding Achievement Award of the Electrochemical Society's Corrosion Division. This newly-established award recognizes "excellence in corrosion research and outstanding technical contributions to the field of corrosion science." • *Le Dr Morris Cohen, chef de la section de corrosion et d'oxydation et ayant reçu la "Willis Rodney Award" de l'Association nationale des ingénieurs spécialisés dans la corrosion, vient de se voir attribuer la première "Outstanding Achievement Award" de la division de la corrosion de la Société électrochimique pour "ses travaux excellents de recherche et pour ses contributions techniques remarquables sur la corrosion".*

Metallic corrosion costs Canada in the vicinity of three-quarters of a billion dollars every year. In the United States, losses from corrosion reach several billion dollars each year, and in the United Kingdom an estimated one-and-a-half billion dollars annually.

Research conducted in the Division of Chemistry of the National Research Council of Canada has provided engineers and scientists the world over with a better grasp of the corrosion process, how it is caused, how it proceeds, and how it can be stopped.

Corrosion has been defined as the destructive attack of a metal by chemical or electrochemical reaction with its environment. Corrosion converts a metal to a metallic compound. All metals, it seems, when exposed to the elements, have a certain inherent tendency to revert to one of the forms in which they were originally found in the earth. When a metal corrodes to a metallic compound, its essential metallic

qualities are lost resulting in significant decreases in strength, elasticity or ductility. Ultimately, substances extremely poor in these properties are produced by the corrosion process.

Corrosion means direct financial setback to a company — important material losses may result from the wasting away or sudden failure of piping, tanks, metal components, ships' hulls, marine structures. It means time and money to the individual consumer when hot water tanks, mufflers and roofing are involved. To the country as a whole, it means a drain on resources of metals, on the labor force and on the supply of available energy, decreased by the amount accompanying the production and fabrication of new metal structures to replace corroded ones.

Indirectly, corrosion has a high "nuisance value". For example, a corroded tube in an oil refinery may cost a few hundred dollars to replace, but the resulting shutdown of the whole unit can easily run to more than a thousand dollars an hour in production losses.

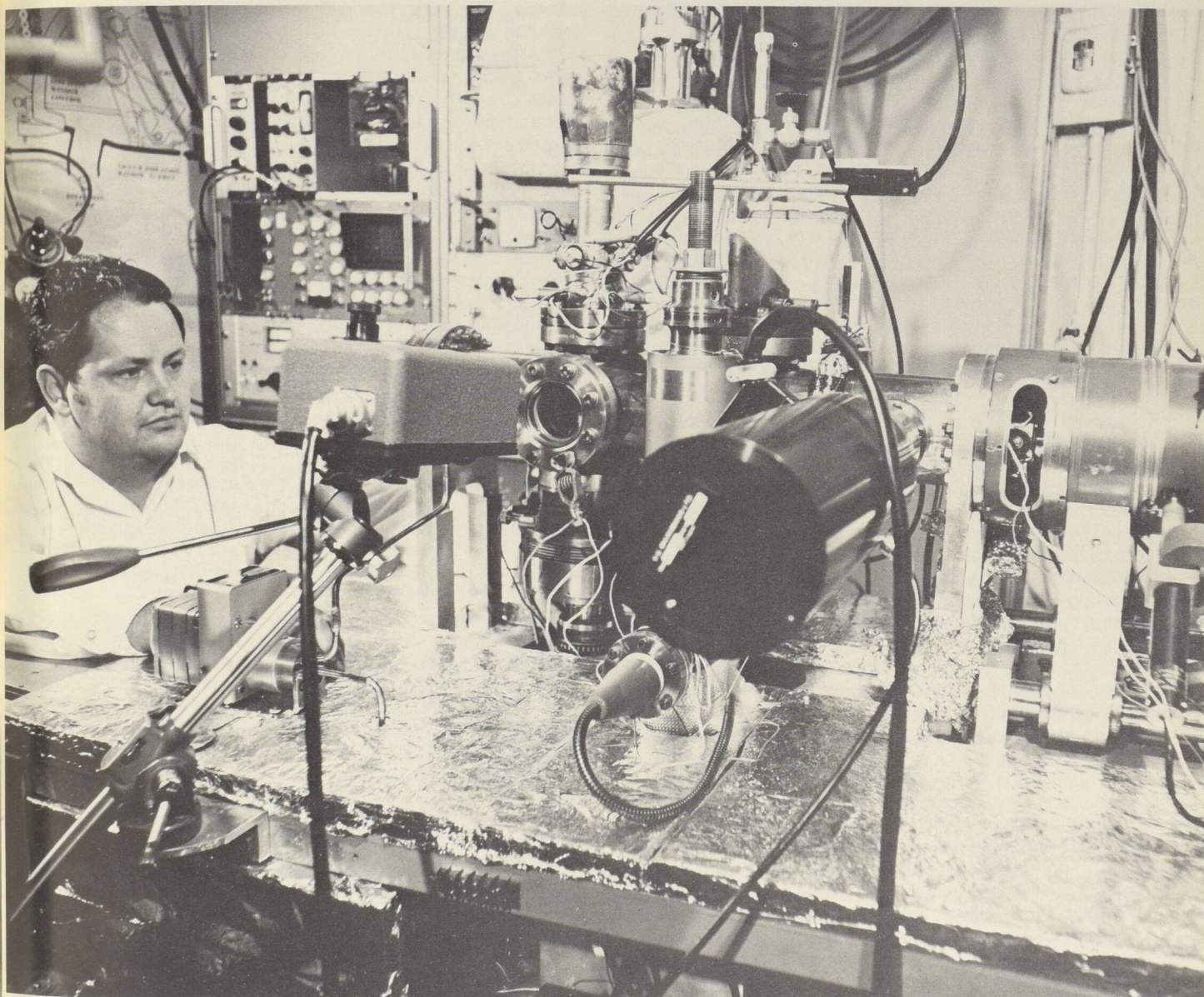
Corrosion can cause serious losses in efficiency. For example, pipes clogged with rust require increased pumping capacity — in the United States this is estimated to cost an extra 60 million dollars a year. Corrosion can result in loss of a product — a common example being antifreeze from a corroded automobile radiator. Contamination of a product can also occur through corrosion: dye colors are altered by small traces of metals; soft water which passes through corroded lead pipes is not safe to drink. Corrosion may also weaken aircraft and automotive structures to the point of causing sudden failures as proved by the technical investigations following a few disasters.

At the National Research Council of Canada, the study of corrosion is the specialty of the Metallic Corrosion and Oxidation Section of the Division of Chemistry. All investigations since Dr. Morris Cohen was appointed to head this section some 25 years ago have involved the fundamental reaction in corrosion, the formation and breakdown of protective oxide films. In particular, the NRC group has investigated the methods of formation of thin films and determined their properties. On its successes in these areas the Laboratory's international reputation has been built.

Chemists and chemical engineers have long been aware that addition of phosphates and chromates will arrest the corrosion of iron in brackish water. They call it passivity — the iron goes "passive" and ceases to dissolve because of the oxide film formed on its surface. Dr. Cohen's laboratory was the first to demonstrate that phosphates act in this way only when oxygen is present. Another finding was that other inhibitors such as borates, benzoates and silicates also need oxygen, and even those inhibitors which can function without oxygen (chromates, nitrites and molybdates are examples of this type) prove to be still more effective in the presence of oxygen. This work, begun in the early 1950's, has culminated in the publication of several reports which have become standard references in the field.

The basic conclusion, that all inhibitors act more effectively in the presence of oxygen, has since found many practical applications. The work on nitrites was applied to corrosion problems involving oil pipelines and the storage of oil. Water in the oil will separate from it, come into contact with the walls of the storage vessel or pipeline, and initiate the corrosion process. The NRC researchers shared in the successful application of nitrites for arresting this corrosion.

These early experiments showed that whether the inhibitor



Dr. Don Mitchell operating the apparatus based on electron diffraction and X-ray emission. • Le Dr Don Mitchell se sert de l'appareil de diffraction des électrons et des rayons X.

monde moderne. Presque tous les métaux sont inflammables s'ils sont en poudre ou portés à des températures assez élevées et c'est pourquoi certains bateaux à coque et à structure métallique ont été la proie des flammes. Toutefois, la couche mince d'oxyde, en les protégeant contre la corrosion, réduit aussi ce risque. Seul l'or échappe à une corrosion massive car la couche d'oxyde qui peut le recouvrir n'atteint que quelques atomes "d'épaisseur".

