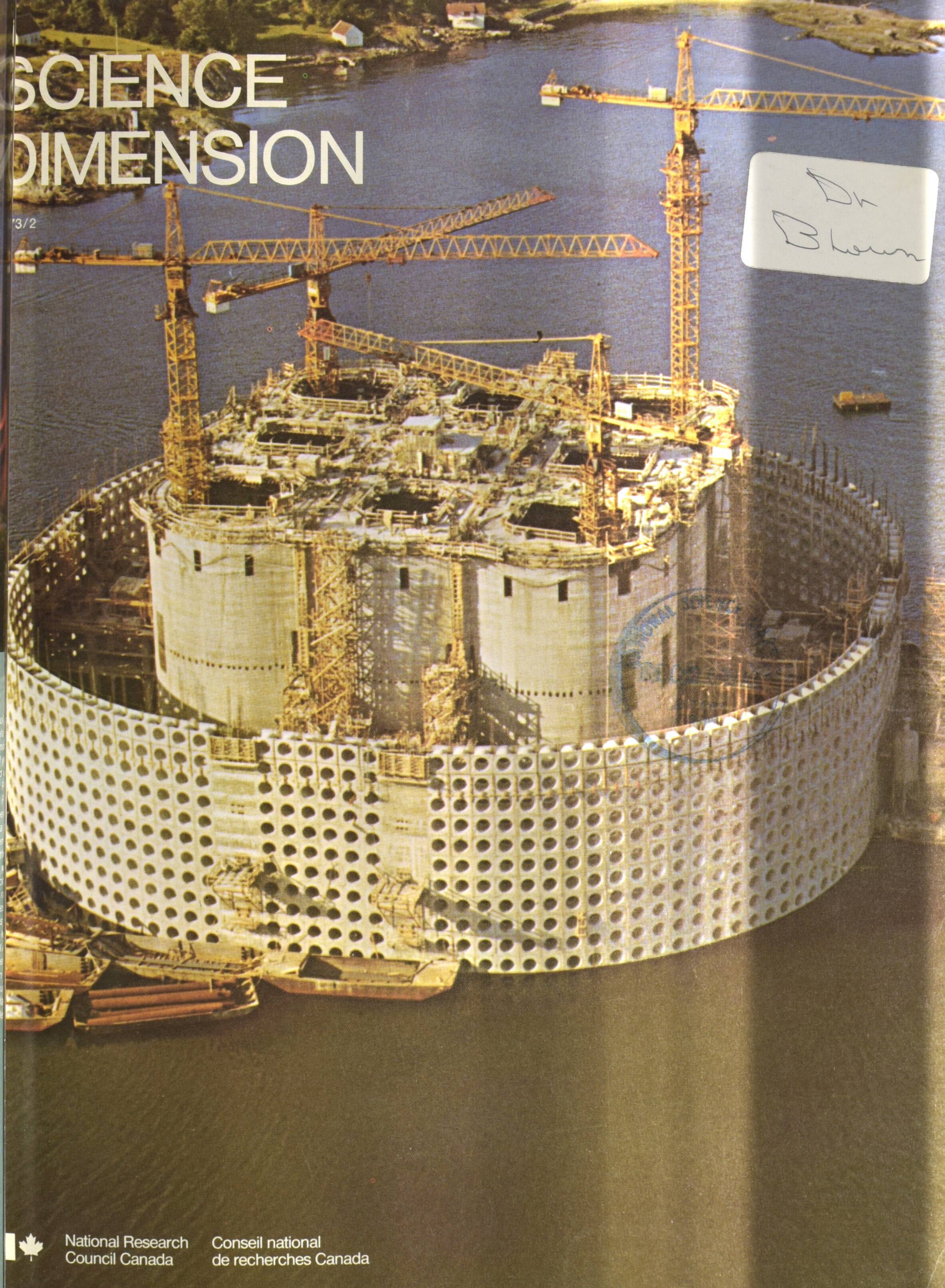


SCIENCE DIMENSION

3/2

Dr
Blouin



National Research
Council Canada

Conseil national
de recherches Canada

SCIENCE DIMENSION

VOL. 5 No. 2, APRIL 1973.

VOL. 5 N° 2, AVRIL 1973

Contents

Sommaire

| | | | |
|----|---------------------------------|------------------------------------|----|
| 4 | North Sea oil storage island | Stockage du pétrole en mer | 5 |
| 8 | Speechless learn to communicate | Les muets apprennent à communiquer | 9 |
| 14 | Unique aid to agriculture | L'azote en agriculture | 15 |
| 18 | Cheaper fuels for diesels | Diésels encore plus rentables | 19 |
| 22 | Earth pictures from space | Espace et photogrammétrie | 23 |
| 28 | New carpet yarn technology | Nouvelle technologie textile | 29 |

Managing Editor / Directeur
Loris Racine

Editor / Rédacteur en chef
John E. Bird

French Texts / Textes français
Georges Desternes
Claude Devismes

Graphics-Production / Arts graphiques-Production
Robert Rickerd

Photo Editor / Direction de la photographie
Bruce Kane

Printed by / Imprimé par
Mortimer Ltd. / Mortimer Ltée
Ottawa

Contributions

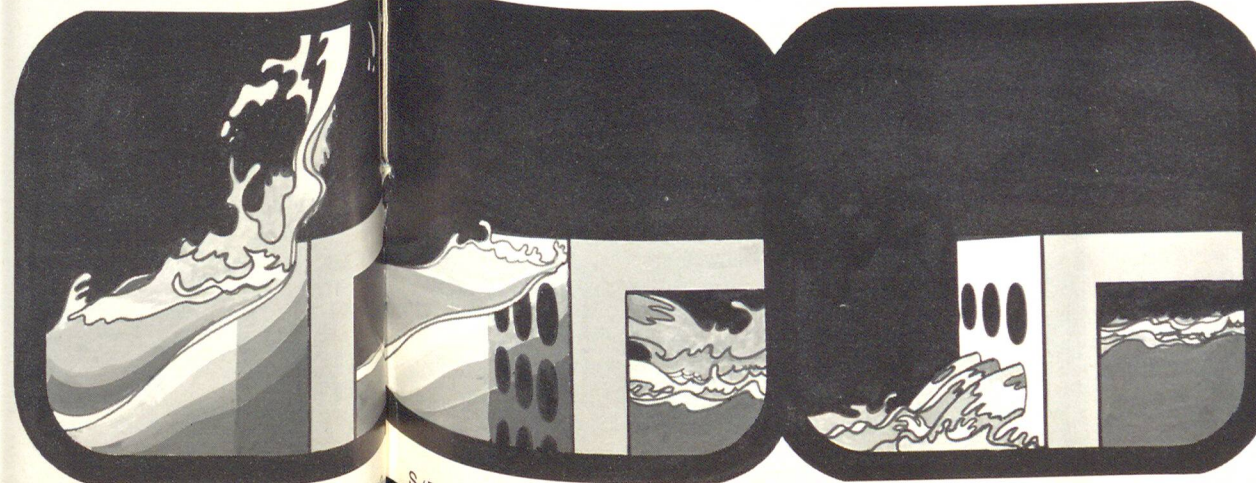
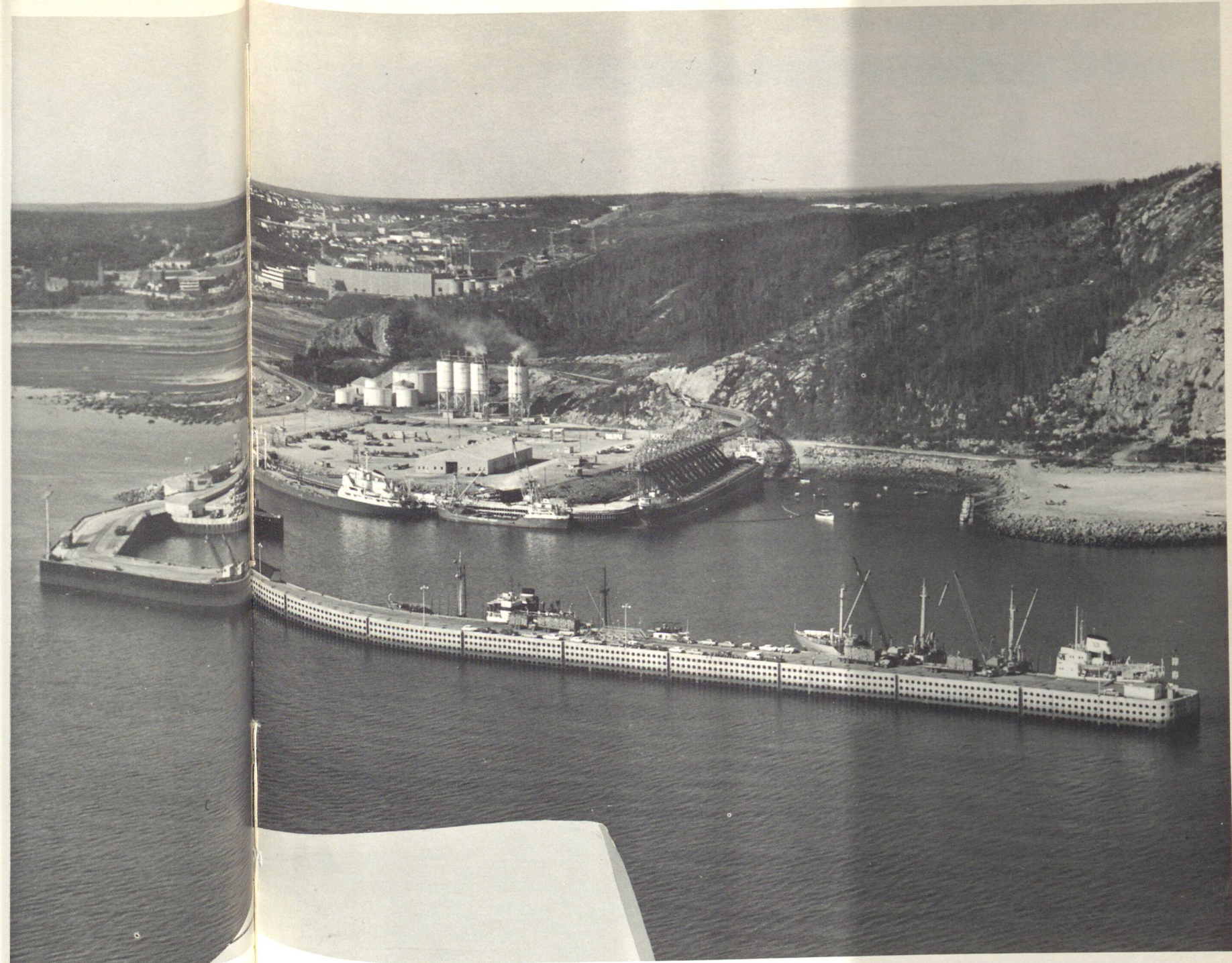
Pages 2, 3 (top), J. Jacques Lavoie, Baie-Comeau, Quebec; pages 4, 5, 6, C. G. Doris, Paris, France; page 7, Egil Eriksson, Stavanger, Norway; pages 2, 3 (bottom), 8, 11, 12, 13, 14, Luc Lebrun; page 17, 28, 29, 30, 31, Bruce Kane, NRC; page 18, Public Archives of Canada; page 19, Canadian Government Photo Centre; pages 20, 21, Canadian National; page 21 (bottom), Division of Mechanical Engineering; page 24, Mansell Acres, NRC; page 27, Canada Centre for Remote Sensing.

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.

Contributions

Photographies des pages 2 et 3 (en haut), de J. Jacques Lavoie, de Baie-Comeau, Québec; des pages 4, 5 et 6, de C. G. Doris, de Paris, France; de la page 7, de Egil Eriksson, de Stavanger, Norvège; des pages 2, 3 (en bas), 8, 11, 12, 13, 14, de Luc Lebrun; des pages 17, 28, 29, 30 et 31, de Bruce Kane, CNRC; de la page 18, des Archives publiques du Canada; de la page 19, du Centre photographique du gouvernement canadien; des pages 20 et 21, du Canadien national; de la page 21 (en bas), de la Division de génie mécanique; de la page 24, de Mansell Acres, CNRC; de la page 27, du Centre canadien de télédétection.

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. Tél. (613) 993-3041.



Aerial view of the perforated breakwater at Baie Comeau, Quebec. Landward side provides a quiet harbor for ships. • Vue aérienne de la digue à parois perforées de Baie Comeau, dans la province de Québec; cette digue assure des eaux calmes dans le port.

Diagram (left) shows a wave pouring over the top of a conventional vertical breakwater. Diagram (center) shows a wave flowing through the perforated wall of the NRC breakwater into a chamber where most of the wave's energy is absorbed by friction and turbulence. Diagram (right) shows a counterwave flowing back out from the chamber dissipating part of the force of the next oncoming wave. • A gauche: schéma illustrant ce qui se passe lorsqu'une puissante vague est arrêtée par une digue ordinaire. Au milieu et à droite: le même phénomène avec une digue perforée; l'eau entre dans la chambre lorsque les vagues "montent" et elle retombe dans la mer durant les "creux" ce qui réduit l'impact de la vague suivante.

North Sea oil storage island Based on Canadian design

One of the world's largest artificial oil storage islands is being installed in the oil-rich Ekofisk area in the Norwegian sector of the North Sea, about 200 miles southwest of Stavanger, Norway. The construction of this unique \$25,000,000 storage unit resulted from an unusual combination of international contributions. The island is owned and financed by a group of oil companies representing five countries. Phillips Petroleum Company, Bartlesville, Oklahoma, U.S.A., is operator for the group. The island was designed and built in Norway by a French company under sub-license from a Canadian company and it is based on a National Research Council of Canada invention — the Jarlan perforated breakwater.

The tank, which has a storage capacity of one million barrels of crude oil, is to be towed to the Ekofisk area in the spring of 1973 where it will be linked to production wells in this vast offshore oil field. Partly immersed in 230 feet of water, the structure consists of a concrete breakwater of the perforated caisson type which encompasses internal concrete tanks. Its outer shape is that of a "round square" with a section base of 302 feet by 302 feet. The perforated breakwater is 269 feet in height and the storage tank is 295 feet high. The tank is partitioned into nine compartments and rests on the bottom of the North Sea and extends 65 feet above sea level. Decks atop the tank provide additional space for oil and gas separating and handling equipment.

The storage tank's design was based on a perforated breakwater developed by G. L. E. Jarlan, D.Sc., a former research physicist with the Hydraulics Laboratory of the Division of Mechanical Engineering of the National Research Council of Canada. It has been patented by Canadian Patents and Development Limited, a subsidiary of NRC responsible for patenting and licensing government inventions.

The Jarlan breakwater was first constructed in 1962 at Baie Comeau, Quebec, by the Federal Department of Public Works. Since then, perforated breakwaters have been built at Chandler Harbor (1970), Quebec, and Roscoff Harbor (1972), in France. The breakwaters have been successful in all three harbor locations. Their unique design prevents high waves, except those produced by very severe storms, from pouring over the top of the breakwater. This makes it possible to use the opposite side of the structure as a wharf and quiet harbor for ships.

The North Sea is one of the world's roughest and the Phillips Norway Group called for tenders for a storage tank that could endure the high seas and allow oil production to continue even when the regular loading of tankers was interrupted.

Mr. Jarlan and the French company, C. G. Doris, (Compagnie Générale pour les Développements Opérationnels des Richesses Sous-Marines), submitted designs and quotes to the Phillips Norway Group. Mr. Jarlan acts as a consulting engineer for C. G. Doris, which is a sub licensee of Portocan Limited, a Canadian company set up by Mr. Jarlan. The company and Mr. Jarlan hold the original license from Canadian Patents and Development Limited.