Depuis les premières expériences, les travaux du CNRC ont été étendus à de nombreux domaines dont la formation des couches d'oxydes métalliques aux températures élevées. Ces travaux ont été commencés en 1947, sous la direction du Dr Cohen qui s'est d'abord intéressé à la formation, aux

températures élevées, d'oxydes de nickel, de fer et de chrome, c'est-à-dire à des éléments entrant dans la composition des aciers inoxydables et de leurs alliages. Dans ces études on a mis l'accent sur les aspects chimiques et métallurgiques grâce à l'utilisation de techniques visuelles et électro-optiques et à des études de la cinétique. Le but était de définir les structures cristallines de ces oxydes et de déterminer quelles étaient les réactions impliquées. Les données obtenues ont ensuite permis d'expliquer l'influence des oxydes dans le cadre du comportement général des métaux en milieu oxydant.

Ces recherches ont fait ressortir plusieurs facteurs influençant beaucoup l'oxydation. Ainsi, il a été démontré que la préparation initiale de la surface a un effet marquant sur l'oxydation ultérieure. L'adhérence de couches minces d'oxydes et, de ce fait, l'efficacité de ces oxydes comme inhibiteur, dépend directement de l'écrouissage par déformation du métal et des impuretés se trouvant à la

worked with or without oxygen, the protective oxide film which formed was the same. It was a magnetic iron oxide (γ - Fe₂O₃) formed at low temperatures, in contrast to a closely-related oxide (α - Fe₂O₃), usually found only at high temperatures.

In subsequent allied experiments, NRC investigators demonstrated that an identical oxide film could be obtained electrochemically and also by reducing the impurities on the metal surface with hydrogen and then simply exposing the "cleansed" iron to the air at room temperature.

"Our metal world runs on this film of oxide," says Dr. Cohen. "Almost all metals are potentially flammable and if divided finely enough or brought to high enough temperatures will burst into flame and burn. Some ships have been turned into fiery infernos because of it. But the thin oxide film which protects against corrosion is what prevents such a phenomenon from happening. Formed in initial exposure of the metal to air, this film protects the metal from the environment. Only gold is stable without its oxide film, although gold too forms a very thin oxide layer, just a few atoms thick."

From these early experiments, NRC's work in the field of corrosion research has been considerably broadened in scope. The formation of metal oxide films at high temperatures has been one of the specialty areas. This work was actually begun in 1947 under Dr. Cohen whose particular interest initially was the formation at elevated temperatures of oxides of nickel, iron and chromium (the basic elements of the stainless steels) and their alloys. Here the emphasis is on both chemistry and metallurgy, supported by visual and electro-optical techniques and kinetics studies. The aim is to characterize the form and crystal structure of these oxides and to determine the reactions involved. This information is then related to elucidating the effect of such oxides on general oxidation behavior.

The research brought several important aspects of oxidation behavior to light. It demonstrated that the initial preparation of the surface has a marked effect on subsequent oxidation behavior. The adherence of the thin oxide film and hence its effectiveness as an inhibitor against further oxidation and resultant corrosion depends directly on the initial cold-working (deformation) of the metal and on the impurities in the surface. The studies also showed that if one of the metal components in an alloy is oxidized easily this sometimes leads to an increase in the overall rate of oxidation (as is the case when manganese is added to a chromium-iron alloy) and sometimes to a decrease in rate of oxidation (such as occurs with the addition of aluminum or chromium to an alloy).

This area of research is of critical importance. The efficiency of atomic energy and steam energy plants increases with elevated temperature — but so does corrosion. Break-downs in nuclear reactors and steam generators most frequently result from problems with materials. This means corrosion problems, specifically high-temperature corrosion problems.

Many techniques developed in the NRC Laboratory have proved of great value to industry and have gained wide acceptance. The NRC methods have enabled researchers to investigate the rates of formation and the physics and chemistry of films less than 40 billionths of an inch thick in atmospheres where both the temperatures and concentrations of reacting gases are closely controlled.

An important aspect of current research in this Section is directed at refining and exploiting an analytical technique for structural and chemical information about thin films on metal

crystals. This technique, which is proving to be increasingly useful to industry, combines high-energy electron diffraction with X-ray analysis procedures. It involves a focussed electron beam which strikes the specimen at a low angle and is diffracted from the surface layers of the crystal. The resulting electron diffraction patterns which appear on a fluorescent screen are affected by both the size and crystalline structure of the surface. But in addition to providing structural information through diffraction, electrons from the same beam furnish chemical information by the excitation of X-rays which are characteristic "fingerprints" of the chemical elements in the surface. The X-ray spectra serve to identify the elements present and the intensity of the X-ray emission indicates how plentiful these elements are at the crystal surface. The spectra are sensitive to the bonding of the atoms in the surface and studies have been initiated to use this sensitivity to gain a better understanding of the chemical bonding in the oxides. The NRC scientists are also investigating this chemical bonding in some of the oxides by means of a resonance technique (Mossbauer effect).

The Metallic Corrosion and Oxidation Section has solved corrosion problems involving hot water tanks and metals on experimental exposure sites for the benefit of NRC's Division of Building Research. As well, the Section has developed special techniques for preparing surfaces of metal staples to be used in suturing. This work was done for NRC's Division of Mechanical Engineering.

But a significant portion of the work of this Section involves helping industrial firms, giving advice on request, and at times undertaking laboratory studies on a very broad range of corrosion and corrosion-related problems encountered in manufacturing processes: corrosion in sulphur melters for paper mills, the staining of aluminum cast or machine parts in storage (which provides points for the initiation of stress corrosion), corrosion failure in aircraft parts and sections, corrosion in brass, problems with antifreeze and radiator corrosion, electro-optical examination of thin-films on metals for metal fabricators, problems in electropolishing metal surfaces of interest to a pharmaceutical firm — these and many more have been tackled and solved by the Section.

"We are one of the very few general corrosion labs in Canada, although there are other more specialized labs," says Dr. Cohen. "Our increased understanding of basic corrosion processes provides a solid foundation for the basic problem is understanding corrosion. Almost everything we have done in terms of gaining a better basic understanding eventually has become useful to somebody, often in quite a different area. Our research into the electrochemical behavior of magnesium, used for protecting ships and pipelines against corrosion, has attracted more attention from battery manufacturers than from corrosion engineers. Our techniques for studying thin films is receiving considerable attention from the thin-film electronics industry." □ Earl Maser

View of the first high-temperature apparatus used by the Section. • Le premier appareil, de la section, pour températures élevées.

... la corrosion

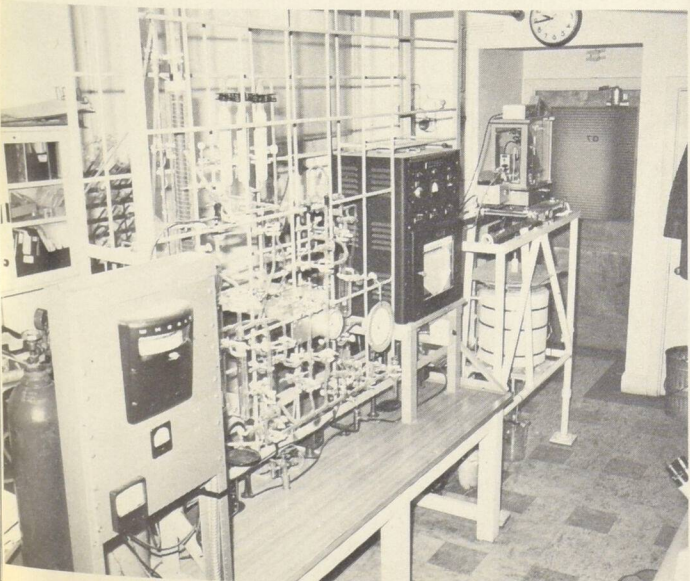
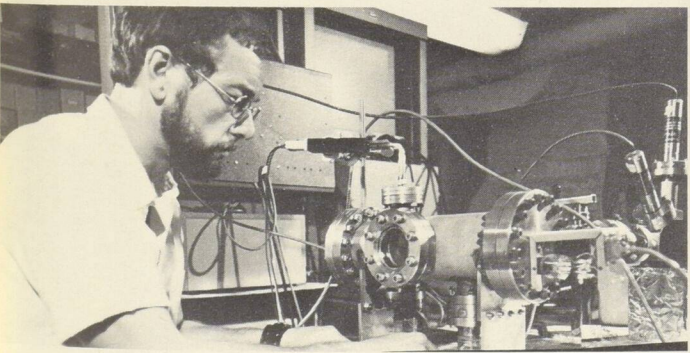
surface. Les études ont également montré que si certains métaux entrant dans un alliage sont facilement oxydés, la vitesse globale d'oxydation s'en trouve parfois augmentée comme c'est le cas lorsque l'on ajoute du manganèse aux alliages de fer et de chrome. Par contre cette vitesse est diminuée si l'on ajoute de l'aluminium ou du chrome.

Ces recherches sont particulièrement importantes car, dans le domaine des centrales atomiques et thermiques, la corrosion augmente, comme le rendement, avec la température de fonctionnement et c'est pourquoi les pannes de réacteurs nucléaires ou de chaudières sont souvent liées à la corrosion aux hautes températures.

Bien des techniques, mises au point dans des laboratoires du CNRC, ont été largement adoptées dans l'industrie. Les méthodes du CNRC ont permis aux chercheurs d'étudier les vitesses de formation des couches protectrices et les mécanismes sur les plans physique et chimique dans le cas d'épaisseurs inférieures à 40 milliardièmes de pouce et dans des atmosphères où les températures et les concentrations en gaz réactifs sont sévèrement contrôlées.

Un aspect important des recherches actuelles de cette section concerne une technique permettant d'étudier la structure et les aspects chimiques des couches minces sur les cristaux métalliques. Cette technique, qui s'est révélée de plus

Dr. Rex Hussey using ultrahigh vacuum microbalance in corrosion studies. •
Pour étudier la corrosion, le Dr Rex Hussey utilise la microbalance à ultra-vide.



en plus utile dans l'industrie, fait appel à la diffraction électronique à haute énergie et aux analyses aux rayons X. Il s'agit de diriger un faisceau d'électrons sur un échantillon sous un angle faible pour que le faisceau soit diffracté par les couches superficielles du cristal. La diffraction électronique donne une configuration qui apparaît sur un écran fluorescent et qui est affectée par la dimension et la structure cristalline de la surface. Mais, en plus de fournir des renseignements structuraux par l'intermédiaire de la diffraction, les électrons du même faisceau donnent également, en raison de l'excitation des rayons X, des renseignements sur les aspects chimiques qui sont, somme toute, les "empreintes digitales" des éléments superficiels. Les diagrammes obtenus avec les rayons X servent à identifier les éléments présents et l'intensité de l'émission donne une idée de la quantité des éléments superficiels. Les diagrammes sont sensibles aux liaisons entre les atomes superficiels et des études ont été lancées pour utiliser cette sensibilité en vue de mieux comprendre les liaisons chimiques dans les oxydes. Les chercheurs du CNRC ont également étudié les liaisons chimiques de certains oxydes au moyen d'une technique de résonance appelée "effet Mossbauer."

La section de corrosion et d'oxydation des métaux a résolu des problèmes de corrosion de réservoirs d'eau chaude et elle a fait des essais de corrosion sur des sites expérimentaux d'exposition aux éléments pour le compte de la Division des recherches en bâtiment du CNRC. Elle a aussi mis au point pour la Division de génie mécanique du CNRC des techniques spéciales de préparation des surfaces d'agrafes métalliques servant à faire des sutures.

Une grande partie des travaux de cette section est consacrée à l'aide industrielle sous forme de conseils sur demande et, de temps à autre, sous forme d'études faites en laboratoire au sujet de nombreux cas où la corrosion gêne les fabrications. Au sujet de cette aide en faveur de l'industrie nous citons notamment: la corrosion des fours à soufre dans les usines de papier, les taches qui se produisent sur l'aluminium coulé ou les composantes de machines stockées et qui constituent des amorces de corrosion sous contraintes, la rupture par corrosion de composantes d'avions, la corrosion du laiton, les problèmes de l'antigel et de la corrosion des radiateurs, les examens électro-optiques des couches minces sur métaux pour les fabricants de composantes métalliques et les problèmes de polissage électrique de surfaces métalliques intéressant l'industrie pharmaceutique.

Le Dr Cohen nous a dit: "Nous sommes, au Canada, l'un des rares laboratoires travaillant sur la corrosion en général mais il existe certains laboratoires plus spécialisés. Comme nous en savons beaucoup plus qu'autrefois sur les mécanismes fondamentaux de la corrosion, nous disposons des moyens nécessaires pour nous attaquer aux problèmes de corrosion rencontrés couramment. Notre souci est de bien comprendre les mécanismes intimes de la corrosion. Presque tout ce que nous avons fait, en matière de connaissances fondamentales, est devenu utile par la suite et souvent dans des domaines très différents. Nos recherches sur le comportement électrochimique du magnésium servant à protéger les bateaux et les pipe-lines contre la corrosion ont intéressé encore plus les fabricants de piles et d'accumulateurs que les ingénieurs spécialistes de la corrosion. Nos techniques utilisées pour étudier les couches minces intéressent beaucoup l'industrie électronique." □

NRC's ruler into the head— Digiecho

A medical device which some day may serve the neurosurgeon in much the same manner that the stethoscope aids today's general practitioner is to be manufactured by a Montreal electronics firm.

Canadian Patents and Development Limited (CPDL) and Radionics Ltd. have reached agreement whereby Radionics will receive a licence to manufacture and distribute a compact, portable echoencephalograph developed at the National Research Council of Canada by Arthur Hudson and Brian Trollope. The unit calculates the off-center displacement of certain brain structures.

The instrument has been christened the Digiecho because it beams pulses of ultrasound into the midline region of the head, measures the distance travelled by the strongest echo, records this distance and displays it in digital form.

Mr. Hudson, an engineer with NRC's Radio and Electrical Engineering Division, likens the device to an imaginary ruler which reaches into the head to determine whether there have been lateral shifts of certain structures which normally lie in the medial plane of the brain.

Such shifts can be caused by a wide range of pathological conditions, notably hydrocephalus, internal bleeding perhaps following injury and certain types of brain tumor.

In an emergency situation such as occurs with internal head injuries, pressure from bleeding may be moving brain structures on a minute-by-minute basis. It becomes imperative to detect this condition if life is to be saved through emergency techniques such as the drilling of burr holes into the skull. Under these circumstances the NRC instrument will provide a quick reading, which could, for example, be made by an ambulance attendant.

In a hospital, a more careful series of readings would normally be appropriate. Here the first step is to measure the patient's head with a set of special calipers. This establishes a centrally located measurement ("gated") region. Then a transducer is placed against the temple at a preselected location and pulsed ultrasound is transmitted at a frequency of two megahertz. These pulses propagate at approximately the speed of sound through water. Each is a little more than a millimetre in length. Whenever the pulse encounters an impedance change, such as when passing from living tissue into bone, a small percentage is reflected. The transducer picks up echoes within the gated region and displays the distance which the largest echo has travelled in digital form. (Conventional instruments using a cathode ray tube show a multiplicity of echoes from which the operator must choose the most significant).

Several readings are taken from each side of the head. If there is a consistent difference between the measurements from the two sides, this distance is assumed to equal twice the midline shift. Readings showing up to two-millimetre variation are considered normal. A millimetre is allowed for measurement error. Thus, any situation where displacement is three millimetres or greater is a cause of concern to the doctor.

The use of ultrasound to determine midline shifts is not novel, according to Mr. Hudson. Echoencephalography, as the art is called, was born in Sweden in 1954 where Lars Leksell, a neurosurgeon, first reported its use as a clinical diagnostic technique for spotting pathological conditions. This technique was called A-scan echoencephalography, a term borrowed from radar to describe its method of presenting information gained via ultrasound on a cathode ray tube screen.

Radar d'exploration du cerveau: Le Digiecho



Un instrument médical construit par une firme montréalaise d'électronique sera peut-être un jour au neurochirurgien ce que le stéthoscope est au médecin.

La Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée a accordé à la compagnie Radionics Ltd la licence de fabrication d'un petit électroencéphalographe portatif mis au point au Conseil national de recherches du Canada par MM. Arthur Hudson et Brian Trollope. L'instrument, appelé Digiecho, détermine de combien les parois de certaines structures du cerveau se sont déplacées sous l'effet de conditions anormales.