The contract was awarded to Doris in July, 1971, and construction began in the fall of 1971, in Stavanger, Norway, 200 miles from the Ekofisk drilling site. The C. G. Doris storage tank projected a safe design for the two worst conditions of service: the hydrodynamic condition during towing and installation and the exposure to severe storm conditions while in use.

The perforated outer wall of the storage tank allows waves to flow through holes in the prestressed concrete instead of

smashing against a solid structure. Only a portion of the impinging force of a wave is reflected initially. Most of the wave's energy flows through the holes of the perforated breakwater into a chamber where it is absorbed by friction and turbulence. The wave itself raises the level of the water in the chamber. Part of the force of the next oncoming wave is dissipated by a counterwave which flows back out from the chamber between the storage tank and the wall. Thus, the constant rise and fall of wave energy is reduced to a level that saves the inner storage tank from being battered by the brutal North Sea waves, which can reach a height of more than 75 feet (trough to crest). About 60 per cent of the total wave energy is dissipated in the chamber between the perforated breakwater wall and the storage tank.

The "draw-in" effect of the perforations also tends to decrease the wave reflection at the wall. In the conventional solid breakwater wall design a wave vortex is created which curves down the base of the wall and out over the sea floor. This action scours sand away from the foot of the wall and weakens the foundation of the breakwater, causing dangerous stresses in the structure. In the case of the NRC breakwater, the permanent vertical velocity profile superimposed on the oscillatory motion at the wall is such that a mass transport takes place at the free surface, away from the structure. Because of continuity, this current is compensated by a bottom return flow which tends to upset scouring effects.

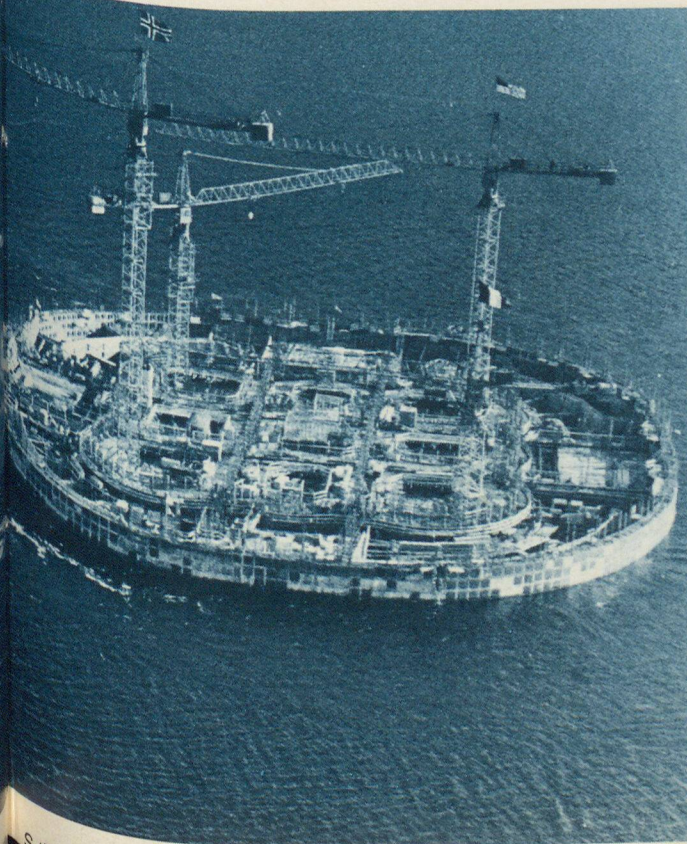
The floating raft being towed and then moored in deep water near Stavanger coast.



La contribution canadienne au stockage du pétrole en Mer du Nord

Dans le secteur norvégien de la Mer du Nord, à Ekofisk, région riche en pétrole, à environ 200 miles au sud-ouest de Stavanger, on installe l'une des plus grandes îles artificielles du monde pour stocker le pétrole. Cette construction, dont le montant s'élève à 25 millions de dollars, est le résultat d'une combinaison inhabituelle en matière de contributions internationales. C'est un groupe de compagnies représentant cinq pays qui construit l'île et la possédera. La direction des opérations est confiée à la compagnie américaine Phillips Petroleum, de Bartlesville, dans l'Oklahoma. L'île a été conçue et construite en Norvège par une compagnie française sous-licenciée d'une compagnie canadienne et dont le travail est basé sur une invention du Conseil national de recherches du Canada, c'est-à-dire sur la digue à parois perforées de Jarlan.

L'île, dont les neuf réservoirs de pétrole brut ont une capacité totale de 1 million de barils, doit être remorquée jusqu'à Ekofisk au printemps de 1973; c'est là qu'elle sera reliée aux puits de pétrole de ce vaste champ pétrolifère en pleine mer. La structure consiste en une digue de béton, du type à caissons perforés, qui entoure les réservoirs en béton également; l'ensemble doit reposer sur le fond à 230 pieds de profondeur. La forme extérieure est celle d'un carré de 302 pieds de côté et à coins arrondis. La digue perforée a 269 pieds de hauteur et les réservoirs de stockage 295 pieds, ce qui fait que la partie supérieure de ces derniers est à 65 pieds au-dessus du niveau de la mer. La partie supérieure des réservoirs est pontée pour que l'on puisse séparer le gaz du pétrole et installer les équipements d'exploitation.



Le côté original de cette île artificielle de stockage du pétrole est une digue perforée mise au point par G.L.E. Jarlan, D.Sc., anciennement physicien au Laboratoire d'hydraulique de la Division de génie mécanique du Conseil national de recherches du Canada. Cette digue a été brevetée et le brevet appartient à la Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée, filiale du Conseil national de recherches; cette société a pour mission de prendre des brevets et d'accorder des licences pour les inventions faites dans les laboratoires relevant du gouvernement fédéral.

Une digue du type Jarlan a été construite pour la première fois par le Ministère fédéral des travaux publics en 1962, à Baie Comeau, dans la province de Québec. Depuis cette époque, des digues à parois perforées ont été construites en 1970 à Chandler Harbor, dans la province de Québec, et en 1971 à Roscoff, en France. Grâce aux perforations, les hautes vagues venant de l'océan ne peuvent sauter par-dessus la digue sauf si les tempêtes sont extrêmement violentes. En outre, il est possible d'utiliser le côté à l'abri comme quai en eaux calmes.

On sait que les tempêtes en Mer du Nord sont parmi les plus violentes du monde et c'est la raison pour laquelle le groupe Phillips Norway a lancé des appels d'offres pour contruire un parc de stockage pouvant résister aux plus mauvaises mers sans que l'on ait à interrompre le remplissage et même si le mauvais temps interdit de charger les pétroliers.

M. Jarlan et la compagnie française C.G. Doris (c'est-à-dire la Compagnie Générale pour les Développements Opérationnels des Richesses Sous-marines), ont fait des propositions au groupe Phillips Norway. M. Jarlan est ingénieur-conseil pour la compagnie C.G. Doris qui est sous-licenciée de Portocan Limited, compagnie canadienne créée par M. Jarlan. La compagnie et M. Jarlan sont détenteurs de la licence accordée par la Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée.

Le contrat a été accordé à la compagnie Doris en juillet 1971 et la construction a commencé en automne à Stavanger, en Norvège, à 200 miles des puits d'Ekofisk. La compagnie Doris a calculé cette île pour qu'elle soit sûre dans les deux plus mauvaises conditions de service: les conditions hydrodynamiques durant le remorquage et la mise en place et l'exposition aux tempêtes violentes durant l'utilisation.

Grâce aux perforations de la digue en béton précontraint, les vagues venant s'écraser sur la paroi extérieure ne trouvent pas une surface continue mais, au contraire, des passages permettant à de grandes quantités d'eau de s'écouler dans l'espace compris entre la digue perforée et les réservoirs. Ainsi une grande partie de l'énergie d'impact est sans effet sur la digue et se trouve absorbée par frottement et par turbulence dans cette sorte d'espace de tranquillisation. En même temps, le niveau des eaux augmente dans cet espace ce qui fait que ces masses d'eau en surplus ont tendance à s'écouler par les trous vers la mer lorsqu'il y a un creux à l'extérieur de la digue. Au moment où la vague suivante arrive, ces eaux sortant des perforations l'amortissent et tendent ensuite à retourner dans l'espace de tranquillisation sous l'action de la vague. Ces espaces, ou chambres de tranquillisation dans le cas de digues couvertes, sont en fait des régions de dissipation partielle de l'énergie des vagues incidentes (jusqu'à 60% environ) de sorte que les réservoirs à l'intérieur de l'île artificielle se trouvent bien protégés contre les plus mauvaises mers dont les vagues atteignent parfois 75 pieds de hauteur en Mer du Nord. Dans le cas d'une digue ordinaire, les tempêtes engendrent

storage island

When in operation, the nine compartments of the storage tank will always be filled with either water or low sulphur crude oil with a specific gravity of 0.83 or a combination of both. The storage compartments are kept pressurized by a water tower located on the top of the tank. During the tank filling operation, the oil enters from the production separators and pushes out the seawater contained in the tank. Any residual oil in this water is removed and retained before the water is flushed into the water tower. Water level in the tower is maintained to automatically replace the oil pumped out of the tank. An internal plumbing system removes sludge from the bottom of the tank by agitating and flushing it with high pressure water jets. Oil is pumped into the tank through a 30-inch line which also serves as the discharge line for pumping oil into the holds of tankers.

The oil-water levels are continuously monitored by a system of instruments and controls in the tank. Other auxiliary equipment includes automatic venting, a fire-fighting system and required navigational aids.

Prior to construction of the storage tank, water level and wave force measurement tests were conducted in a wave flume on a prototype model at the River and Harbor Laboratory of the Technical University of Norway, Trondheim. Pressure distribution measurements were also taken to determine the forces of wave action on the bottom and sides of the tank and the forces due to the differential water level in the outer chamber. The parameters involved under towing and various sea conditions were investigated at the "Bassin des Carenes" of the French Navy and scour tests were made at the Laboratoire central d'Hydraulique de France (Maisons-Alfort) to observe the influence of wave action at the toe of the structure.

The concrete and prestressing engineering was performed by Europe Etudes, Paris, and Société Technique de l'Utilisation de la Précontrainte, Paris, both companies acting as sub-contractors. A three-dimensional finite elements analysis was carried out at the University of Calgary, Calgary, Alberta, with the help of Professors A. Chaili, W. H. Dilger and Y. K. Cheung. This analysis showed that the stress-strain relationships derived from calculation and adopted from the design were adequate.

The determination of the stresses on the storage tank and perforated wall allowed for the design of the structure in accordance with acceptable structural codes and standards. For the concrete structures the design standards followed were those of the American Society for Testing Materials, the American Concrete Institute and the Norwegian Concrete Code. The recommendations of the "Comité Européen du Béton — Fédération Internationale de la Précontrainte" were applied to the post-tensioning system.

The structure was built in two different stages — in dry dock and while afloat. The raft foundation was first built in dry dock at Stavanger. At the end of this phase the double-floor raft was 20 feet high, surrounded by a 29-foot high perforated breakwater wall. The perforations were temporarily blocked off to permit floatation of the breakwater raft.

The floating structure was then towed from the drydock and moored in a sheltered area. The perforated breakwater wall was constructed of pre-cast concrete elements and these were carefully lowered into place by cranes mounted on barges. The inner tank was built using the slip-forming technique which allowed a fast wall erection. The post-tensioning operations were then performed so as to allow the entire unit to be in a

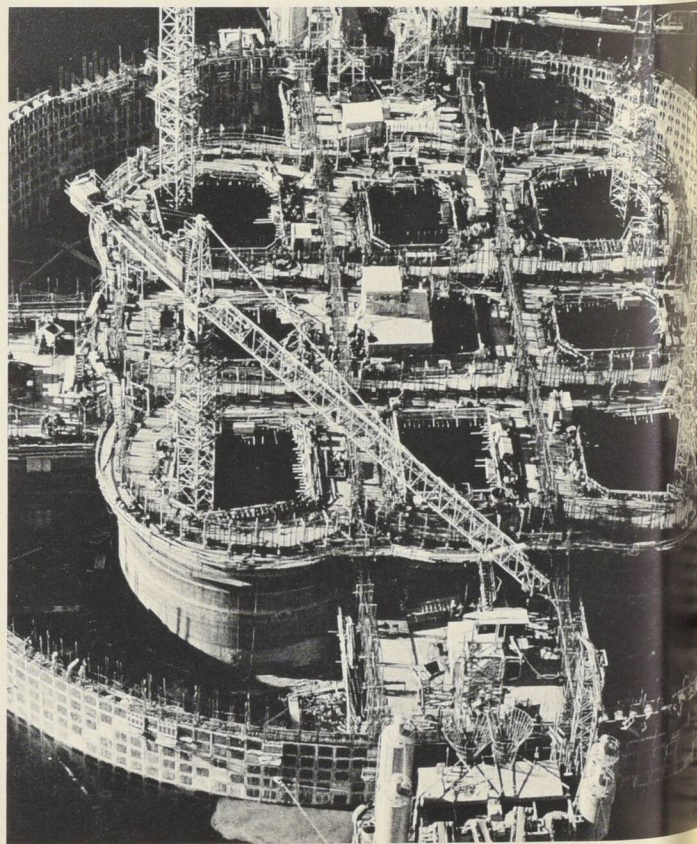
compression state. As the storage tank and outer walls rose the whole structure was allowed to sink lower into the sea, keeping enough freeboard to allow setting of the concrete.

Stability of the floating structure was provided by ballasting the storage tanks. After wall and roof completion, piping and pumps for the oil and water systems were installed and the entire unit is being made ready for installation at the Ekofisk field. Once the storage tank is positioned in its proper location in the drilling complex, it will be slowly lowered into place by ballasting the storage tanks with sea water. A careful survey was made of the towing routes to avoid running aground or encountering other navigational dangers.

All present indications are that the storage tank will be used safely and successfully. If the perforated storage tank proves to be an efficient and safe means of storing crude oil at an offshore drilling site and providing stable and strong deck areas, the sea platform may be used to provide marine bases for oceanographic studies and other industrial applications such as offshore nuclear power plants and offshore oil and gas drilling and production platforms. □ Donald Crockford

Below—Another view of the floating raft before it was towed and moored in deep water. • Ci-dessous: l'île artificielle avant d'être remorquée jusqu'à son emplacement définitif.

Opposite page—Aerial view of the floating raft under construction. The nine oil storage tanks are located inside the perforated breakwater. • Page de droite: vue de l'île artificielle en cours de construction. Les neuf réservoirs de pétrole sont entourés de la digue perforée.



.pétrole en mer...

ssi un rouleau tourbillonnaire, à la base de la digue, qui a pour effet d'affouiller les fondations, de les affaiblir et de donner des contraintes dangereuses pour l'entière structure. Dans le cas de la digue du CNRC, le profil permanent des masses verticales superposé au mouvement oscillatoire à la marée est tel qu'il y a transport de masse, à la surface libre, orienté vers le large. En raison de la continuité, ce courant est compensé par un courant de retour sur le fond, courant qui a pour effet de contrecarrer le tourbillon affouillant les digues dynamiques.

Durant l'utilisation, les neuf réservoirs sont toujours remplis d'eau ou de pétrole brut, dont la densité est de 0,83, ou d'un mélange d'eau et de pétrole. Ces réservoirs sont maintenus sous pression grâce à un château d'eau placé à leur partie supérieure. Durant le remplissage, le pétrole entrant dans les réservoirs rejette l'eau de mer qui s'y trouve. Comme ces eaux peuvent contenir du pétrole, il est nécessaire de les nettoyer avant de les renvoyer dans le château d'eau où le niveau est maintenu pour pouvoir remplacer automatiquement par de l'eau le pétrole pompé des réservoirs. Grâce à un système de jets d'eau à haute pression, il est possible de nettoyer les réservoirs où des dépôts peuvent s'accumuler. Les réservoirs sont équipés de pompes branchées sur des conduites de 30 pouces pour les remplir et pour charger les pétroliers.