Grâce à cet instrument, utilisant des impulsions ultrasoniques, on peut mesurer à quelle distance se trouve l'obstacle qui, dans la zone médiane du cerveau, donne l'écho le plus fort; cette distance apparaît sous forme numérique sur un écran.

M. Hudson, ingénieur à la Division de génie électrique du CNRC, le compare à une règle graduée que l'on ferait pénétrer à l'intérieur de la boîte crânienne pour déterminer s'il y a eu des déplacements transversaux de certaines structures qui, dans des conditions normales, se trouvent dans la partie médiane du cerveau.

Les causes de ces déplacements sont nombreuses et comprennent, par exemple, l'hydrocéphalie, des hémorragies internes à la suite de blessures et certaines tumeurs.

Dans les cas urgents, comme il s'en produit lors de blessures à la tête, la pression résultant d'une hémorragie peut comprimer en quelques minutes certaines structures du cerveau et il devient alors impératif de détecter cette anomalie si l'on veut sauver la vie du blessé. Dans de telles circonstances, l'instrument du CNRC permettra de procéder à un examen rapide qui pourrait être fait même par un ambulancier.

Dans les hôpitaux, on ferait normalement une série d'examen beaucoup plus détaillés en commençant par mesurer la tête du malade avec des instruments spéciaux pour définir une zone de mesures située au centre du crâne. On placerait ensuite, à un endroit choisi de la tempe, un transducteur permettant de pulser des ultrasons à une fréquence de 2 MHz. Ces impulsions, dont la longueur d'onde est à peine supérieure à un millimètre se propagent dans l'eau à la vitesse du son approximativement. Lorsqu'il y a changement d'impédance, comme il s'en produit lorsque l'impulsion passe d'un tissu vivant dans un tissu osseux, une faible partie de cette impulsion est réfléchie. Le transducteur enregistre les échos naissant à l'intérieur de la zone de mesure et donne la distance à laquelle l'écho le plus fort s'est produit (les instruments courants à tube cathodique affichent une multitude d'échos parmi lesquels il faut choisir celui qui est le plus significatif).

On fait plusieurs mesures à partir de chaque côté de la tête et, si l'on observe une différence systématique entre ces mesures, on en conclut que cette différence est égale au double du déplacement de la ligne médiane. Les différences inférieures à deux millimètres sont considérées comme normales. Par contre, comme il a été prévu une marge d'erreur d'un millimètre, les déplacements qui atteignent ou dépassent trois millimètres éveillent immédiatement l'attention du médecin.

Brian Trollope at work on an early version of the Digiecho. • M. Brian Trollope travaille sur l'un des premiers modèles du Digiecho.

Today, there are more than 50 companies manufacturing echoencephalographs and all but one use the cathode ray tube display. All are at least the size of a standard typewriter. The Digiecho, measuring 5 inches by 3 1/2 inches by 1 1/2 inches (13 x 9 x 3.5 centimetres), with space for a battery pack, is one-hundredth the size of the smallest of these, including its only rival using digital display.

"The virtue of our unit is simplicity and portability," Mr. Hudson says. He foresees its future as being a tool of the neurologist on his hospital rounds and as a screening unit for ambulance operators and attendants, permitting a preliminary diagnosis that would dictate choice of hospital facilities.

The clinician who is willing to study a cathode ray tube display and learn a lot is unlikely to be satisfied with a single number at a time which relates only to the biggest echo. However, the man who cannot afford to devote a great deal of effort learning how to interpret a CRT display is going to be attracted to this method because it gives out a single number rather than an analog display. This coupled with the portability feature and the smallness of size (11 integrated circuits) leads Mr. Hudson to feel the instrument should have a bright future.

Radionics Vice-President Randy Hoffman expects his company will market its first production unit by the end of this year. "It will sell in the \$2,000-\$3,000 range, very competitive with conventional equipment, but with features which make it unique — ease of operator use, portability, speed of readings, and low cost."

The Digiecho will be a first in mass production for Radionics. Formed 18 years ago by Stan Ungar, a one-time research physicist, Radionics has been up to now exclusively a sales and distributing operation. The firm employs 25 people in its Montreal plant and five regional sales offices.

The licence was granted in August by CPDL, a subsidiary of NRC responsible for the patenting and licensing of government inventions. The Digiecho is the latest in a series of ultrasonic scanning instruments developed by Mr. Hudson in collaboration with Mr. Trollope. Earlier work by this team involved development of an alignment device which simplified the A-scan operator's search for an acceptable display and a four-trace simultaneous presentation echoencephalograph.

□ Arthur Mantell



L'utilisation des ultrasons pour déterminer les déplacements de la ligne médiane n'est pas nouvelle, selon M. Hudson. C'est en 1954, en Suède, que l'échoencéphalographie a été employée pour la première fois par Lars Leksell, un neurologue qui s'en est servi pour diagnostiquer les états pathologiques. Cette technique a été alors appelée l'"A-scan" encephalography", terme emprunté à la terminologie du radar pour décrire la méthode à laquelle elle fait appel et qui consiste à présenter l'information donnée par les ultrasons sous la forme d'une visualisation sur écran cathodique.

Aujourd'hui, il existe plus de cinquante compagnies fabriquant des échoencéphalographes; une seule n'utilise pas la visualisation sur écran cathodique. L'instrument est au moins aussi volumineux qu'une machine à écrire de bureau alors que le Digiecho a 5 pouces de longueur, 3 1/2 de largeur et 1 1/2 d'épaisseur (13 x 9 x 3.5 cm), batterie incluse; il est donc cent fois plus petit que les autres.

"Une des grandes qualités de notre instrument, nous a dit M. Hudson, est qu'il est simple et facilement transportable. Il accompagnera, à l'avenir, le neurologue dans ses visites des hôpitaux et il permettra aux ambulanciers de diriger le malade sur l'hôpital approprié."

Il est peu probable que les cliniciens désireux d'en savoir beaucoup plus en étudiant les données projetées sur un écran cathodique se satisfassent de cet instrument. Par contre, les autres vont être séduits par cette méthode. Selon M. Hudson, c'est parce que l'on remplace l'affichage analogique par celui d'un nombre unique que cette méthode a été accueillie comme un progrès. En outre, comme il est portatif et petit (11 circuits intégrés) M. Hudson pense que le succès commercial de l'instrument est assuré.

Le Vice-président de Radionics, M. Randy Hoffman nous a dit: "Le premier instrument de série sera en vente vers la fin de l'année pour 2 000 à 3 000 dollars environ ce qui le rendra déjà très compétitif vis-à-vis des matériels courants; en outre, il offrira des caractéristiques sans équivalents: un emploi facile, la légèreté, la rapidité de lecture et le faible prix."