Les niveaux de l'eau et du pétrole sont continuellement autorégulés. Il existe d'autres équipements auxiliaires dont une ventilation automatique, un système de lutte contre les incendies et des appareils de navigation.

Avant de construire le parc de stockage, le niveau des eaux

et la force des vagues ont été déterminés à l'aide d'un bassin spécial et d'une maquette au Laboratoire des rivières et des ports de l'Université technique de Norvège, à Trondheim. On a également fait des mesures de pression pour obtenir les répartitions de ces pressions sur le fond et sur les parois des réservoirs et pour déterminer les forces causées par les différences de niveau entre la mer et les espaces de tranquillisation au cours des tempêtes. Les paramètres impliqués lors du remorquage et par les différents états de la mer ont été étudiés au Bassin des carènes de la Marine française et les essais d'érosion par les vagues à la base de la construction ont été faits au Laboratoire central d'hydraulique de Maisons-Alfort, en France également.

Les travaux de bétonnage et de précontrainte ont été exécutés sur sous-contrats par Europe Etudes et par la Société technique de l'utilisation de la précontrainte, toutes les deux de Paris. Une analyse d'éléments finis tridimensionnels a été faite à l'Université de Calgary, en Alberta, avec l'aide des professeurs A. Ghali, W. H. Dilger et Y. K. Cheung. Cette analyse a montré que les relations calculées entre les contraintes et les déformations et adoptées pour l'étude sont adéquates.

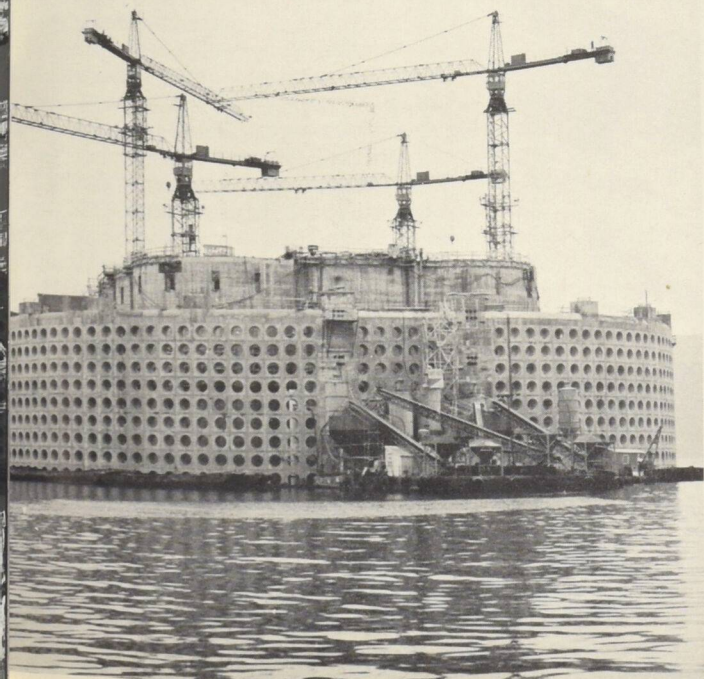
Après avoir déterminé les contraintes dans les parois des réservoirs et dans celles de la digue perforée, on a pu faire une construction en accord avec les différents codes structuraux et les normes acceptées. Pour les structures en béton, les normes suivies ont été celles de l'"American Society for Testing Materials", du "American Concrete Institute" et du Code norvégien du béton. Les recommandations du Comité européen du béton, relevant de la Fédération internationale de la précontrainte, ont été appliquées pour la mise sous tension.

La structure a été construite en deux étapes, la première en cale sèche et la deuxième après lancement. On a d'abord construit en cale sèche, à Stavanger, les fondations du radeau. A la fin de cette étape, le radeau à double plancher avait 20 pieds de haut et il était entouré de la digue à parois perforées haute de 29 pieds. Les perforations ont été temporairement fermées pour que l'ensemble puisse flotter.

La structure flottante a été sortie de la cale sèche et ancrée dans un espace abrité. La digue perforée a été construite en éléments de béton moulés soigneusement mis en place à l'aide de grues flottantes. On a utilisé la technique des coffrages glissants pour construire les réservoirs car elle permet une construction rapide. On a procédé alors à la mise sous tension pour que l'unité entière puisse être en compression. A mesure que les parois externes s'élèvent, on laisse l'ensemble s'enfoncer de plus en plus dans la mer tout en gardant un espace libre suffisant pour que le béton puisse prendre.

La stabilité de la structure flottante est maintenue par ballastage. Après avoir terminé les parois et le toit, les tuyauteries et les pompes sont installées. Après remorquage de l'île sur place, on la laisse s'enfoncer doucement dans la mer par ballastage. La route à suivre pendant le remorquage a été bien étudiée pour éviter un échouage et en raison des autres risques de navigation.

Actuellement tout laisse penser que ce parc de stockage en pleine mer est une réussite et qu'il est sûr. Si c'est le cas, la plate-forme marine obtenue par pontage solide et stable pourrait peut-être servir aux études océanographiques et à d'autres applications industrielles comme les centrales nucléaires en pleine mer et les plates-formes en mer pour le forage ou l'exploitation des puits de gaz ou de pétrole. □



Physically handicapped children Learn to communicate



At first glance, a large schoolroom in Ottawa gives the impression of being a bright, warm playroom. At the far end, children's toys and games lie scattered on table tops and the floor — puzzles, blocks, hobby horses, tricycles, toy cars, a shuffleboard. Nearby, a work-bench with carpentry tools, a blackboard, and a cupboard on which rests a large colorful plastic ball. Beside the cupboard stand low parallel bars and, a few feet away, a small set of stairs with handrails, flanked by mats.

The left side of the room is divided into three work areas. The area closest to the entrance contains desks and chairs for adults. The one at the back is just a small cubicle with a work desk, a few small chairs and table, the latter dominated by a

large tilted mirror. A colorful partition decorated with finger paintings of flowers in orange, yellow and purple separates this area from the neighboring cubicle, just as small and furnished with a child's desk, a table and a battery of machines.

This room is officially known as the Physiotherapy Area of the Ottawa Crippled Children's Treatment Centre. The children's games are the tools of the occupational therapist; the parallel bars and stairs assist the physiotherapist; the tilted mirror is the speech therapist's and the long desks are for report writing, evaluations and putting hopes on paper.

The small middle cubicle with its table and desk flanked by machines, is for learning to communicate. In these few square

Les enfants infirmes apprennent à communiquer

Il existe à Ottawa une grande salle de classe qui donne l'impression d'être une salle de jeu bien chauffée et bien éclairée. Au fond, on y voit des jouets et des jeux éparpillés sur des tables et sur le plancher: des jeux de patience, des jeux de construction, des chevaux à bascule, des tricycles, des poupées et un jeu de galets. Non loin de là, on voit un établi avec des outils de charpentier, un tableau et un buffet sur lequel repose une grosse balle de plastique aux couleurs vives. A côté de ce buffet, on voit aussi de petites barres parallèles et, à quelques pieds de là, de petits escaliers munis de rampes et entourés de tapis.

Le côté gauche de la salle de classe est divisé en trois zones de travail. La zone la plus proche de l'entrée comprend des bureaux et des chaises pour adultes. La zone du fond ne contient qu'une petite cellule avec un bureau, quelques petites tables et une table, ces dernières étant dominées par un grand miroir incliné. Une cloison colorée et décorée de dessins que les enfants ont peints avec leurs doigts et qui représentent des fleurs orangées, jaunes et pourpres, sépare cette zone de la cellule voisine tout aussi petite et équipée d'un bureau pour un enfant, d'une table et d'une batterie de machines. Cette pièce est appelée Salle de physiothérapie du Centre de traitement des enfants infirmes d'Ottawa. Les jeux sont en quelque sorte les outils du thérapeute. Les barres parallèles et les escaliers aident le physiothérapeute; le miroir incliné est un outil du rééducateur de la parole et les longs bureaux servent à écrire des rapports, des évaluations et à inscrire ce qu'on espère obtenir.

La petite cellule du milieu, avec sa table et son bureau entouré de machines, sert à apprendre à communiquer. Dans les quelques pieds carrés, un éducateur dévoué se servant d'un équipement conçu et construit par deux scientifiques du Conseil national de recherches du Canada est à l'origine de progrès accomplis dans le traitement des enfants infirmes de parole. Là, au milieu des équipements électroniques complexes, quelques enfants infirmes ont pu, pour la première fois, se servir de mots qu'ils ont écrits grâce à une machine à écrire électronique.

L'institutrice, Mlle Wendy Eastman, de 22 ans, ancienne étudiante du "Ottawa Teachers' College", diplômée en génie biomédical du Collège Algonquin, à Ottawa, enseigne à ces enfants durant toute l'année scolaire depuis deux ans et dirige une colonie de vacances à leur intention durant l'été.

Les machines sont "les enfants" de M. O. Z. Roy et de M. J. R. Charbonneau, chercheurs à la Section d'instrumentation de la Division de génie électrique du Conseil national de recherches du Canada, qui ont mis au point leur premier système de communication pour les handicapés en 1963 et l'on appelé "COMHANDI". COMHANDI sert à ceux qui sont incapables de parler ou d'écrire.

Le système du CNRC a pour objectif que les enfants puissent se servir de nombreux caractères facilement et rapidement, avec un minimum d'effort et une utilisation maximum de leurs possibilités. On utilise donc différentes commandes qui, par balayage horizontal et vertical, permettent à l'enfant de choisir, par exemple, les lettres du mot correspondant à un symbole affiché et de les faire imprimer à une machine à écrire électronique. Ainsi les mots et les nombres peuvent être dactylographiés assez vite et les enfants handicapés de la voix, du bras, ou ayant des difficultés de coordination peuvent maintenant communiquer.

La plupart des enfants infirmes ont accepté immédiatement

le système COMHANDI qui, à l'origine, comprenait quatre composantes majeures: une boîte de commandes manuelles de 5 X 8 pouces, un système de contrôle incorporant un petit panneau d'affichage pouvant contenir 64 lettres et symboles, une machine à écrire électronique et un convertisseur des signaux codés émanant des commandes pour la machine à écrire. Au-dessus de cette boîte se trouvait une barre de commande du balayage. D'autre part, des boutons sur la boîte permettaient de choisir le type des caractères, de régler l'espacement et de commander le retour du chariot. Après quelques semaines, les commandes manuelles ont été remplacées par des leviers indénifiables facilement grâce à leurs vives couleurs. A l'exception de quelques commutateurs mécaniques, le système était entièrement transistorisé.

Les enfants ont été très intéressés par cette machine car ils pouvaient la faire fonctionner eux-mêmes et voir très rapidement les résultats de leurs actions; ils avaient hâte d'assister aux leçons. Aidés de Mlle Eastman, ils ont fait de rapides progrès mais quelques difficultés restaient à aplanir malgré leur plaisir évident de jouer avec cette machine. L'équipe du CNRC a donc commencé à étudier des modifications en fonction des suggestions des enfants et de leurs réactions; il s'agissait notamment d'adapter autant que possible la machine à l'enfant. Ainsi, par exemple, on a agrandi le panneau d'affichage et le système de contrôle a été modifié pour que les enfants n'aient pas à surveiller entièrement le panneau chaque fois qu'ils avaient besoin d'un symbole ou d'une lettre. Les enfants souhaitaient également pouvoir surveiller plus rapidement ce panneau de sorte que le système a été modifié pour que l'on puisse repérer jusqu'à quatre lettres par seconde. En outre, on a adapté un "couineur" à haute fréquence pour signaler le balayage horizontal et un autre à basse fréquence pour le balayage vertical.

Ni les leviers, ni la barre de la boîte de commandes manuelles d'origine ne satisfaisaient Jeannie car elle ne pouvait exercer une pression suffisamment forte malgré que les ingénieurs du CNRC aient utilisé des commutateurs et des leviers sensibles à une pression de quelques grammes seulement. Comme il était impossible de se servir de commandes mécaniques, les chercheurs du CNRC ont mis au point pour Jeannie un système optique spécial utilisant des lampes et des cellules photoélectriques dans une série de trous. L'enfant fait fonctionner le système en plaçant son doigt entre la lampe et la cellule photoélectrique et l'interruption des rayons lumineux active les commandes.

Ce modèle de COMHANDI a été utilisé durant l'année scolaire 1971-72 et il a donné de bons résultats; grâce à lui, les enfants ont pu écrire deux fois plus vite qu'avec le modèle d'origine.

La deuxième version a été encore modifiée et une troisième était prête après le début de cette année scolaire. Les circuits ont été améliorés et tous les équipements se trouvent dans la même enceinte; l'équipe du CNRC a en outre mis au point un panneau d'affichage amovible dont les lettres sont dans l'ordre alphabétique. Grâce à ce panneau, les enfants non seulement ont accès aux lettres mais ils peuvent également, par exemple, mettre en marche et arrêter des postes de radio et de télévision, allumer et éteindre des lumières.

En novembre 1972, on a apporté une autre modification rendant plus facile l'accès aux lettres et aux symboles; il s'agit d'une commande rappelant le "manche à balai" d'un avion; on balaye le panneau horizontalement en actionnant ce manche

Handicapped children

feet of space, a dedicated teacher utilizing equipment designed and built by two scientists from the National Research Council of Canada is making history in the treatment of speechless crippled children. Here amid the complex electronic equipment, some crippled children have for the first time in their lives been able to use words written on an electronic typewriter to communicate.

The teacher is Miss Wendy Eastman, a 22-year-old graduate of Ottawa Teachers' College and graduate technician in biomedical engineering from Algonquin College in Ottawa. Miss Eastman instructs crippled children throughout the school year and directs a day camp for them during the summer holidays. For two years now she has worked around the calendar with handicapped children.

The machines are the brain-child of O. Z. Roy and J. R. Charbonneau, researchers in the Instruments Section of NRC's Radio and Electrical Engineering Division who developed their first communication system for the handicapped (called "COMHANDI") in 1963. COMHANDI serves as a means of communication with words for those unable to speak or write.

In concept, the NRC communication system for handicapped people is designed to give quick, easy access, with minimum stress and maximum use of the child's abilities, to a wide range of letters and symbols. This is accomplished through devices specially designed to encourage maximum participation from the child activating various controls. One of these controls scans a display board first in the horizontal direction and then, when reactivated, vertically to arrive at the desired letter or symbol. Then this chosen symbol is recorded graphically by means of an electronic typewriter. In this way, words and numbers can be written fairly rapidly and people handicapped with voice, arm or coordination problems can now communicate.

Most of the crippled children took to the first COMHANDI system right away. Initially, it had four major components: a control system containing a small display board with room for 64 letters and symbols, an electronic typewriter, a system for converting code signals from the control system to the typewriter and a five-by-eight-inch box for hand controls. Over this box was a bar for activating the scanning control. In addition, buttons on the box controlled the "type", "space" and "carriage reset" commands. A few weeks after tests began, the hand-control box was replaced by a set of paddles, brightly colored for easy identification. Except for some mechanical switches the system was entirely transistorized.

The thrill of working this machine completely by themselves and seeing quick results had the children looking forward eagerly to each session. Assisted by Miss Eastman, they progressed rapidly toward mastering the machine. But there were problems and despite their obvious pleasure with the machine, the children, through Miss Eastman, made these problems known. The NRC team began work on designing a new model, one which would be modified with the children's own suggestions and reactions in mind; one which would be more easily adaptable to the needs of each individual child. For example, the display board was increased in size and the control system was changed so that children did not have to scan the whole display board each time they needed a symbol or letter. The children wanted a faster pace for scanning so the system was modified to scan at from one letter per second to four per second, as controlled by the teacher. As an additional aid and a means of reinforcement for learning, the children

hear a high-toned beep for each address as the scan proceeds horizontally and a lower tone for vertical scan.