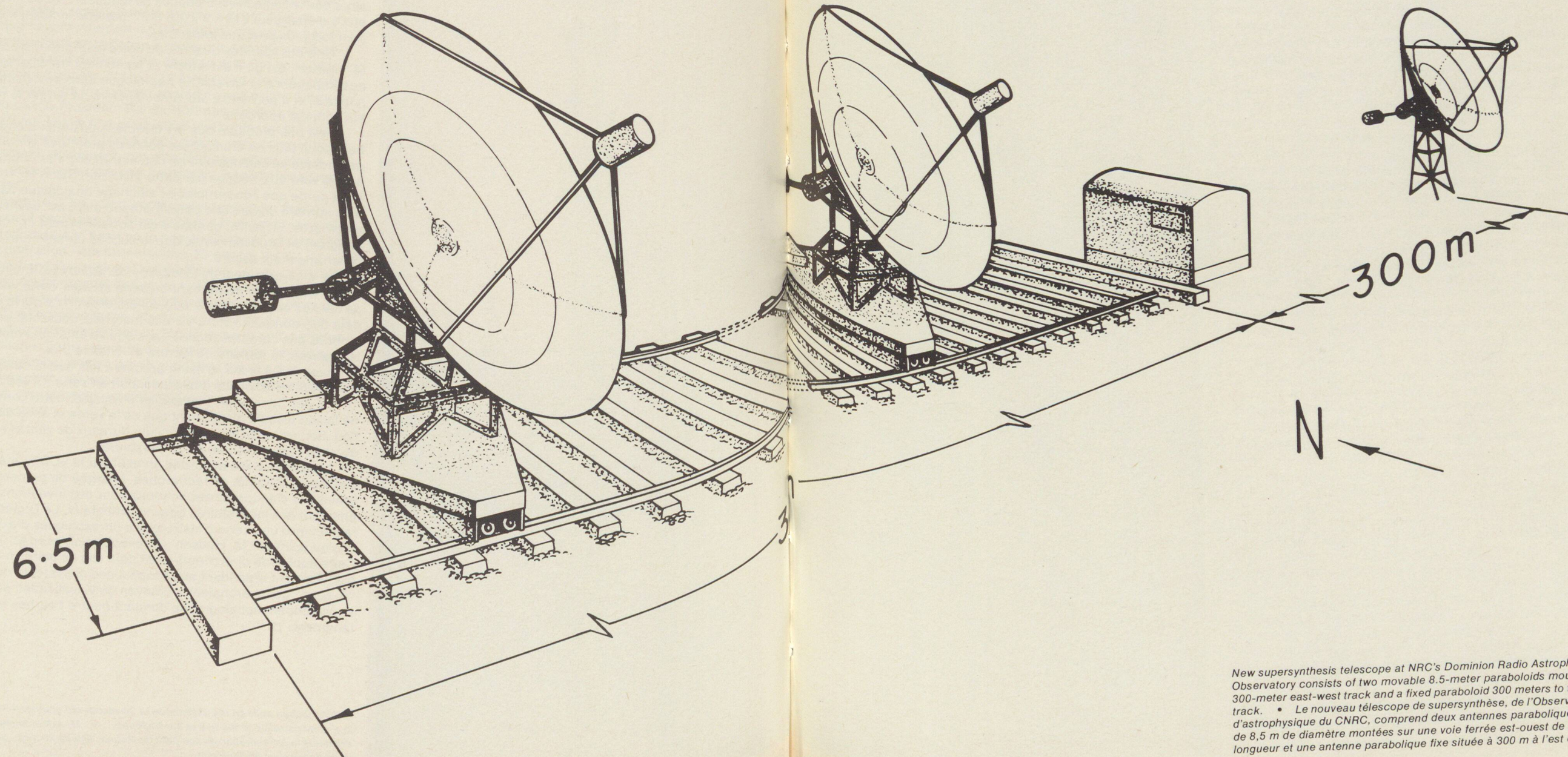
Avec le Digiecho, c'est la première fois que la compagnie Radionics se lance dans la production en série. Créée il y a 18 ans par Stan Ungar, un ancien physicien, cette compagnie ne faisait jusqu'à maintenant que de la vente et de la distribution. Son usine de Montréal et cinq bureaux de ventes régionaux occupent un personnel de 25 personnes.

La licence a été accordée en août par la SCBE, une filiale du Conseil national de recherches, chargée de prendre des brevets et d'accorder des licences pour des inventions émanant des laboratoires gouvernementaux. Le Digiecho est le dernier d'une série d'instruments ultrasoniques d'exploration mis au point par M. Hudson en collaboration avec M. Trollope. Cette équipe de chercheurs avait déjà mis au point un dispositif d'alignement répondant aux besoins des utilisateurs du système "A-scan" qui cherchaient un moyen de visualisation satisfaisant et un échoencéphalographe donnant quatre courbes simultanément. □

Arthur Hudson calls on the assistance of 20-month-old grandson Robert in a demonstration of the use of the Digiecho. • M. Arthur Hudson a demandé la collaboration de son petit fils Robert, âgé de 20 mois, pour faire la démonstration du Digiecho.

NRC's supersynthesis interferometer— Radio waves of the galaxies

L'interféromètre de supersynthèse du CNRC et les ondes radio des galaxies



New supersynthesis telescope at NRC's Dominion Radio Astrophysical Observatory consists of two movable 8.5-meter paraboloids mounted on a 300-meter east-west track and a fixed paraboloid 300 meters to the east of the track. • Le nouveau télescope de supersynthèse, de l'Observatoire fédéral d'astrophysique du CNRC, comprend deux antennes paraboliques mobiles de 8,5 m de diamètre montées sur une voie ferrée est-ouest de 300 m de longueur et une antenne parabolique fixe située à 300 m à l'est de la voie.

Man's understanding of the universe, during the last four centuries, has progressed from the belief that the earth was the center of the heavens, to present knowledge that the earth is merely one of the planets revolving about the sun. Our Sun is one of 100,000 million stars in our galaxy, and our galaxy is only one among the multitude in the universe.

Galileo's first telescope showed the moons of Jupiter, the phases of Venus, sunspots, mountains on the moon, and an almost unbelievable number of stars in the Milky Way. Since the inception of this primitive telescope, man's ability to construct larger and more complex instruments has led to a wealth of new information about the universe. Large telescopes, often with the aid of photography, have revealed distant planets, masses of luminous gas, dark dust clouds, clusters of stars and millions of remote galaxies. The spectrograph has enabled astronomers to measure the velocity, temperature and chemical composition of the stars, nebulae and other bodies. In the last three decades, the radio telescope has provided new information about familiar astronomical objects and has aided in the discovery of hitherto unknown remote galaxies.

Radio waves (electro-magnetic waves of long wave-length) originate not only from radio and television stations, but are emitted from the sun, moon, planets, stars, gas and dust of our own and many other galaxies. The possibility of receiving these radio waves was first suggested by Thomas Edison in 1890. This theory was confirmed in 1932 when Karl Jansky, an engineer with the Bell Telephone Laboratories in New Jersey, detected extraterrestrial radio waves. The first radio telescope was designed and built by Grote Reber in Illinois in 1936. Since the end of the Second World War, radio astronomers around the world have discovered hundreds of radio sources which have been identified with remote galaxies, quasars, supernovas, clouds of ionized hydrogen gas, pulsars, and X-ray sources.

Fifteen miles south of Penticton, British Columbia, the Dominion Radio Astrophysical Observatory of the National Research Council of Canada (in 1970, NRC was given the responsibility for all federal research in astronomy) is putting into operation a new instrument — first of its kind in Canada — for the investigation of radio waves emitted by galactic and extra-galactic objects. The Observatory's original 26-metre telescope cannot resolve the structure of an object in space that has an angular size less than about half a degree. Resolution is proportional to the size of the telescope and since most galaxies and nebulae have angular structures much smaller than half a degree, their study requires a much larger telescope. An equivalent resolution, however, can be obtained by using a variable-spacing interferometer, in which the outputs of two much smaller antennas are combined. Principles involved in the new development at the Observatory are well known and the design of the system to utilize these principles was worked out by the Observatory staff.

The new instrument consists of two radio telescopes mounted on an east-west track some 300 metres long. The signals received by the two moveable 8.5-metre parabolic reflectors are combined to produce the effective resolution of a 300-metre paraboloid — a structure which would be prohibitive in design and cost. In order to obtain the information required to map a region of sky with this instrument, it is necessary to observe the region for 12 hours at each of about 120 spacings of the small reflectors. The data for all spacings are then combined in a computer to produce maps with a

Au cours des quatre derniers siècles, l'Homme est passé du concept d'une Terre située au centre de l'Univers à celui d'une Terre n'étant rien de plus qu'une des planètes tournant autour du Soleil. Le Soleil lui-même n'est qu'une des 100 milliards d'étoiles de notre galaxie et il y a une multitude de galaxies dans l'Univers.

Le premier télescope, la lunette de Galilée, a permis de découvrir les satellites de Jupiter, les phases de Vénus, les taches solaires, les montagnes de la Lune et un nombre presque incroyable d'étoiles dans la Voie lactée. Depuis cette époque, l'Homme a pu construire des instruments beaucoup plus grands et plus complexes grâce auxquels il a pu acquérir d'autres connaissances en astronomie. Les grands télescopes, combinés à la photographie, ont permis de découvrir des planètes lointaines, des masses de gaz lumineux, des nuages de poussières noires, des amas d'étoiles et des millions de galaxies lointaines. Le spectrographe a permis aux astronomes de mesurer les vitesses et les températures des étoiles, des nébuleuses et des autres corps célestes et de déterminer leur composition chimique. Au cours des trente dernières années, le radio-télescope a fourni des informations nouvelles sur les corps célestes connus et il a facilité la découverte de galaxies lointaines.