Neither the new paddles nor the bar of the original hand-control box were satisfactory for Jeannie. She was unable to produce the hand pressure necessary to activate the controls, although the NRC team used the most delicate switches and levers, requiring pressures of but a few grams to operate. With mechanical control ruled out, the NRC researchers developed for Jeannie a special optical system utilizing lamps and photocells in a series of holes. She operates the system by placing her finger between lamp and photocell in the appropriate slots. The interruption in the flow of light activates the controls. The same principle enabling a shopper to open the front door of a supermarket automatically — the photoelectric effect — also permits Jeannie to communicate with words.

This COMHANDI model was in operation during the 1971-72 school year with good results; with it the children were able to halve the time needed to write with the original model.

The second version was further modified and a third model was ready soon after the start of the current school year. In addition to improving the circuitry and putting all equipment into a single unit, the NRC team developed a removable display board with letters in alphabetical order. With this display board the children not only had access to the letters but they were also able to "control their environment". For example, they could turn lights and appliances such as radios and television sets on and off.

In November 1972, another feature was added to give still easier access to the desired letter or symbol on the display board: a "joystick" in the form of a hinged vertical rod controlling the scan on the display board. This feature enables the child to take the shortest path to the letter or symbol he wants since the scan moves in the same direction as the joystick itself (up-down, right-left or diagonally).

"We have aimed at involving the child as much as possible in working the machines," says Mr. Roy. "At the same time we have attempted to make mass production of the COMHANDI as simple and economical as we can. The central unit, the 'guts' of the machine, is the same for all models. But the transducers which are plugged in to allow the child to control the machine are designed to exploit the child's abilities as much as possible and to encourage his full participation. The machine itself can be produced on an assembly line but time and careful study are needed in developing the transducer which will be best for the child. Jeannie's optical controls along with the paddles and joystick are just three examples of what can be developed for these children."

Canadian Patents and Development Limited, a subsidiary of NRC responsible for patenting and licensing government inventions, now is attempting to find a company to manufacture the COMHANDI.

At present, a new "optical joystick" is being developed for Jeannie and is soon to be integrated into this system. It involves a seven-hole plate with four of the holes forming a diamond. Each hole has the same lamp and photocell as the optical board which Jeannie now uses. When she places a finger in the uppermost of the four holes, the light will scan up the columns of letters and symbols on the display board; if the hole on the left is chosen, the scan will move "backwards" along the row of letters. This will enable her to "type" more simply and with much less effort than at present.

Enfants infirmes

gauche à droite et de droite à gauche et verticalement en le passant ou en le tirant, la direction du balayage étant la même que celle du manche. De cette manière il est possible de suivre le chemin le plus court pour atteindre la lettre voulue.

« Roy nous a dit: "nous avons essayé d'obtenir une participation maximale des enfants lorsque nous travaillions avec ces machines; en outre nous avons essayé de trouver un modèle COMHANDI simple et économique qui se prête à la production en série. L'unité centrale est la même pour tous les modèles. Par contre, les transducteurs utilisés pour que l'enfant puisse commander la machine sont conçus en fonction de ses possibilités. La machine elle-même peut être réduite sur un chaîne de montage mais une étude soignée et des temps sont nécessaires pour mettre au point le transducteur le mieux adapté à un enfant donné. Les commandes optiques de l'appareil de Jeannie, ainsi que les boutons et le manche à balai, ne sont que trois exemples montrant ce que l'on peut faire pour les enfants" ».

La Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée, filiale du CNRC, a la responsabilité des prises de brevets et des accords de licences pour les inventions faites dans les laboratoires de l'Etat; actuellement elle essaye de trouver un financement pour fabriquer COMHANDI.

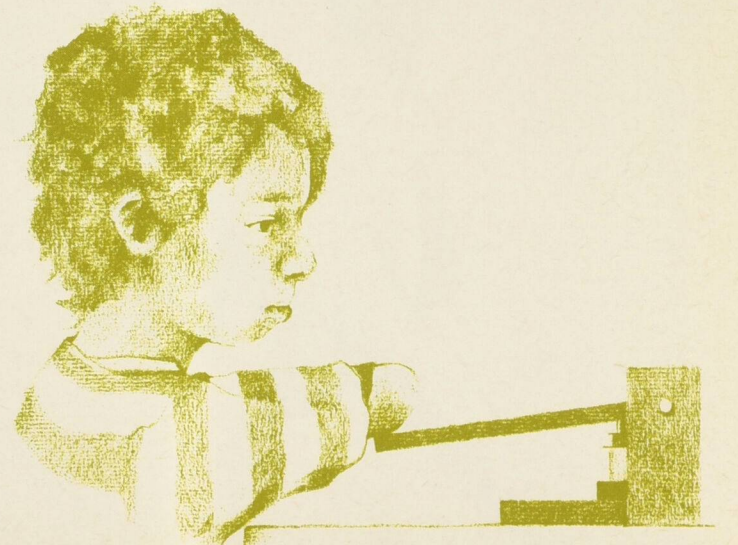
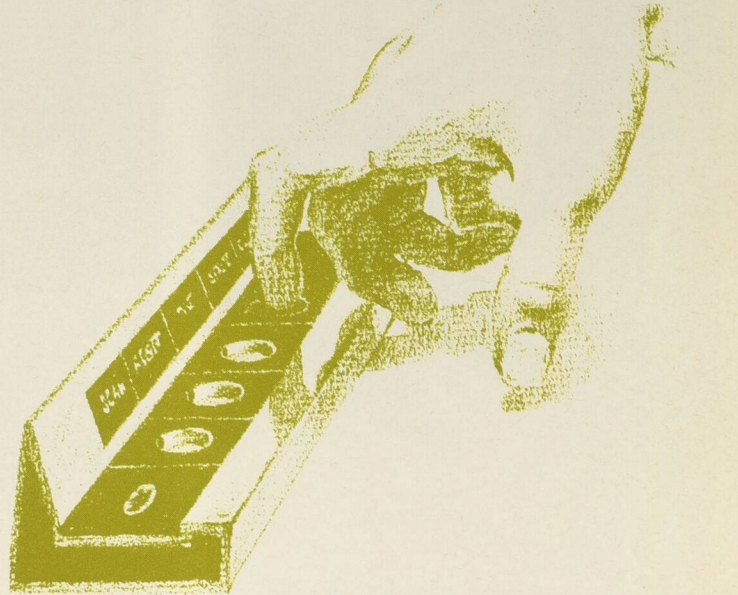
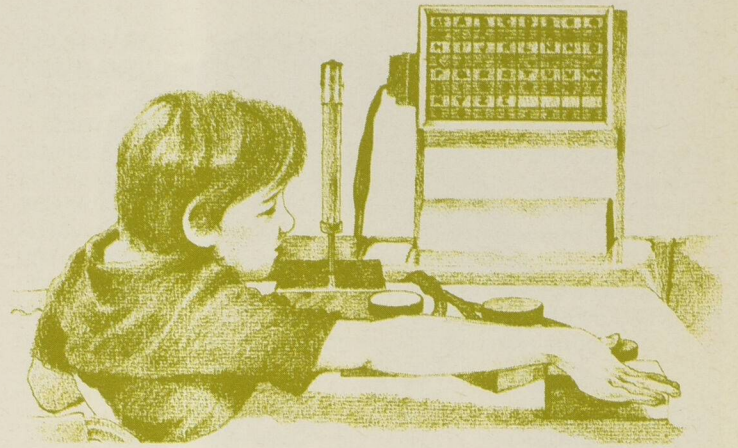
Actuellement, un manche à balai optique est en cours de développement au point pour Jeannie et il sera bientôt intégré au système. Il comprend une plaque à sept trous dont quatre sont disposés en losange. Chaque trou a la même lampe et la même cellule photoélectrique que le panneau optique dont se sert Jeannie. Lorsqu'elle placera un doigt dans le plus haut des quatre trous, la lumière balayera les colonnes de lettres et de symboles sur le panneau d'affichage; si le trou de gauche est choisi, le balayage se fera en sens inverse le long de la rangée de lettres. Ainsi elle pourra "taper" plus simplement et avec moins d'effort qu'actuellement.

Au cours de l'été de 1972, on a étudié une sélection plus simple des lettres et des symboles. Dans ce cas, les enfants se servent d'un langage d'ordinateur, c'est-à-dire d'une sorte de code rappelant le Morse. Chaque symbole est constitué de deux points au plus; le balayage peut alors être limité à une seule rangée de six cases, la dernière correspondant à l'ordre "taper" et les cinq autres pouvant être sélectionnées ou non en fonction du "code".

Comme le code est logique, les enfants l'apprennent facilement. Il a plusieurs avantages et, notamment, il permet à ces enfants de ne pas avoir à chercher de lettres. Connaissant le code de la lettre qu'il cherche il lui suffit d'activer la case appropriée au moment où elle est balayée par la lumière; si l'enfant n'active pas la dernière case, cette lettre n'est pas tapée et le balayage recommence. Un autre avantage se trouve dans le fait que la machine à écrire électronique peut aussi donner une bande perforée selon le langage codé. Si l'on fait passer cette bande dans la machine à écrire on peut facilement obtenir des copies.

Le système COMHANDI qui permet aux handicapés de produire un travail écrit sans erreur pourrait se révéler également précieux du fait que ces enfants dépendent moins de l'autrui. En fait, Jim, qui n'a ni bras ni jambes, est si enthousiaste qu'il envisage de baser sa profession sur l'utilisation de cette machine.

Écoutons Mlle Eastman: "tout d'abord nous avons eu des difficultés surtout techniques et pour habituer les enfants au système. Toutefois les deux derniers modèles servant depuis le



Handicapped children



During the summer of 1972 another approach was developed to simplify the selection of the desired letter or symbol. In it the children use a standard computer language, a sort of Morse Code for letters and symbols. Each symbol is made up of at most five dots; scanning can thus be limited to a single row with six frames, the last for "type", the other five to be selected or not depending on the "code" for letter.

The computer code follows a logical pattern and has proved easy to learn. It has several advantages, one being that a child does not have to hunt for a letter. Knowing the code for the letter he wants, he just has to turn on the appropriate frames on the display board as the scan comes over them — and should he not activate the last frame to type this letter, the scan is cancelled and starts over. Another advantage is that in addition to the usual typewritten text the electronic typewriter can produce a perforated tape in the computer language code. By running this tape through the typewriter again, the child can easily make copies of the text. Also, error-free drafts can be produced since the typewriter can be made to skip lines with errors.

Hence, in the NRC COMHANDI system, handicapped people have a tool for turning out flawless written work; this could be an important step in ultimately making themselves more self-sufficient and less dependent on society. In fact, Jim, a limbless child and enthusiastic user of this system, has had such success with it that he is thinking along lines of using it for his future career!

"At first there were problems with the COMHANDI system, mainly technical problems and problems getting the children accustomed to using it," says Miss Eastman. "But the last two models in use since last September have proved much more functional, particularly with the added controls for speed.

"The children have come a long way from the point of view of speed, accuracy and getting what they want down on paper. Very few mechanical difficulties exist now with the equipment and considering what it does for the children, we hope it will soon be one of the tools in the classroom for COMHANDI fits in well with their regular public school work in spelling and mathematics. The machines seem to give them increased incentive and a desire to do their best is immediately evident. For these children, as for every child, determination to work and succeed is of prime importance for them. Don't forget that they are children first and handicapped children second. The more their studies and other activities can be made appealing to them, the better they'll do.

"For their teachers, COMHANDI provides a dependable way of seeing if the children have really understood and assimilated their lessons — they now spell, do mathematical problems, answer questions on texts just as other pupils do," Miss Eastman says. "Often we see them smiling as they work at the machine. COMHANDI enables them to see that they are making real progress in their learning."

What does the future hold in store? A new Ottawa Crippled Children's Treatment Centre is being built just a stone's throw from the new Children's Hospital of Eastern Ontario in Ottawa. The Centre hopes to move into its new quarters at the start of the next school year. Mrs. L. H. Murphy, Administrator of the Treatment Centre looks forward to its growth with these words: "The Centre administration is hoping to welcome more staff and even greater participation from NRC, with the good results which this could bring." □ Earl Maser

Enfants infirmes

nois de septembre se sont révélés beaucoup plus pratiques surtout du fait qu'ils ont des commandes plus rapides".

"Ces équipements donnent maintenant peu de difficultés mécaniques et l'on pense qu'ils vont devenir courants car ils s'adaptent très bien au travail des écoles publiques en ce qui concerne la lecture, l'écriture et les mathématiques. La machine semble encourager les enfants qui, de toute évidence, désirent bien faire et plus leurs études seront attrayantes, plus ils réussiront".

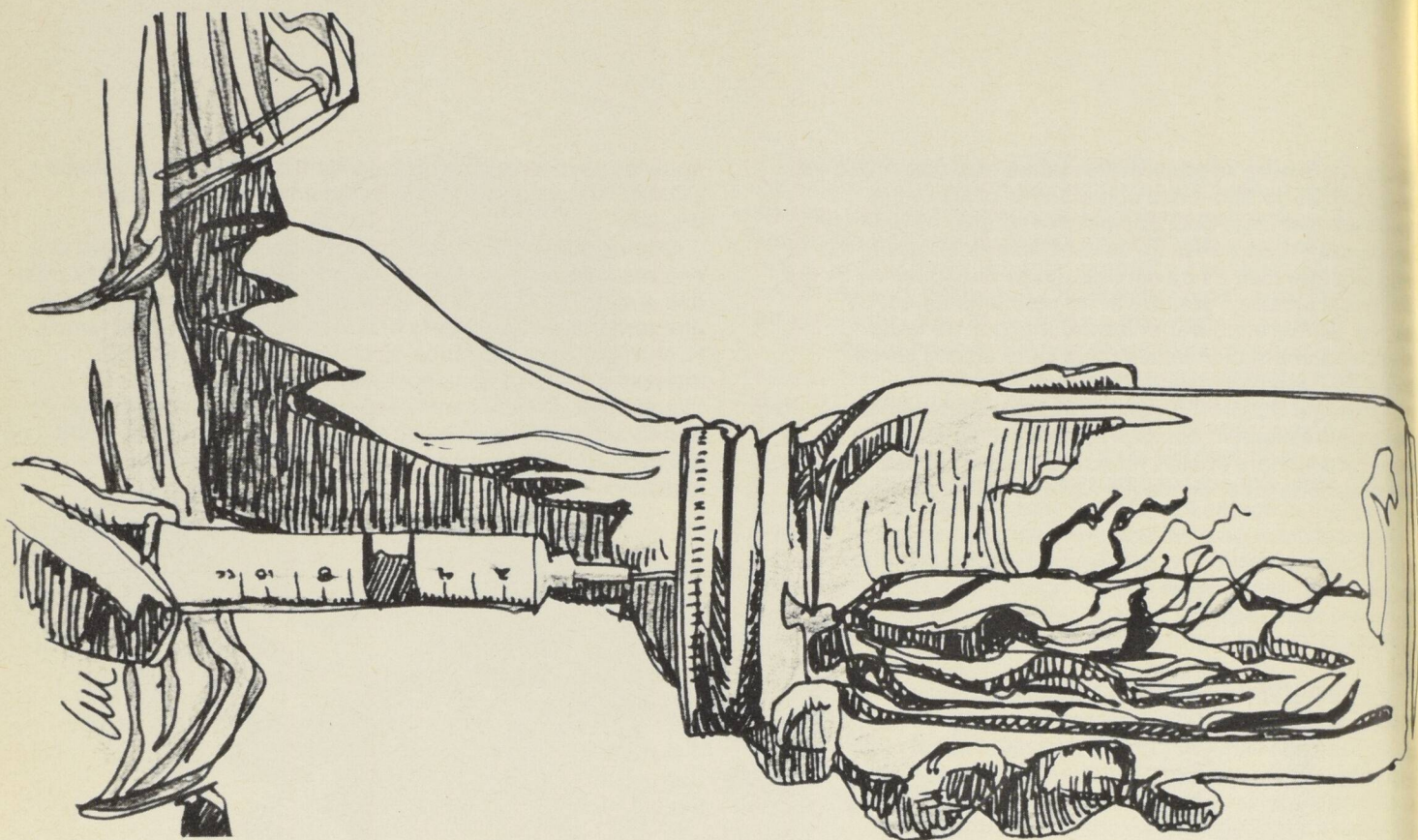
"Le système COMHANDI est un moyen sûr de vérifier que les enfants ont réellement compris et assimilé leurs leçons car ils peuvent maintenant épeler, résoudre des problèmes, répondre à des questions tout comme les élèves ordinaires. Souvent

nous les voyons sourire en travaillant car, grâce au système COMHANDI, ils peuvent voir eux-mêmes qu'ils font des progrès".

Que réserve l'avenir? Un nouveau centre de traitement des enfants infirmes est en cours de construction près de l'Hôpital des enfants de l'Est de l'Ontario, à Ottawa. Ce centre devrait être terminé au début de la prochaine année scolaire. Mme L. H. Murphy, administratrice du Centre de traitement, très intéressée par son développement, nous a dit: "l'administration du centre espère avoir plus de personnel et bénéficier d'une participation encore plus grande du CNRC, ce qui ne manquerait pas de donner des résultats encore meilleurs". □



A PRL first— Aid to agriculture of all nations



Population growth and food to nourish that growth continue to be one of the major concerns of governments and other organizations throughout the world. Recent advances in food production have restored some balance in man's ability to produce sufficient calories to feed himself, but the problem in most of the world is protein deficiency, particularly a balance in nutritional protein. The "green revolution" has indeed increased major crops such as wheat and rice to fill part of the protein gap, but both are deficient in amino acids essential to the production of human protein.

Soil often does not possess enough nitrogen to produce a crop and in order to compensate for this fertilizers must be added. However, increasing the productivity of crops also increases the amount of nitrogen fertilizer required. Especially in the developing countries, the cost of manufacture and distribution limits the amount of nitrogen fertilization available.

Artificial fertilizers are used with cereals like wheat, oats and barley. But, for example alfalfa, clover, peas, beans, lentils, etc., have the capacity in symbiotic association with a particular strain of bacteria, to utilize nitrogen from the air, which itself consists of 80 per cent nitrogen. The process is called nitrogen fixation. The nitrogen taken from the air is reduced to ammonia by the enzyme nitrogenase and the ammonia is then incorporated into amino acids and plant protein. Biological nitrogen fixation is advantageous because the plant does not deplete nitrogen in the soil. A nitrogen fixation system then can take the place of commercial fertilizers as a cheap source of fertilizer. Development of strains of legumes that fix nitrogen at a higher rate would increase the amount of plant protein. Plants which are important as food might then require less fertilizer or have yields significantly increased. The study of the chemistry of nitrogen fixation might also reveal new routes for the industrial synthesis of ammonia and many other nitrogen compounds.

"Here at the Prairie Regional Laboratory of the National Research Council of Canada," says Dr. Burton M. Craig, Director of PRL, "our work on rapeseed, in cooperation with the Canada Department of Agriculture, the University of Saskatchewan and the University of Manitoba, was designed to supply Canada with a domestic vegetable oil, because this country didn't have enough.

"Following this we began to look at the next phase of research. We searched for a crop which could be grown in western Canada that would be high in protein. In the area of legume seeds, we found that field peas possessed a number of advantages as a supplementary protein crop, so a research program on the use of these as a source of plant protein for both human food and animal feeds was initiated at PRL four years ago. But field peas are also nitrogen fixers, so in addition to looking at the legume seed area we also are interested in nitrogen fixation. Our immediate objective is to increase the contribution of nitrogen fixation to protein production in legumes—and, in the long term, to investigate the possibility of transferring this capability to the cereal grains, which, incidentally, the American wheat scientist and 1970 Nobel Peace Prize winner Norman Borlaug believed should be a prime world objective.

"In any of these areas of research, the first thing you have to have is an analytical effort. Going back to our rapeseed development, analyses of the oils opened up that whole area—to be able to do quantitative analyses and to be able to do them quickly. One of the secrets in agricultural research on any project, which may take from 500 to 1,000 time-consuming analyses, is to be able to get the time down to where these can be carried out in less than five minutes, otherwise you don't make any progress. In rapeseed we got the methods down to about three minutes. This was one of our main concerns with nitrogen fixation—to come up with quick, reliable methods."

Le Laboratoire régional des prairies vient en aide aux agriculteurs

L'explosion démographique planétaire à laquelle nous assistons, avec les problèmes de ravitaillement qu'elle soulève, demeure l'une des préoccupations majeures des gouvernements. Les progrès récemment accomplis en agriculture et dans la préparation des produits alimentaires ont établi un certain équilibre en ce qui touche l'aptitude de l'homme à produire des calories en quantité suffisante pour assurer sa subsistance mais c'est la carence protéinique, notamment en protéines alimentaires, qui constitue le véritable problème mondial dans ce domaine. La "révolution verte" a, reconnaissons-le, conduit à une augmentation des céréales de base, c'est-à-dire du blé et du riz, permettant de combler partiellement le déficit en protéines; mais, l'un et l'autre sont déficients en acides aminés indispensables à la production de protéines humaines.

Il arrive fréquemment que la terre ne contienne pas suffisamment d'azote pour produire une bonne récolte et il faut alors avoir recours aux engrais dans une proportion d'autant plus grande que l'on vise un rendement supérieur. Dans les pays en voie de développement l'emploi de l'azote à grande échelle est limité par les coûts de production et de transport.

Les engrais chimiques sont utilisés pour la culture des céréales comme le blé, l'avoine et le seigle. Nous noterons par ailleurs que l'alfalfa, la luzerne, les pois, les haricots, les lentilles, etc., utilisent, en association symbiotique avec une souche spécifique de bactéries, l'azote de l'air qui constitue 80% de l'atmosphère. Ce processus s'appelle fixation de l'azote. L'azote prélevé dans l'air est transformé par l'azotase en ammoniac qui est ensuite absorbé par les acides aminés et les protéines végétales. La fixation de l'azote biologique est avantageuse parce que la plante n'épuise pas l'azote qui se trouve dans le sol. Il apparaît donc qu'un système de fixation de l'azote pourrait remplacer les engrais commerciaux comme source de fumure bon marché. Si l'on disposait de nouvelles variétés de légumineuses l'azote serait fixé en plus grande quantité et la production de protéines végétales s'en trouverait accrue. La culture des plantes qui sont importantes sur le plan alimentaire exigerait dans ce cas moins d'engrais ou permettrait d'obtenir un plus haut rendement. L'étude de la chimie de la fixation de l'azote pourrait également mettre les chercheurs sur la voie de nouvelles méthodes pour la synthèse industrielle de l'ammoniac et de nombreux autres composés azotés.

Le Dr Burton M. Craig, Directeur du Laboratoire régional des prairies (LRP) du Conseil national de recherches du Canada, a bien voulu nous confier ce qui suit: "nos travaux sur la graine de colza, en collaboration avec le Ministère canadien de l'Agriculture, l'Université du Saskatchewan et l'Université du Manitoba, visaient à fournir au Canada une huile végétale comestible parce que ce pays n'en avait pas suffisamment. Cet objectif atteint, nous nous sommes appliqués à trouver une céréale à haute teneur protéinique et pouvant pousser dans l'ouest du Canada. Dans le domaine des légumineuses, nous avons constaté que le pois des champs présentait un certain nombre d'avantages comme culture protéinique d'appoint et nous avons donc lancé, il y a quatre ans, un programme de recherches portant sur son utilisation comme source de protéines végétales pour l'alimentation humaine et animale. Les pois des champs sont également des fixateurs d'azote et nous nous intéressons donc aussi à cette propriété. Notre objectif immédiat est d'accroître la contribution de la fixation azotée à la production de protéines chez les légumineuses et,

à long terme, d'étudier la possibilité de transférer cette propriété aux céréales qui, incidemment, selon le spécialiste américain des blés, Norman Borlaug, récipiendaire du Prix Nobel de la paix 1970, devrait venir au premier rang des priorités mondiales".

"Ce genre de recherches exige avant tout un effort analytique. Pour en revenir à notre graine de colza, ce sont les analyses des huiles qui nous ont largement ouvert cette voie, c'est-à-dire qui nous ont permis de faire des analyses quantitatives et de les faire rapidement. Un des secrets de la recherche agricole, quel qu'en soit la nature, pouvant nécessiter de 500 à 1 000 analyses fastidieuses, est d'essayer de ramener la durée de ces analyses à moins de cinq minutes faute de quoi vous ne faites aucun progrès. Dans le cas de la graine de colza nous sommes parvenus à mettre au point une méthode réduisant l'analyse à environ trois minutes. C'était, avec la fixation de l'azote, l'un de nos problèmes majeurs: en résumé mettre au point des méthodes rapides et sûres".

Au printemps 1971, le Dr Tom LaRue, de la Section de physiologie et de biochimie microbienne du LRP, a commencé l'étude de nouvelles méthodes de mesure de la nitrogénase. Il est apparu évident au Dr LaRue et à son collègue, le Dr Wolfgang Kurz, de la Section de biotechnologie, que la fixation de l'azote a une grande importance en agriculture tant pour les pays développés que pour ceux en voie de développement qui cherchent à accroître leur production de protéines pour contribuer à combler la pénurie dont souffre le monde dans ce domaine. Les pays en voie de développement, tout particulièrement, pourraient bénéficier des recherches sur la fixation de l'azote et visant à améliorer le rendement des cultures en protéines. Ultérieurement, il serait peut-être possible de remplacer les engrais chimiques coûteux par l'azote extrait directement de l'atmosphère.

Les Laboratoires DuPont, de Wilmington, dans le Delaware, avaient déjà entrepris un important programme de recherches sur la fixation de l'azote. Les chercheurs de DuPont avaient déjà mis au point et breveté une méthode analytique de mesure de l'activité de la nitrogénase mais elle avait l'inconvénient de nécessiter l'emploi d'un chromatographe en phase gazeuse fort coûteux, d'un technicien spécialisé et d'un laboratoire. Cette méthode partait de l'observation que l'azote peut réduire l'acétylène en éthylène. Ces gaz peuvent être séparés et mesurés par la chromatographie en phase gazeuse et la concentration d'éthylène donne une indication de l'activité de la nitrogénase.

"La nécessité de disposer d'une méthode moins coûteuse et plus simple de mesure de la fixation de l'azote nous est donc apparue, bien qu'en ce qui nous concerne nous n'en avions pas besoin. Cependant, le fait que les propriétés chimiques de l'acétylène et de l'éthylène sont presque identiques constituait une difficulté", nous a dit le Dr LaRue.

En faisant des recherches dans la documentation existante, le Dr LaRue a découvert une communication écrite il y a environ 20 ans par le Dr E.M. Von Rudloff et le Dr R.U. Lemieux, de la Section de chimie et des produits naturels du LRP. Cette communication donnait la description d'un réactif convertissant les terpènes, ou acides gras, contenant une liaison double en aldéhydes.

"C'est par hasard que nous nous sommes aperçus qu'une méthode analytique déjà établie des années auparavant pour résoudre un problème différent pouvait s'appliquer à notre cas particulier", de dire le Dr Kurz.

PRL first

In the spring of 1971, Dr. Tom LaRue, of PRL's Microbial Physiology and Biochemistry Section, undertook to investigate novel methods of measuring the enzyme nitrogenase. It was evident to Dr. LaRue and his colleague, Dr. Wolfgang Kurz of PRL's Biotechnology Section, that nitrogen fixation had a wide application in agriculture, both in the developed and developing nations which were interested in increasing protein production to help fill the world-wide protein gap. The developing nations particularly could benefit from research involving nitrogen fixation in order to improve yields of protein crops and ultimately, to substitute the nitrogen from the air for expensive commercial fertilizers.

An active program on nitrogen fixation also was under way at the DuPont Research Laboratories in Wilmington, Delaware. The DuPont research team already had developed and patented an analytical procedure for measuring the activity of the enzyme nitrogenase, but the operation required expensive gas chromatographic equipment, a skilled technician, and it had to be done in the laboratory. The DuPont method was based on an observation that nitrogenase can reduce acetylene to ethylene. These gases can be separated and measured by gas chromatography, and the concentration of ethylene is a measure of the activity of nitrogenase.

"We realized that a cheap and more simple method was needed for measuring nitrogen fixation," says Dr. LaRue, "even though we didn't need it ourselves. However, the difficulty was that the chemical properties of acetylene and ethylene are very similar."

In a search of the literature, Dr. LaRue came across a research paper written some 20 years ago by Dr. E. M. Von Rudloff and Dr. R. U. Lemieux of PRL's Chemistry and Natural Products Section. The paper described a reagent which converted terpenes or fatty acids containing a double bond to aldehydes.

"Something which often occurs in research happened once again," says Dr. Kurz. "An analytical method which was developed for something entirely different years ago formed the basis for our chemical method."

An analytical procedure was evolved by the two PRL scientists and correlated with the gas chromatographic technique. Results were excellent; cost of materials, glassware and equipment was minimal and analysis did not require a technician with special training.

In operation, the plant root is placed in a jar containing acetylene. If nitrogenase is present, some acetylene will be converted into ethylene. Part of the air from the jar is then put into another chamber with chemicals which convert ethylene, but not acetylene to formaldehyde. Another reagent converts the formaldehyde to a brightly colored compound. Depending on the color reaction, an estimate can be made of how much ethylene there is in the jar.

"From the amount of ethylene in the jar, we can estimate how much nitrogenase is present, and that in turn gives us an estimate of how efficiently that plant can make its own ammonia from the air," says Dr. LaRue.

"But," he points out, "legumes fix only a portion of nitrogen from the air. They still take nitrogen from the soil. We would like to increase the amount of nitrogen fixation by plants from the air. Not only would it increase the yield, but it would lessen the amount of nitrogen taken from the soil. With our technique, agronomists will be able to test different strains of legumes to see which are the best fixers. In addition, there are different

commercial strains of bacteria which are added to soils and again this method can be used to screen which strain will give the most efficient fixation."

PRL's analytical method for measuring the enzyme nitrogenase may also be used to test the effect of pesticides and herbicides on fixation, which is presently being done with expensive chromatographic equipment.

"Our technique permits anybody with a minimal of laboratory equipment to carry out these tests. It will be especially useful in developing countries where it will permit the same type of experiments to be carried out which up until now have only been possible in rich nations. It makes research a lot simpler and a lot cheaper."

Although there are thousands of legume species, only about 50 at the most are used agriculturally. All the others which are growing wild the world over might be potentially useful crops.

"A technique like this," Dr. LaRue says, "will permit a botanist to literally go through the forest to test a legume right at the site to see if it is fixing nitrogen and if he finds a very efficient nitrogen fixer, it might be considered as a possible crop, or some other use could be made of it."

"Plants do not have to be crops to be useful. For example, there is a legume bush in Brazil which is completely inedible, but it is useful in pastures because it fixes nitrogen from the air which makes the grass around it grow better. So even though that bush itself is not a crop, it is still a necessary part of the pasture economy. We don't think plants are useful only if either animals or man can eat them. Any plant that fixes nitrogen efficiently—because fixed nitrogen tends to leak out from the plant to plants around it—deserves to be studied even though you don't harvest that plant itself."