Les ondes radio, c'est-à-dire les ondes électromagnétiques de grande longueur, ont pour origine non seulement les stations radio et de télévision mais aussi le Soleil, la Lune, les planètes, les étoiles, les gaz et les poussières de notre galaxie et des autres galaxies. C'est Thomas Edison qui a exprimé le premier en 1890 qu'il devrait être possible de capter ces ondes radio. Cette possibilité a été confirmée en 1932 lorsque Karl Jansky, ingénieur de la compagnie Bell Telephone Laboratories, dans le New Jersey, a détecté des ondes radio extra-terrestres. Le premier radio-télescope a été conçu et construit par Grote Reber, dans l'Illinois, en 1936. Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, les radio-astronomes du monde entier ont découvert des centaines de radio-sources se trouvant dans des galaxies éloignées, des quasars, des super-

novas, des nuages d'hydrogène ionisé, des pulsars et des régions émettant des rayons-X.

A quinze miles au sud de Penticton, en Colombie-Britannique, l'Observatoire fédéral de radio-astrophysique, relevant du Conseil national de recherches du Canada depuis 1970, époque à laquelle le CNRC s'est vu attribuer la responsabilité des recherches astronomiques fédérales, commence à utiliser un nouvel instrument, le premier de cette sorte au Canada, pour étudier les ondes radio émises par les corps galactiques et extra-galactiques. Le télescope de 26 mètres de cet observatoire, tel que conçu à l'origine, ne pouvait pas résoudre la structure d'un corps céleste ayant une dimension angulaire inférieure à un demi degré environ. Comme la résolution est proportionnelle aux dimensions du télescope et que la plupart des galaxies et des nébuleuses ont une structure angulaire beaucoup plus petite que le demi degré, il fallait disposer d'un télescope beaucoup plus grand. Une résolution équivalente peut toutefois être obtenue en se servant d'un interféromètre à espacement variable et utilisant deux antennes beaucoup plus petites. Les bases techniques de ce nouveau système sont bien connues et c'est le personnel du laboratoire qui les a appliquées à la conception de l'installation réalisée.

Ce nouvel instrument comprend deux radio-télescopes se déplaçant sur une voie ferrée est-ouest de 300 mètres de long. Les signaux reçus par ces deux réflecteurs paraboliques de 8,5 mètres de diamètre sont combinés pour donner la résolution que l'on pourrait obtenir avec une antenne parabolique de 300 mètres de diamètre dont la construction serait réellement difficile et coûteuse. Pour obtenir les signaux nécessaires à la cartographie d'une région du ciel, il faut observer cette région pendant douze heures à chacune des quelques 120 positions que peuvent occuper les petites antennes. Les renseignements obtenus à chaque position sont ensuite introduits dans un ordinateur qui donne une carte avec une résolution semblable à celle que l'on pourrait obtenir avec un paraboloïde dont le diamètre serait approximativement égal à l'espacement maximum des interféromètres. Un spectromètre corrélateur résout les données en un certain nombre de voies de différentes longueurs d'ondes. La différence des longueurs d'ondes peut être liée au mouvement de l'hydrogène dans la galaxie. Le système donne des cartes pour 125



The Penticton Observatory is located in an uninhabited valley surrounded by hills which act as a barrier to interfering radio waves. • L'Observatoire de Penticton se trouve dans une vallée inhabitée et entourée de collines supprimant les interférences radio.

resolution similar to that obtainable with a paraboloid whose diameter is about equal to the maximum interferometer spacing. A correlation spectrometer resolves the data into a number of channels of differing wavelength. The wavelength difference can be related to motion of hydrogen gas in the galaxy. The system will produce maps for 125 velocities of hydrogen gas in an area of sky two degrees in diameter with a resolution of one minute of arc.

"The main purpose of our supersynthesis interferometer, as it is called", says Dr. J.L. Locke, Associate Director of NRC's Radio and Electrical Engineering Division and Chief of the Astrophysics Branch, "is to provide detailed analyses of the distribution of atomic hydrogen in our galaxy and in external galaxies. Atomic hydrogen is the most abundant substance in interstellar space and its distribution defines the structure of a galaxy. This hydrogen emits radiation in a spectral line located in the radio region of the spectrum. These radio waves are not attenuated by the dust in interstellar space and thus provide a means for studying all parts of our galaxy. The rotation of the galaxy and the peculiar motions of hydrogen clouds can be examined. By studying the displacement in the wavelength of the line from its normal position, the astronomer can determine the velocity of the clouds along the line of sight. From these observations the nature of the galaxy's rotation and the relative motion of the hydrogen clouds can be examined.

"The struggle in radio astronomy," explains Dr. Locke, "is to get better resolution and because radio telescopes work at long wavelengths, high resolution implies very large apertures. The synthesis technique is a practical solution to the problem of achieving a large aperture and enables resolving powers to be obtained in the radio region of the spectrum which are equal to those of optical telescopes. The new synthesis instrument will permit high-resolution studies of the distribution and motion of gas in our own and external galaxies."

The Penticton site was chosen for the radio observatory because of its isolation from terrestrial sources of radio interference such as radio and radar transmitters, automobile ignition systems and electric motors. □ Donald Crockford

vitesse de l'hydrogène dans une région du ciel de deux degrés de diamètre avec une résolution d'une minute d'arc.

"Le but principal que nous nous proposons d'atteindre avec notre interféromètre de supersynthèse, comme nous l'appelons, nous a dit le Dr J.L. Locke, Directeur associé de la Division de génie électrique et Directeur de l'astrophysique au CNRC, est de pouvoir déterminer avec précision quelle est la répartition de l'hydrogène atomique dans notre galaxie et dans les autres. L'hydrogène atomique est la substance la plus abondante de l'espace interstellaire et sa répartition définit la structure d'une galaxie. Cet hydrogène émet des rayonnements dans une ligne spectrale se trouvant dans la région radio du spectre. Ces ondes radio ne sont pas atténuées par les poussières de l'espace interstellaire et elles fournissent ainsi le moyen d'étudier toutes les parties de notre galaxie. La rotation de la galaxie et les mouvements particuliers des nuages d'hydrogène peuvent être examinés. En étudiant le déplacement de la raie de cet hydrogène sur les longueurs d'ondes à partir de sa position normale, un astronome peut déterminer quelle est la vitesse des nuages le long de la ligne de visée. À partir de ces observations, la nature de la rotation de la galaxie et le mouvement relatif des nuages d'hydrogène peuvent être étudiés".

"La difficulté en radioastronomie est d'obtenir une meilleure résolution et, comme les radio-télescopes travaillent sur de grandes longueurs d'ondes, une haute résolution implique de très grandes ouvertures. La technique de la synthèse est une solution pratique du problème des grandes ouvertures et elle permet d'obtenir des résolutions dans la région radio du spectre qui soient égales à celles des télescopes optiques. Ce nouvel instrument de synthèse permettra de faire des études à haute résolution de la répartition et du mouvement des gaz dans notre galaxie et dans les autres".

Le site de Penticton a été choisi en raison de son isolement des sources radio terrestres afin d'éviter les interférences comme celles qui auraient pu se produire au voisinage des émetteurs radar ou radio, des systèmes d'allumage des automobiles et des moteurs électriques. □