It soon became evident to Dr. LaRue and Dr. Kurz that their chemical method opened the way for further simplification. The idea for the preparation of a portable kit for the chemical analytical method emerged and research was undertaken to evolve one specifically designed for use in field work. It has been patented by Canadian Patents and Development Limited, a subsidiary of NRC responsible for patenting and licensing government inventions. The kit and related procedure were shown at the Industrial Exposition in Toronto last fall.

"At present, we are trying to interest a Canadian company in manufacturing it," Dr. LaRue says.

To date, legume breeders have conducted limited research on nitrogen fixation even though it contributes substantially to the nutritive value of the crop and spares the use of soil nitrogen. With PRL's portable, easy and quick analytical method, they will now be able to estimate the amount of nitrogen that is being fixed in the field in order to decide whether commercial fertilizer must be added, or what condition the crop is in.

"As with rapeseed," says Dr. Craig, "now that we have a quick method for measuring nitrogenase, which requires neither electricity nor a gas carrier, we can go ahead and open up the whole area. The people in soil science now are in a position to measure out under field conditions."

"This method will be useful in the field since equipment is inexpensive and no skilled personnel are required. The kit opens the way for field studies by scientists in the agricultural community both here in Canada and abroad and also for studies on plants in the Arctic and sub-Arctic regions." □ Joan Powers Rickerd

Une méthode analytique a été mise au point par les deux chercheurs du LRP et corrélée avec la technique de chromatographie en phase gazeuse. Les résultats se sont avérés excellents, le coût des matériaux et des équipements est minimal et l'analyse n'exigeait pas une personne ayant reçu une formation spéciale.

On procède de la façon suivante: la racine de la plante est placée dans un bocal contenant de l'acétylène et, s'il y a présence de nitrogénase, une partie de l'acétylène est convertie en éthylène. L'air du bocal est partiellement introduit dans une autre enceinte avec des produits chimiques qui convertissent l'éthylène en formaldéhyde en laissant l'acétylène intact. Un autre réactif convertit le formaldéhyde en un composé brillant et coloré. En fonction de la couleur de la réaction on peut déterminer la quantité ou le volume d'éthylène présent dans le bocal.

Écoutons le Dr LaRue: "connaissant le volume d'éthylène contenu dans le bocal, nous pouvons déterminer la quantité de nitrogénase présente et cela nous donne une indication de l'aptitude de la plante à fabriquer son propre ammoniac à partir de l'air".

"Mais l'azote fixé par les légumineuses ne provient pas uniquement de l'atmosphère; le reste provient du sol. Nous pourrions augmenter la quantité d'azote atmosphérique fixé par les plantes. Cela accroîtrait non seulement le rendement mais réduirait la contribution du sol. Grâce à notre technique, les agronomes pourront essayer différentes variétés de légumineuses pour déterminer quelles sont celles qui sont les plus aptes à cette fixation. Ajoutons qu'il existe dans le commerce différentes espèces de bactéries qui sont ajoutées au sol et, là encore, nous pouvons utiliser cette méthode pour sélectionner l'espèce bactérienne qui donnera la meilleure fixation".

"La méthode analytique employée par le LRP pour la nitrogénase peut également être utilisée pour vérifier l'influence des parasitocides et des herbicides sur la fixation alors qu'on a actuellement recours aux méthodes classiques exigeant un matériel coûteux de chromatographie".

"Notre technique permet à n'importe quelle personne disposant d'un équipement élémentaire de laboratoire de faire ces essais. Elle s'avérera particulièrement utile pour les pays en voie de développement qui pourront procéder aux mêmes expériences qui n'étaient jusqu'ici qu'à la portée des nations riches. Elle facilite considérablement la recherche et la rend aussi infiniment moins coûteuse".

Bien qu'il existe des milliers de variétés de légumineuses, on en utilise tout au plus que cinquante en agriculture. Toutes les autres espèces qui poussent à l'état sauvage dans le monde entier pourraient éventuellement conduire à des récoltes fort appréciées.

Écoutons encore le Dr LaRue:

"Une technique comme celle-ci permettra à un botaniste d'explorer littéralement la forêt dans l'espoir de découvrir une légumineuse et de vérifier sur place son aptitude à fixer l'azote; s'il en découvre présentant un grand intérêt, il serait peut-être possible de la cultiver".

"Il n'est pas nécessaire que les plantes soient cultivables pour qu'elles soient utiles. En effet, il existe par exemple au Brésil une légumineuse sauvage qui est absolument impropre à la consommation humaine mais qui fixe l'azote de l'air et, de ce fait, permet aux herbes avoisinantes de mieux pousser. Nous ne pensons pas que l'utilité des plantes se limite à

l'aspect nourriture pour l'homme et l'animal. Toutes celles qui fixent l'azote efficacement, méritent d'être étudiées même si l'on ne les cultive pas car les plantes avoisinantes peuvent avoir accès à l'azote accumulé dans leurs nodosités".

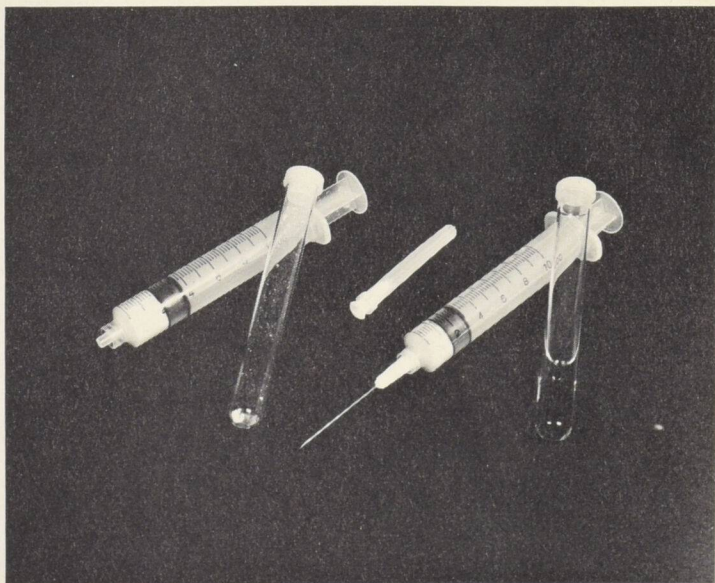
Il est rapidement apparu au Dr LaRue et au Dr Kurz que leur méthode se prêtait à une nouvelle simplification. L'idée leur est venue de mettre au point un ensemble portatif pour les analyses chimiques in situ. Cette invention a été brevetée par la Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée, organisme relevant du CNRC et dont la mission est d'obtenir des brevets et de délivrer des licences pour des inventions faites dans les laboratoires de l'Etat. Le matériel en question a été exposé et la méthode a été décrite à l'Exposition industrielle de Toronto au cours de l'automne dernier.

"Nous essayons actuellement d'y intéresser un fabricant canadien", nous a dit le Dr La Rue.

Jusqu'à présent, les phytogénéticiens ont assez peu étudié la fixation de l'azote bien qu'elle contribue considérablement à la valeur nutritive de la culture et économise l'azote des sols. Grâce à l'ensemble portatif du LRP permettant une analyse facile et rapide, il est maintenant possible de déterminer sur place la quantité d'azote fixé et ainsi de décider s'il y a lieu d'ajouter des engrais chimiques. Le Dr Craig a ajouté pour conclure:

"Comme dans le cas de la graine de colza, maintenant que nous disposons d'une méthode rapide de mesure de la nitrogénase, n'exigeant ni électricité ni gaz porteur, nous pouvons aller de l'avant et explorer toutes les possibilités qui s'offrent à nous. Les spécialistes des sols sont maintenant en mesure de travailler in situ.

Cette méthode s'avérera très utile pour les travaux sur place en raison du coût modeste du matériel et du fait qu'il n'est pas nécessaire de disposer de personnels spécialisés. Les agronomes du Canada et du monde entier pourront dorénavant faire leurs mesures sur place et étudier les végétaux des zones arctiques et subarctiques". □



Kit developed by NRC to determine biological nitrogen fixation. • Instruments du CNRC pour déterminer la fixation de l'azote.

Seek cheaper fuels For railway diesels



The idea for locomotive propulsion for railways was born in the crude horse-drawn tramways of English mining towns during the early 1800s. Steam locomotives, fuelled by wood, coal or heavy fuel oil, dominated the railways for upwards of a century and a half. Since the mid 1950s, Canadian locomotives have been powered by diesel engines. Because diesel fuel is a major expense in railway operation, a cheaper fuel has been sought since 1958 by the two major Canadian railways in co-operation with the National Research Council of Canada. First, conventional raw crudes were evaluated (1958-1966) and more recently synthetic crude and other products from the Athabasca tar sands.

The tar sands, located in a 34,000 square-mile area of northern Alberta, are estimated to contain recoverable reserves of up to 300 billion barrels of oil. In areas suitable for surface mining, it is believed there are about 86 billion barrels of extractable oil, or twice the volume of proven conventional North American oil reserves. The abundance of this synthetic crude oil and its proximity to Edmonton result in the production of petroleum products suitable for diesel fuels at prices comparatively lower than normal diesel fuel, although the price advantage diminishes the farther one is from Edmonton due to transportation costs. Currently, only the Great Canadian Oil Sands (GCOS), which is extracting 50,000 barrels of

Athabasca crude daily, is in production.

The tar sands are mined by conventional open-pit methods at the rate of 110,000 tons per day, and the tar separated from the sand by a hot water process, yielding about 67,000 barrels per day of raw, heavy, viscous tar, having a high sulphur and nitrogen content. By partial thermal decomposition followed by selective hydrogen treatment, three streams, naphtha, kerosene and gas oil are produced. These products are subsequently recombined to give a clear, yellow synthetic "crude", very low in sulphur and nitrogen.

The use of synthetic crude oil, and its products as fuels for railway diesel engines, is being investigated by the Sub-Committee on Engine Performance and Operation of the Associate Committee on Railway Problems of the National Research Council of Canada. The Sub-Committee comprises Canadian National, Canadian Pacific and NRC representatives.

"NRC and the railway companies have been studying the use of synthetic crude for diesel propulsion since 1967," says Paul Strigner, a Research Officer with NRC's Division of Mechanical Engineering, Fuels and Lubricants Laboratory. "NRC did laboratory bench tests and analyses of the GCOS crude and then further testing in a stationary General Motors 567-C (12-cylinder, two-stroke) CN locomotive engine. CN also performed laboratory analyses. It was found that the synthetic

Combustibles moins coûteux pour les locomotives diésels

L'idée d'utiliser des locomotives pour les chemins de fer a pris naissance à l'époque des tramways à chevaux des villes minières anglaises au début du 19^{ème} siècle. Les locomotives à vapeur, chauffées au bois, au charbon ou au mazout ont dominé les chemins de fer pendant plus de cent cinquante ans. Depuis 1955 environ, les locomotives canadiennes sont équipées de moteurs diésels. L'huile lourde constituant la part la plus importante du coût d'exploitation des chemins de fer, les deux principales compagnies canadiennes essayent depuis 1958, en collaboration avec le Conseil national de recherches du Canada, de trouver un combustible meilleur marché. De 1958 à 1966, on a d'abord essayé des huiles brutes de type courant et l'on est passé plus récemment à l'évaluation d'huiles synthétiques brutes et d'autres combustibles tirés des sables bitumeux de l'Athabasca.

Les experts estiment qu'il serait possible d'extraire environ 100 milliards de barils de pétrole de ces sables qui occupent une superficie de 34 000 miles carrés dans le nord de l'Alberta. Ajoutons à ce chiffre les quelque 86 milliards de barils que l'on pense pouvoir extraire des régions se prêtant à une exploitation de surface, soit le double des réserves connues des gisements pétrolifères d'Amérique du Nord. L'abondance de ce pétrole brut synthétique et le fait qu'il se trouve à proximité d'Edmonton permet la fabrication d'hydrocarbures convenant aux moteurs diésels à des prix qui sont comparativement inférieurs à ceux des combustibles diésels habituels, bien que cet avantage financier décroisse à mesure que l'on s'éloigne d'Edmonton par suite des frais de transport. La seule exploitation actuellement en cours est celle à laquelle livre la compagnie Great Canadian Oil Sands (GCOS) qui extrait 50 000 barils de brut de l'Athabasca.

Les sables bitumeux sont exploités par les méthodes traditionnelles à ciel ouvert, à raison de 110 000 tonnes par jour donnant 67 000 barils de bitume brut, lourd et visqueux, à haute teneur en soufre et en azote après élimination du sable par projection d'eau chaude. A l'étape suivante, trois produits: naphta, kérosène et gas-oil sont obtenus par décomposition thermique partielle suivie d'un traitement sélectif à l'hydrogène. Ces produits sont ensuite recombinaés pour donner un "brut" synthétique, clair et de couleur jaune, à très faible teneur en soufre et en azote.

Le sous-comité des performances des locomotives et de leur utilisation, relevant du Comité associé du CNRC des études ferroviaires, étudie la possibilité de se servir des bruts synthétiques et de leurs sous-produits comme combustibles pour les moteurs diésels des locomotives. Ce sous-comité est composé de représentants du Canadien National, du Canadien Pacifique et du Conseil national de recherches du Canada.

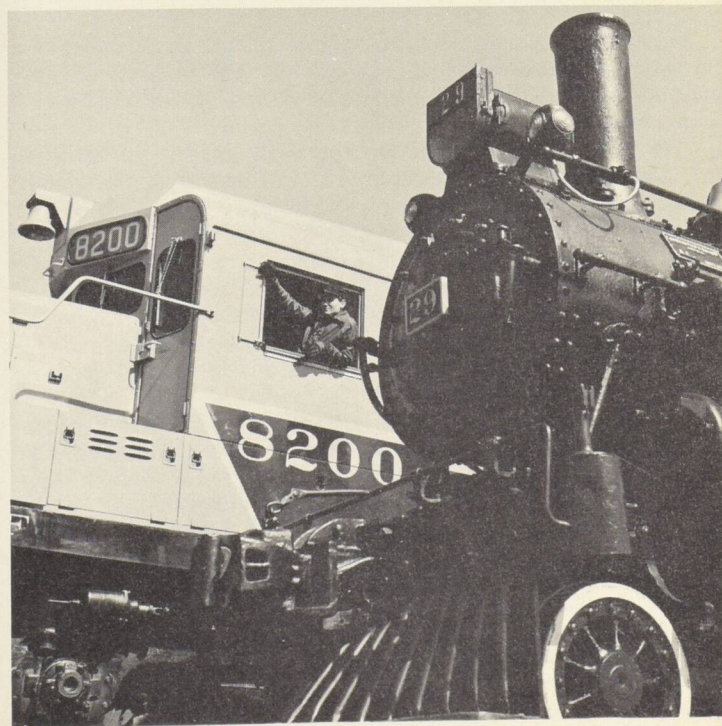
M. Paul Strigner, agent du Conseil des recherches au laboratoire des combustibles et des lubrifiants de la Division de génie mécanique du CNRC, nous a confié que les compagnies de chemin de fer étudiaient depuis 1967 la possibilité d'employer le brut synthétique pour alimenter les diésels de locomotive. Il a ajouté que le CNRC avait procédé à des essais au banc et à des analyses du brut produit par la GCOS ainsi qu'à des essais sur un moteur de locomotive General Motors 567-C, de douze cylindres, à deux temps, du Canadien National. Les essais auxquels cette compagnie a procédé ont également révélé que le brut synthétique était prometteur et les compagnies de chemins de fer les ont complétés par des essais d'utilisation sous conditions réelles. Pendant l'été et l'hiver 1971 et après révision par la fabrique

de locomotives de Montréal (Montreal Locomotive Works), le Canadien Pacifique a procédé à des essais comparatifs sur le parcours Montréal-Windsor (Ontario) de quatre diésels Alco de seize cylindres développant 2 400 chevaux. Pour les besoins de l'expérience, deux de ces moteurs étaient alimentés en brut synthétique alors que les deux autres utilisaient de l'huile lourde de type courant. Ces essais ont permis de conclure que, tant sur la plan des performances que sur celui de l'entretien, le brut synthétique convenait parfaitement et était généralement comparable au combustible diésel habituel.