- Aerodynamics**
NRC's wind tunnels help solve high-voltage transmission problems — 5:3 (June '73) 5, 6, 9
Transportation — Canada's chronic problem — 5:5 (Oct '73) 4, 6, 8
- Aérodynamique**
Les souffleries du CNRC et les lignes de 1 200 000 volts. 5:3 (juin '73) 5, 6, 9
Les transports, souci permanent des Canadiens. 5:5 (oct '73) 5, 7, 9
- Aerospace Research**
Ottawa is home for flight recorder center — 5:5 (Oct '73) 24, 26
- Aéropatiales (Recherches)**
Le centre de dépouillement des enregistreurs de vol. 5:5 (oct '73) 25, 27
- Agriculture**
Dans une université des Prairies, importants progrès technologiques. 5:6 (déc '73) 5, 7, 9
On a prairie campus, A harvest of new technology — 5:6 (Dec '73) 4, 6, 8
- Alimentation (Technologie de l')**
Protéines bon marché tirées du petit lait. 5:4 (août '73) 27, 28, 31
- Astronomy**
Colliding molecules tell about the space between the stars — 5:3 (June '73) 11, 13, 15
High resolution solar cinematography — 5:4 (Aug '73) 8, 10
- Astronomie**
Cinématographie solaire à haute résolution. 5:4 (août '73) 9, 11
Collisions moléculaires et espace interstellaire. 5:3 (juin '73) 11, 13, 15
- Bâtiment (Recherches en)**
La fumée, ennemi No 1 des grands édifices. 5:3 (juin '73) 17, 19, 21
Le chauffage urbain au Canada. 5:1 (fév '73) 24, 26, 27
Les maisons "Mark", maisons de l'avenir. 5:5 (Oct '73) 11, 13
Plus de barrières de dégel grâce aux isolants thermiques. 5:4 (août '73) 17, 19, 21
- Biologie**
La Rivière Outaouais, la pollution et les mathématiques. 5:4 (août '73) 23, 25
Le Laboratoire régional des Prairies vient en aide aux agriculteurs. 5:2 (avr '73) 15, 17
L'Université Memorial lutte contre les mouches noires. 5:4 (août '73) 5, 7
Mystères de la prolifération cellulaire. 5:4 (août '73) 13, 15
- Biologie moléculaire**
Mystères de la prolifération cellulaire. 5:4 (août '73) 13, 15
- Biology**
A PRL first — aid to agriculture of all nations — 5:2 (Apr '73) 14, 16
Disease-spreading blackflies under attack at Memorial — 5:4 (Aug '73) 4, 6
Switches for turning on the cell — 5:4 (Aug '73) 12, 14
The mighty Ottawa, history-maker once more — 5:4 (Aug '73) 22, 24
- Building Research**
District heating for Canadian towns and cities — 5:1 (Feb '73) 24, 26, 27
Insulated highways for Canada's north — 5:4 (Aug '73) 16, 18, 20
Smoke, No. 1 high-rise threat — 5:3 (June '73) 16, 18, 20
The Mark series, homes for the future — 5:5 (Oct '73) 10, 12, 14
- Canadian Patents and Development Ltd.**
North Sea oil storage island based on Canadian design — 5:2 (Apr '73) 4, 6
NRC's ruler into the head — Digiecho 5:6 (Dec '73) 20, 22
- Cells**
Switches for turning on the cell — 5:4 (Aug '73) 12, 14
- Cellules**
Mystères de la prolifération cellulaire. 5:4 (août '73) 13, 15
- Chemistry, inorganic**
Quarter-century of research — corrosion, bane of the metal world — 5:6 (Dec '73) 14, 16, 18
- Chemistry organic**
A PRL first — aid to agriculture of all nations — 5:2 (Apr '73) 14, 16
- Chemistry, textile**
Union Carbide develops new method to manufacture carpet yarns — 5:2 (Apr '72) 28, 30
- Chimie minérale**
Vingt-cinq ans de recherches sur la corrosion. 5:6 (déc '73) 15, 17, 19
- Chimie organique**
Le Laboratoire régional des Prairies vient en aide aux agriculteurs. 5:2 (avr '73) 15, 17
- Chimie des textiles**
L'Union Carbide et les fils de tapis. 5:2 (avr '73) 29, 31
- Computers**
Computer assists NRC scientists in evaluating driver performances — 5:3 (Jun '73) 30
Smoke, No. 1 high-rise threat — 5:3 (June '73) 16, 18, 20
- Corrosion**
Quarter-century of research — corrosion, bane of the metal world — 5:6 (Dec '73) 14, 16, 18
Vingt-cinq ans de recherches sur la corrosion. 5:6 (déc '73) 15, 17, 19
- Énergie**
Combustibles moins coûteux pour les locomotives diésels. 5:2 (avr '73) 19, 21
La contribution canadienne au stockage du pétrole en Mer du Nord. 5:2 (avr '73) 5, 7
Le chauffage urbain au Canada. 5:1 (fév '73) 24, 26, 27
Les souffleries du CNRC et les lignes de 1 200 000 volts. 5:3 (juin '73) 5, 6, 9
- Energy**
District heating for Canadian towns and cities — 5:1 (Feb '73) 24, 26, 27
North Sea oil storage island based on Canadian design — 5:2 (Apr '73) 4, 6
NRC's wind tunnels help solve high-voltage transmission problems — 5:3 (June '73) 5, 6, 9
Seek cheaper fuels for railway diesels — 5:2 (Apr '73) 18, 20
- Food Technology**
Effluent of cheese manufacture, new source of cheap protein — 5:4 (Aug '73) 27, 28, 31

Génie mécanique

- Dans une université des Prairies, importants progrès technologiques. 5:6 (déc '73) 5, 7, 9
- La conservation des reins, à bon marché, mise au point au CNRC. 5:1 (fév '73) 21, 23
- La contribution canadienne au stockage du pétrole en Mer du Nord. 5:2 (avr '73) 5, 7
- L'aide du CNRC en métallurgie des poudres. 5:3 (juin '73) 27, 29
- Le centre de dépouillement des enregistreurs de vol. 5:5 (oct '73) 25, 27
- Le Laboratoire de dynamique marine, son rôle au Canada. 5:1 (fév '73) 15, 17, 19
- Les transports, souci permanent des Canadiens. 5:5 (oct '73) 5, 7, 9

Highway Safety

- Computer assists NRC scientists in evaluating driver performance — 5:3 (Jun '73) 30

Histoire des sciences

- Du travail et ... pas d'argent, au CNRC. 5:1 (fév '73) 29, 31

History of Science

- All work and no pay for NRC guest workers — 5:1 (Feb '73) 28, 30

Hydraulics

- Pint-sized water tunnel serves broad areas of research — 5:1 (Feb '73) 4, 6, 8

Hydraulique

- Le tunnel hydrodynamique du CNRC. 5:1 (fév '73) 5, 7, 9

Immunologie

- Le CNRC et Ayerst contre les maladies. 5:1 (fév '73) 11, 13

Immunology

- NRC helps Ayerst escalate war against disease — 5:1 (Feb '73) 10, 13

Industrial Research Assistance Program (IRAP)

- Effluent of cheese manufacture new source of cheap protein — 5:4 (Aug '73) 27, 28, 31
- IRAP aid for the 'hooker', Frink's new snow plow — 5:6 (Dec '73) 10, 12
- NRC grants and scholarships, a link between university and industry — 5:5 (Oct '73) 16, 18, 20, 22
- NRC helps Ayerst escalate war against disease — 5:1 (Feb '73) 10, 12
- NRC's ruler into the head — Digiecho 5:6 (Dec '73) 20, 22
- Union Carbide develops new method to manufacture carpet yarns — 5:2 (Apr '73) 28, 30

Industries (Aide à la recherche industrielle)

- voir programme d'aide à la recherche industrielle

Industries (Recherches en collaboration)

- Les souffleries du CNRC et les lignes de 1 200 000 volts. 5:3 (juin '73) 5, 6, 9

Industry, Financial Assistance to —

- See Industrial Research Assistance Program

Industry, Research Assistance to

- NRC's wind tunnels help solve high-voltage transmission problems — 5:3 (June '73) 5, 6, 9

Laboratoire régional des Prairies

- Le Laboratoire régional des Prairies vient en aide aux agriculteurs. 5:2 (avr '73) 15, 17

Mechanical Engineering

- Gas-lubricated bearings for high-speed equipment — 5:3 (June '73) 22, 24

- Low-cost kidney storage system developed by NRC — 5:1 (Feb '73) 20, 22

- Marine dynamics laboratory, Canada's nautical problem solver — 5:1 (Feb '73) 14, 16, 18

- North Sea oil storage island based on Canadian design — 5:2 (Apr '73) 4, 6

- NRC helps industry and universities in powder metallurgy research — 5:3 (Jun '73) 26, 28

- On a prairie campus, A harvest of new technology — 5:1 (Dec '73) 4, 6, 8

- Ottawa is home for flight recorder center — 5:5 (Oct '73) 24, 26

- Pint-sized water tunnel serves broad areas of research — 5:1 (Feb '73) 4, 6, 8

- Transportation — Canada's chronic problem — 5:5 (Oct '73) 4, 6, 8

Médecine

- Le CNRC et Ayerst contre les maladies. 5:1 (fév '73) 11, 13

Médecine, (Instrumentation pour la)

- La conservation des reins, à bon marché, mise au point au CNRC. 5:1 (fév '73) 21, 23