Les propriétés du brut de GCOS sont en de nombreux points identiques à celles du combustible diésel mais il existe cependant d'importantes différences. L'intervalle de distillation, par exemple, est plus étendu que celui des "fuels" diésels, les têtes de distillation (comme les composantes de l'essence dans le brut) donnant au brut un point d'éclair beaucoup plus bas que le fuel diésel mais cependant pas aussi bas que l'essence. L'indice de cétane, qui est d'autant plus élevé que le délai entre l'injection et l'allumage est court, n'est pas suffisamment faible pour rendre difficile le démarrage et le fonctionnement du moteur bien que cet indice soit plus faible que celui du gas-oil.

Quoique le froid en affecte les propriétés, le brut synthétique est utilisable en toutes saisons. Les chercheurs du CNRC ont notamment procédé à des essais portant sur le point de trouble et sur le point d'écoulement à basse température pour déterminer la température limite inférieure au-dessous de laquelle le combustible ne coule plus. Les cristaux de paraffine que contient le combustible le rendent trouble lorsque l'on atteint environ 30°F et, si la température est suffisamment basse, les cristaux de paraffine ne passent plus dans les filtres qui, étant ainsi obstrués, coupent l'alimentation du moteur.

Le Canadien National a également procédé à des essais toutes saisons sous conditions réelles et les résultats des



crude was promising and the railways went ahead with their field tests."

In 1971, Canadian Pacific conducted field trials employing four overhauled Montreal Locomotive Works' Alco 2,400 horsepower, 16-cylinder engines, two of which ran on synthetic crude for fuel and two that used conventional diesel fuel for comparative purposes. Both summer and winter operations were covered in runs between Montreal and Windsor, Ontario. From performance and maintenance records it was found that operation with synthetic crude was satisfactory and generally comparable with standard diesel fuel.

The properties of GCOS crude in many respects are similar to the properties of diesel fuel, yet there are some important differences. The boiling range, for example, is broader than that of diesel fuel, the light ends (such as gasoline components in the crude) giving the crude a much lower flash point than diesel fuel, but not as low as gasoline. The cetane number (a measure of the period between fuel injection into the combustion chamber and the ignition of the fuel), although lower than diesel fuel, is not low enough to cause difficulties in starting and operating the engine.

Synthetic crude is operable in both winter and summer, although cold weather has an adverse effect on it. NRC engineers have conducted cloud point, pour point, and other laboratory low-temperature flow tests on the oil to determine the temperature limit at which the oil will still flow under laboratory conditions. Wax crystals in the oil make it cloudy when a certain low temperature is reached, clog filters and prevent the oil from flowing to the engines.

Canadian National also conducted summer and winter field testing and the summer results were comparable to CP's findings. CN used new 3,000 horsepower, 16-cylinder General Motors SD40 engines which ran between Edmonton and Vancouver. Problems were experienced with the synthetic crude clogging storage tank and engine filters at low winter temperatures.

The difficulty with fuel filter clogging was gradually overcome by heating the fuel in the storage tanks and in the engine. The synthetic crude also may be treated by pour depressant flow improve additives.

"We carried out an extensive program in the summer of 1972 in the laboratory rig designed to simulate an engine fuel system installed in a cold room to determine actual filter plugging temperatures," Mr. Strigner says. "Canadian National and Canadian Pacific also ran a large number of diesel engines all summer on synthetic crude oil. They interchanged synthetic crude with diesel fuel as the fuel supply depots were not equipped with a uniform supply of GCOS crude. The use of GCOS crude was confined to western Canada where the cost of the crude was cheapest."

"Investigations conducted in NRC's Engine Laboratory have shown that the use of synthetic crude in diesel locomotive engines produces the same horsepower and fuel consumption as standard diesel fuel," says Dr. H. U. Wisniowski, past Chairman of the Sub-Committee on Engine Performance and Operation. Dr. Wisniowski, before his retirement, was in charge of NRC's diesel engine research within the Division of Mechanical Engineering.

"The assessment of piston ring and cylinder wear by extracting and analysing the lubricating oil through a hole bored in the cylinder wall, makes it possible to determine rapidly, by emission spectroscopy, wear resulting from changes



Locomotives similar to this 3,000 horsepower power plant were used by Canadian National in field tests with synthetic crude oil from the Athabasca tar sands. • Des locomotives de ce type, de 3 000 CV, ont servi au Canadien national pour des essais de brut synthétique tiré des sables bitumeux de l'Athabasca.

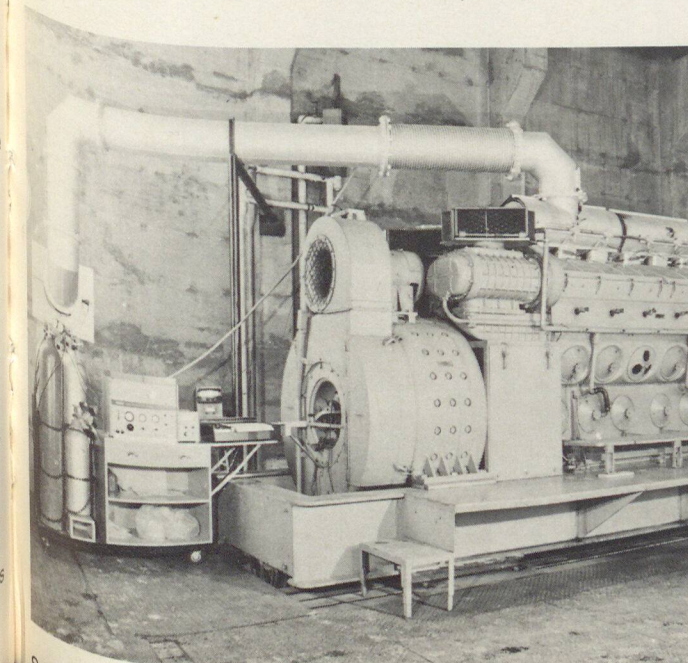
A General Motors locomotive diesel engine was installed in NRC's diesel laboratory for synthetic crude oil tests. • Le moteur d'une locomotive de la General Motors a été installé au CNRC pour des essais au banc avec du brut synthétique.

in fuels, lubricating oils, fuels and oil additives, cylinder liner materials and other operating conditions, Dr. Wisniowski says. "Tests on the smaller General Motors locomotive engine have proven to be applicable to the larger diesel engines like the General Motors 645, a 3,600 horsepower diesel engine and the Alco diesels."

"Currently, a distillate, very similar to diesel fuel, produced by GCOS from the Athabasca Tar sands, known as gas oil sidestream, is also being evaluated by Canadian National in field trials as a possible fuel, following favorable laboratory bench tests, cold room rig runs and stationary engine tests," says Dr. Whyte, Head of NRC's Fuels and Lubricants Laboratory. "The uniquely low-filter plugging temperature of this material (below minus 30 degrees Fahrenheit) makes it particularly desirable for winter operation in western Canada, although there is a slight concern about the comparatively low cetane number."

"At the present time, the gas oil sidestream is the prime fuel candidate for locomotive diesels owing to its ready availability in quantity. Synthetic crude, because of its naphtha and kerosene components which are now in very high demand, has now become less readily available," concluded Dr. Whyte.

□ Donald Crockford



essais faits pendant l'été sont comparables à ceux obtenus par le Canadien Pacifique. Le Canadien National a utilisé de nouveaux moteurs General Motors SD40 à seize cylindres, de 3 000 chevaux, sur la ligne Edmonton-Vancouver. On a éprouvé des difficultés avec le brut synthétique qui encrasse les réservoirs de combustible et les filtres à cause des basses températures hivernales.

On est graduellement parvenu à éliminer l'encrassement des filtres en chauffant le combustible dans les réservoirs et à l'entrée dans le moteur. Il est également possible de traiter le brut synthétique avec des additifs de congélation.

"Nous avons exécuté un important programme au cours de l'été 1972 avec une installation d'essais, prévue pour simuler un système d'alimentation en combustible d'un moteur installé dans une chambre froide, pour déterminer quelles étaient les températures réelles d'encrassement des filtres. Le Canadien National et le Canadien Pacifique ont également fait tourner un grand nombre de moteurs diesels durant tout l'été avec du brut synthétique. Les dépôts de carburant ne disposant pas d'un volume uniforme de brut GCOS, ces compagnies ont dû parfois utiliser le gas oil au lieu du brut synthétique. L'utilisation du brut GCOS a été limitée à la région ouest du Canada où son prix est le moins élevé", nous a dit M. Strigner.

Le Dr H.U. Wisniowski, ancien président du sous-comité des performances des locomotives et de leur utilisation nous a, quant à lui, confié ce qui suit: "Les études faites au Laboratoire des moteurs du CNRC ont montré que du point de vue rendement et consommation les bruts synthétiques alimentant les diesels de locomotives étaient comparables au gas-oil courant. Le Dr Wisniowski qui, avant de prendre sa retraite, était responsable de la Section de recherches sur les moteurs diesels à la Division de génie mécanique du CNRC a ajouté ce qui suit:

"Il est possible de déterminer rapidement l'usure des segments des pistons et des cylindres en extrayant l'huile de graissage, prélevée par un orifice aménagé dans la paroi du cylindre, et en l'analysant par la méthode spectroscopique; cette usure peut être ainsi mesurée en fonction des changements de combustible, d'huile de graissage, des additifs, de la nature des parois des cylindres et d'autres conditions d'exploitation. On a montré que les résultats des essais effectués sur de petits diesels de la General Motors sont extrapolables aux moteurs plus puissants comme le General Motors 645 qui développe 3 600 chevaux ainsi qu'aux diesels Alco".

"A la suite d'essais au banc statique et en chambre froide, le Canadien National a entrepris à son tour des essais sous conditions réelles avec un distillat fabriqué par GCOS à partir des sables bitumeux de l'Athabasca et qui est un sous-produit du gas-oil dont il a presque toutes les caractéristiques. Le fait que ce produit ne provoque le colmatage des filtres qu'à une température inférieure à -30°F le rend particulièrement intéressant pour l'exploitation pendant les mois d'hiver dans l'Ouest du Canada et ceci bien que son indice de cétane soit relativement faible", nous a dit le Dr Whyte qui a ajouté pour conclure:

"Ce sous-produit du gas-oil est actuellement le combustible le plus intéressant pour les diesels de locomotives du fait que l'on peut se le procurer facilement en grandes quantités. En raison de sa teneur en naphtha et en kérosène dont la demande est actuellement très élevée, l'approvisionnement en brut synthétique devient de plus en plus difficile". □

NRC helps Canada Harness a satellite

Pictures from space . . . Transmission by satellite . . . Satellite weather maps . . . Earthrise . . . Non-existent a few years ago, these phrases are now a part of the conversation of Canadian school children. In the 15 years which have elapsed since the first Sputnik was put into space, the public's attitude has pivoted from intense interest and anticipation to an almost blasé acceptance of manned spaceflights, spacewalks and moon-landings. Weather satellites are common "fixtures" now; so are the telecommunications satellites of the sort which facilitate intercontinental telephone calls and bring international hockey games right into the living room via television.

But with the enormous and accelerated advance of technology since the dawn of the space age, the concept of the space satellite is changing. More and more it is evolving into an earth satellite. No longer is man content merely with a knowledge of the composition of the moon or of radiation belts around the earth — or even with better weather forecasting or communications. Now he wants his satellite to tell him something about his own planet, to look back on earth from its orbit and report what it sees. And what it sees has enormous implications for the efficient management and development of the earth's natural resources.

At the moment, with a satellite's help, Canadian scientists are investigating insect damage to forests in British Columbia, distribution and extent of fires in Labrador and effects of logging and road-building activity in Canada's hinterlands. The Canada Centre for Inland Waters of the Department of the Environment is utilizing the same satellite to study the properties, distribution and circulation of water in the Great Lakes. Still other groups are studying the break-up, movement and freeze-up of ice floes in Canada's Arctic shipping lanes.

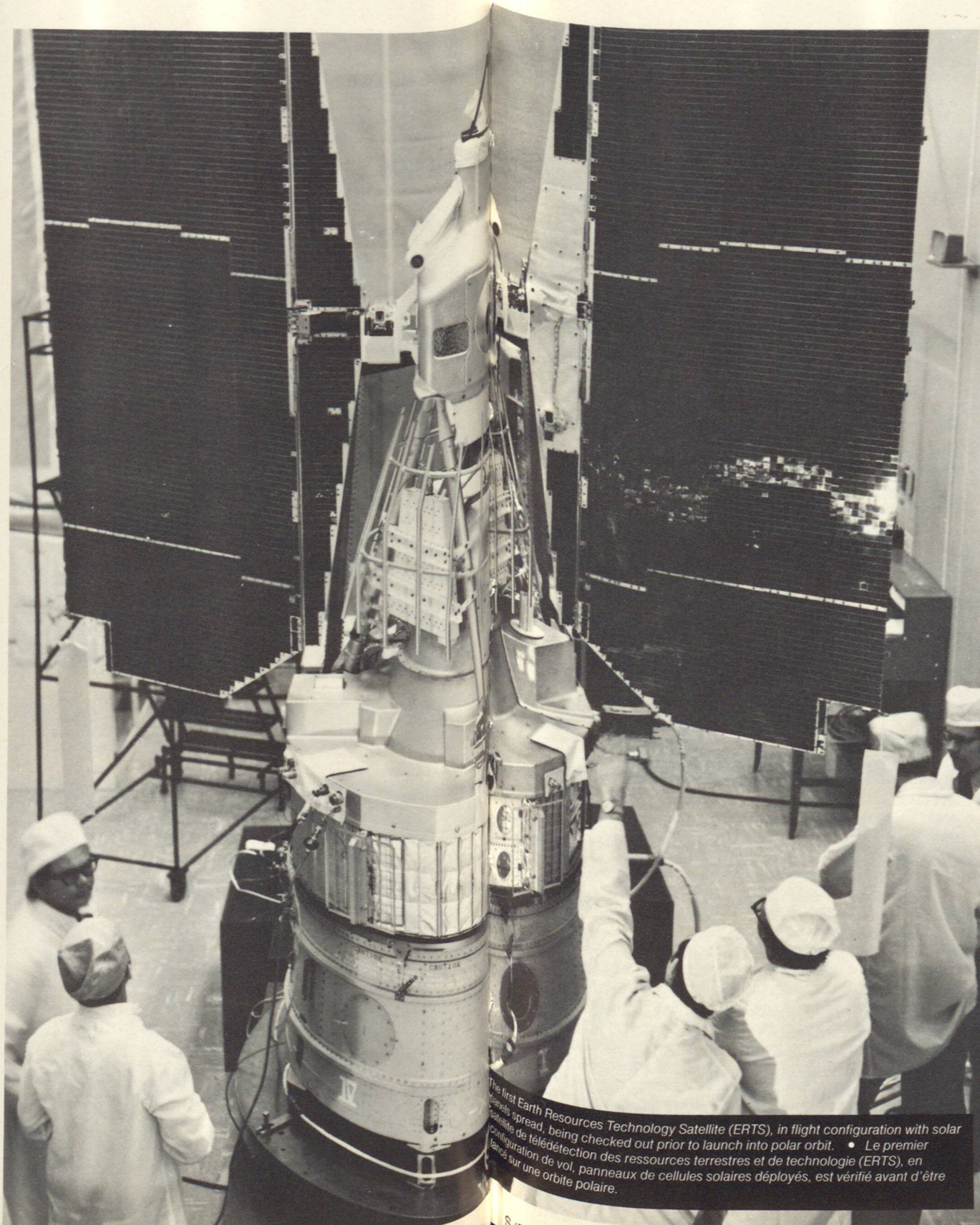
While these and numerous other projects occupy Canadian scientists and engineers across the country, a researcher at the National Research Council of Canada is making an important contribution to these programs from a different viewpoint. Dr. Vladimir Kratky, a specialist in photogrammetry with NRC's Division of Physics, has provided a means of ensuring that data transmitted from earth satellites can be placed at the disposal of the user in undistorted, accurate form. The satellite imagery, which is the "raw material" for the user, is already distorted before being radio-transmitted back to earth and displayed by special reproducers, but still further distortion of the geometry takes place in the course of these operations. Dr. Kratky has developed the basic theory and supervised the implementation of corrective methods to produce precise images. His work will permit Canadian users to avail themselves of starting material of very high quality.