- Les enfants infirmes apprennent à communiquer. 5:2 (avr '73) 9, 11, 13

- Radar d'exploration du cerveau, le Digiécho. 5:6 (déc '73) 21, 23

Medical Engineering

- Low-cost kidney storage system developed by NRC — 5:1 (Feb '73) 20, 22

- NRC's ruler into the head — Digiecho 5:6 (Dec '73) 20, 22

- Physically handicapped children learn to communicate — 5:2 (Apr '73) 8, 10, 12

Medicine

- NRC helps Ayerst escalate war against disease — 5:1 (Feb '73) 10, 12

Métallurgie

- L'aide du CNRC en métallurgie des poudres. 5:3 (juin '73) 27, 29

- Vingt-cinq ans de recherches sur la corrosion. 5:6 (déc '73) 15, 17, 19

Metallurgy

- NRC helps industry and universities in powder metallurgy research — 5:3 (Jun '73) 26, 28

- Quarter-century of research — corrosion, bane of the metal world — 5:6 (Dec '73) 14, 16, 18

Molecular Biology

- Switches for turning on the cell — 5:4 (Aug '73) 12, 14

Navigation

- Le laboratoire de dynamique marine, son rôle au Canada. 5:1 (fév '73) 15, 17, 19

Ordinateurs

- Comment noter les conducteurs grâce à un ordinateur et au CNRC. 5:3 (juin '73) 31

- La fumée, ennemi No 1 des grands édifices. 5:3 (juin '73) 17, 19, 21

Photogrammétrie

- Le CNRC et le traitement des images de ERTS-1. 5:2 (avr '73) 23, 25, 27

Photogrammetry

- NRC helps Canada harness a satellite — 5:2 (Apr '73) 22, 24, 26

Photographie

- Cinématographie solaire à haute résolution. 5:4 (août '73) 9, 11

Photography

High resolution solar cinematography — 5:4 (Aug '73) 8, 10

Pollution

La Rivière Outaouais, la pollution et les mathématiques. 5:4 (août '73) 23, 25

The mighty Ottawa, history-maker once more — 5:4 (Aug '73) 22, 24

Prairie Regional Laboratory

A PRL first — aid to agriculture of all nations — 5:2 (Apr '73) 14, 16

Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI)

Le CNRC et Ayerst contre les maladies. 5:1 (fév '73) 11, 13

Les subventions et les bourses du CNRC, un lien entre les universités et l'industrie. 5:5 (oct '73) 17, 19, 21

L'Union Carbide et les fils de tapis. 5:2 (avr '73) 29, 31

PARI aide Frink à construire son nouveau chasse-neige "Hooker". 5:6 (déc '73) 11, 13

Protéines bon marché tirées du petit lait. 5:4 (août '73) 27, 28, 31

Radar d'exploration du cerveau, le Digiécho. 5:6 (déc '73) 21, 23

Radio-astronomie

L'interféromètre de supersynthèse du CNRC et les ondes radio des galaxies. 5:6 (déc '73) 25, 27, 28

Radio Astronomy

NRC's supersynthesis interferometer, radio waves of the galaxies. 5:6 (Dec '73) 24, 26, 28

Radio Communications and Telemetry

NRC helps Canada harness a satellite — 5:2 (Apr '73) 22, 24, 26

Radiocommunications et télémesure

Le CNRC et le traitement des images de ERTS-1. 5:2 (avr '73) 23, 25, 27

Remote Sensing

NRC helps Canada harness a satellite — 5:2 (Apr '73) 22, 24, 26

Sécurité routière

Comment noter les conducteurs grâce à un ordinateur et au CNRC. 5:3 (juin '73) 31

Skiing

Marine dynamics laboratory, Canada's nautical problem solver — 5:1 (Feb '73) 14, 16, 18

Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée

La contribution canadienne au stockage du pétrole en Mer du Nord. 5:2 (avr '73) 5, 7

Radar d'exploration du cerveau, le Digiécho. 5:6 (déc '73) 21, 23

Travellers

Les transports, souci permanent des Canadiens. 5:5 (oct '73) 5, 7, 9

Spectroscopy

Collisions moléculaires et espace interstellaire. 5:3 (juin '73) 11, 13, 15

L'interféromètre de supersynthèse du CNRC et les ondes radio des galaxies. 5:6 (déc '73) 25, 27, 28

Spectroscopy

Colliding molecules tell about the space between the stars — 5:3 (June '73) 11, 13, 15

NRC's supersynthesis interferometer, radio waves of the galaxies — 5:6 (dec '73) 24, 26, 28

Télédéttection

Le CNRC et le traitement des images de ERTS-1. 5:2 (avr '73) 23, 25, 27

Transports

Combustibles moins coûteux pour les locomotives diésels. 5:2 (avr '73) 19, 21

Comment noter les conducteurs grâce à un ordinateur et au CNRC. 5:3 (juin '73) 31

Grâce à des recherches fondamentales, des métros climatisés et confortables. 5:5 (oct '73) 29, 30

Le centre de dépouillement des enregistreurs de vol. 5:5 (oct '73) 25, 27

Le Laboratoire de dynamique marine, son rôle au Canada. 5:1 (fév '73) 15, 17, 19

Les transports, souci permanent des Canadiens. 5:5 (oct '73) 5, 7, 9

Le tunnel hydrodynamique du CNRC. 5:1 (fév '73) 5, 7, 9

PARI aide Frink à construire son nouveau chasse-neige "Hooker". 5:6 (déc '73) 11, 13

Plus de barrières de dégel grâce aux isolants thermiques. 5:4 (août '73) 17, 19, 21

Roulements à gaz pour les grandes vitesses. 5:3 (juin '73) 23, 25

Transportation

Canadian fundamental research, cool comfortable subways — 5:5 (Oct '73) 28, 30

Computer assists NRC scientists in evaluating driver performance — 5:3 (June '73) 30

Gas-lubricated bearings for high-speed equipment — 5:3 (June '73) 22, 24

Insulated highways for Canada's north — 5:4 (Aug '73) 16, 18, 20

Marine dynamics laboratory, Canada's nautical problem solver — 5:1 (Feb '73) 14, 16, 18

Ottawa is home for flight recorder center — 5:5 (Oct '73) 24, 26

Pint-sized water tunnel serves broad areas of research — 5:1 (Feb '73) 4, 6, 8

Seek cheaper fuels for railway diesels — 5:2 (Apr '73) 18, 20

Transportation — Canada's chronic problem — 5:5 (Oct '73) 4, 6, 8

Universités (Aide à la recherche universitaire)

Dans une université des Prairies, importants progrès technologiques. 5:6 (déc '73) 5, 7, 9

La Rivière Outaouais, la pollution et les mathématiques. 5:4 (août '73) 23, 25

Les subventions et les bourses du CNRC, un lien entre les universités et l'industrie. 5:5 (oct '73) 17, 19, 21, 23

L'Université Memorial lutte contre les mouches noires. 5:4 (août '73) 5, 7

Universities, Financial Assistance to

Disease-spreading blackflies under attack at Memorial — 5:4 (Aug '73) 4, 6

The mighty Ottawa, history-maker once more — 5:4 (Aug '73) 22, 24

NRC grants and scholarships, a link between university and industry — 5:5 (Oct '73) 16, 18, 20, 22

On a prairie campus, a harvest of new technology — 5:6 (Dec '73) 4, 6, 8

Wind Tunnels

Transportation — Canada's chronic problem — 5:5 (Oct '73) 4, 6, 8

Cover: Inspired by the inscription above the front door of the National Research Council of Canada's Sussex Drive Building, "Great is truth and mighty above all things; It endureth and is always strong; It liveth and conquereth for evermore. The more thou searchest, the more thou shalt marvel," Ottawa artist Art Price designed this 12-foot diameter stainless steel sphere, located near the entrance of NRC's Administration Building on the Montreal Road. Mr. Price says that the theme of the assembly is knowledge; the highly polished sphere, mounted in a 26-foot diameter pool of water, scatters the beams of light which strike it to symbolize science's contribution to mankind. • Notre couverture: M. Art Price, artiste d'Ottawa, a conçu la sphère en acier inoxydable de 12 pieds de diamètre que l'on peut voir devant le bâtiment de l'Administration du CNRC, chemin de Montréal, en s'inspirant de l'inscription ci-dessous que l'on peut lire au-dessus de la porte d'entrée du bâtiment de la Promenade Sussex: "Great is truth and mighty above all things; It endureth and is always strong; It liveth and conquereth for evermore. The more thou searchest, the more thou shalt marvel". Cette sphère d'un haut poli, au milieu d'une pièce d'eau de 26 pieds de diamètre, renvoie la lumière dans toutes les directions et symbolise ainsi la diffusion des connaissances scientifiques de par le monde.