The obliging satellite which provides the data is ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite #1) built and launched by the National Aeronautics and Space Administration (NASA) of the U.S.A. on July 23, 1972. With solar paddles extended, it looms in space like a giant butterfly, 10 feet high, almost 11 feet wide and just under a ton in weight.

ERTS-1 sweeps over the earth in an orbit that scientists describe as sun-synchronous. This means that the roughly north-south orbit keeps shifting with respect to the earth in such a way that it follows the sun in its daily east-west migration. The time per orbit is just over 103 minutes. Each day ERTS-1 makes about three passes over Canada, at widely separated points. Complete coverage of Canada and the whole planet is achieved every 18 days.

ERTS-1 is a remote sensor, an instrument package for

Le CNRC et le traitement des images de ERTS-1



The first Earth Resources Technology Satellite (ERTS), in flight configuration with solar panels spread, being checked out prior to launch into polar orbit. • Le premier satellite de télédétection des ressources terrestres et de technologie (ERTS), en configuration de vol, panneaux de cellules solaires déployés, est vérifié avant d'être lancé sur une orbite polaire.

Photographies prises de l'espace . . . transmissions par satellites . . . cartes météorologiques par satellites . . . lever de Terre . . . toutes ces expressions qui n'existaient pas il y a quelques années sont maintenant dans la bouche des écoliers canadiens. Au cours des quinze dernières années qui ont suivi le lancement du premier sputnik, on a assisté aux vols spatiaux, aux marches dans l'espace et aux atterrissages sur la Lune; pendant ce temps le public est passé progressivement du grand enthousiasme à l'indifférence quasi totale. Les satellites météorologiques sont maintenant des éléments de la vie de tous les jours et il en est de même pour les satellites de télécommunications permettant de mieux téléphoner à l'échelle intercontinentale et de suivre en direct sur l'écran de télévision des parties de hockey disputées à des milliers de miles.

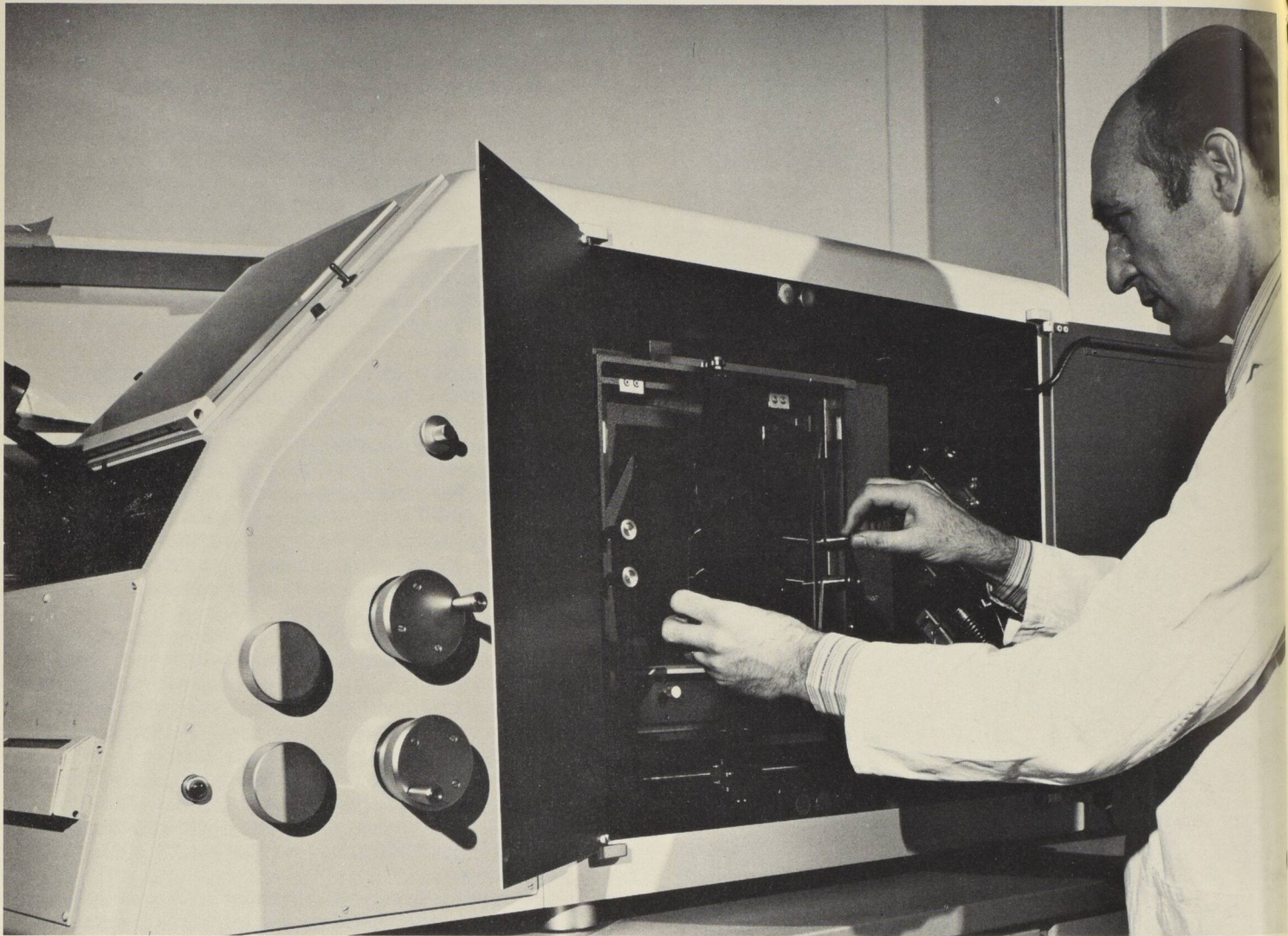
Depuis le début de l'ère spatiale on a assisté à des progrès techniques et technologiques accélérés et considérables de sorte que le concept même du satellite est en constante évolution. De plus en plus, le satellite devient un appareil de reconnaissance terrestre. L'homme n'est plus satisfait d'augmenter ses connaissances sur la composition du sol lunaire, sur les ceintures de radiation autour de la Terre ou sur la prévision du temps ou encore en matière de communications. Maintenant, il veut que les satellites l'aident à mieux connaître sa propre planète pour mieux en gérer et en développer les ressources naturelles.

En ce moment, grâce aux satellites, les scientifiques canadiens étudient les dommages causés par les insectes aux forêts de Colombie britannique, la répartition et l'étendue des feux au Labrador et l'influence de l'exploitation des forêts et de la construction de routes sur l'arrière-pays. Le Centre canadien des eaux intérieures, au Ministère de l'environnement, se sert du même satellite pour étudier les propriétés, la répartition et la circulation des eaux dans les Grands Lacs. D'autres groupes étudient l'embâcle, la débâcle et le mouvement des glaces dans les chenaux de navigation de l'Arctique canadien.

Alors que ces études et de nombreuses autres occupent les scientifiques et les ingénieurs canadiens dans tout le pays, un chercheur du Conseil national de recherches du Canada, le Dr Vladimir Kratky, spécialiste en photogrammétrie et travaillant à la Division de physique, a trouvé le moyen de corriger les données en provenance des satellites avant de les transmettre aux utilisateurs. Il s'agissait de redonner une forme précise et non déformée aux images prises par les satellites; ces images sont en effet déjà déformées avant la transmission par radio et les appareils de restitution ajoutent encore aux déformations. Le Dr Kratky a mis au point la théorie permettant ces corrections et il en a surveillé l'application. Ces travaux devraient permettre aux utilisateurs canadiens de bénéficier de documents de base de très haute qualité.

Actuellement, le satellite utilisé est le ERTS-1, c'est-à-dire le satellite numéro 1 de technologie et de détection des ressources terrestres, construit et lancé par la NASA le 23 juillet 1972. Ce satellite dispose de très grands panneaux de batteries solaires qui le font ressembler à un papillon géant de 10 pieds de hauteur et de près de 11 pieds de largeur; son poids approche la tonne.

L'orbite du satellite ERTS-1 est synchronisée avec le soleil, c'est-à-dire qu'elle se trouve dans un plan à peu près nord-sud par rapport à la Terre et que ce plan semble attaché au soleil dans son déplacement journalier apparent de l'est vers l'ouest.



determining and measuring objects from a distance. Unlike the eye or the conventional camera, it is not limited to detecting only what can be seen in the visible spectrum but can function in the infrared region as well. From its vantage point 570 miles above the earth ERTS-1 takes continuous pictures of swathes of the earth's surface 115 miles wide and "still" frames of patches measuring 115 miles by 115 miles, an area of some 13,000 square miles per image. This results in coverage of the United States in 500 pictures as compared with 50,000 from high-altitude aircraft.

The ERTS "still" images of the earth are taken by the satellite's return beam vidicon (RBV) cameras. Each of three similar RBV cameras views the same scene but in a different "color" or, more precisely, in a different spectral band including one in the infrared region, ensuring even more complete information than with conventional photography. The cameras do not carry film. When their shutters are operated, the images are stored on a photosensitive surface within each camera tube and the tube is then scanned by an internal electron beam to produce a video picture. The three images are transmitted to earth separately in their respective colors and can then be

Dr. Vladimir Kratky preparing laboratory tests to define the errors of the reproducing systems used in the production of ERTS satellite photographs. • Le Dr Vladimir Kratky prépare des essais en laboratoire pour définir les erreurs du système de restitution donnant les photographies prises par le satellite ERTS.

superimposed. The result is a single color image received once every 25 seconds.

The scanned images of the earth's surface are taken by a 118 pound instrument called a multispectral scanner (MSS). It provides a continuous video strip corresponding to the RBV coverage with images of excellent quality, photograph-like in appearance. The MSS can simultaneously detect in four spectral bands, including two in the infrared region, making the identification of resources more complete and reliable.

ERTS data from the RBV and MSS systems can be received at three American stations, and, by virtue of an agreement with NASA, at a receiving station at Prince Albert, Saskatchewan. The Prince Albert station receives ERTS imagery for all of Canada except the extreme Arctic and the easternmost parts of the Maritime provinces. Information on the latter areas is made available by NASA. The imagery, recorded in videotape form, is flown from Prince Albert to Ottawa and processed at the

La durée de l'orbite est tout juste supérieure à 103 minutes. Chaque jour, le satellite ERTS-1 survole trois fois le Canada mais les bandes survolées sont très éloignées les unes des autres. Il faut au satellite 18 jours pour couvrir tout le Canada et toute la Terre.

Le satellite ERTS-1 est un télédécteur dont les instruments identifient et mesurent des objets très éloignés. Non seulement le satellite peut photographier à la manière d'une caméra classique, c'est-à-dire produire des images de ce qu'il "voit" dans le spectre visible, mais il peut aussi travailler en infrarouge. De son altitude de 570 miles, ce satellite balaye la Terre sur une largeur de 115 miles ce qui lui permet de faire des photographies de régions de 115 miles de côté, c'est-à-dire de 13 000 miles carrés. De cette manière, il a été possible de photographier tous les Etats-Unis à l'aide de 50 clichés seulement au lieu des 50 000 qui auraient été nécessaires si l'on s'était servi d'avions volant à haute altitude.

Les photographies de ERTS-1 sont prises par des caméras appelées "return beam vidicon" (RBV) en anglais, c'est-à-dire des caméras dont les photographies sont balayées par des tubes de prises de vue de télévision d'où l'on tire un signal radio transmis au sol; il en existe trois et chacune travaille dans une gamme différente du spectre allant jusqu'à l'infrarouge afin d'avoir plus de renseignements qu'avec la photographie traditionnelle. Les images de chacune des trois caméras sont transmises séparément, chacune dans sa gamme de fréquence, mais elles peuvent être superposées une fois au sol. Le résultat est une seule image en couleur reçue toutes les 25 secondes.

Les images sont ensuite traitées par un appareil de 118 livres appelé balayeur multispectral qui donne une bande vidéo continue correspondant à ce que le satellite a obtenu; les images, d'excellente qualité, ont l'apparence d'une photographie. Ce balayeur peut également détecter simultanément dans quatre gammes spectrales, dont deux en infrarouge, ce qui permet d'avoir des renseignements plus complets et plus sûrs sur les ressources terrestres.

Les données obtenues par ERTS et ses systèmes peuvent être reçues dans trois stations au sol américaines et, en raison d'un accord passé avec la NASA, dans une station canadienne à Prince Albert, dans le Saskatchewan. Cette dernière station reçoit les images de ERTS pour tout le Canada à l'exception de la partie la plus au nord de l'Arctique et des parties les plus à l'est des provinces maritimes. Les renseignements sur ces dernières régions sont obtenus de la NASA. Les images enregistrées sur bandes magnétoscopiques sont envoyées par avion à Ottawa et traitées au Centre de traitement des données du Centre canadien de télédétection du Ministère de l'énergie, des mines et des ressources.

Mais ces "photographies" prises de l'espace, ne sont-elles pas tout simplement des extrapolations des photographies aériennes plus traditionnelles? La réponse est assurément négative. Les images fournies par un satellite tournant autour de la Terre à plus de 16 000 miles à l'heure et transmettant ses renseignements par radio sont beaucoup plus précieuses que les photographies données par un avion ne volant qu'à quelques centaines de miles à l'heure et rapportant des clichés qui sont ensuite développés en chambre noire. D'autre part, il arrive souvent que les photographies des satellites ne peuvent pas être utilisées sans corrections faute de quoi les écologistes et la gestion des ressources peuvent recevoir des renseignements faux entraînant des conséquences coûteuses.

Le Dr Vladimir Kratky avait pour objectif de donner aux utilisateurs canadiens des images multispectrales non déformées de l'ensemble du Canada. Sa contribution vraiment remarquable à ce programme ERTS a été de déterminer quels sont les facteurs de déformation et de faire en sorte qu'un ordinateur puisse en tenir compte lors de la restitution des images qui, dès lors, sont plus utiles.

Les sources principales d'erreurs inhérentes aux équipements de transmission de l'image, à bord du satellite, et de restitution au sol ont été analysées séparément par le Dr Kratky. Cette analyse lui a permis d'établir un modèle mathématique du processus de déformation bidimensionnelle de l'image ce qui l'a conduit à préparer au Centre canadien de télédétection un programme pour ordinateur grâce auquel les déformations sont corrigées automatiquement au fur et à mesure que l'image est produite.

Le programme est conçu de telle manière que l'image sort corrigée après deux passages seulement de l'information d'origine dans l'ordinateur. Au cours du premier passage, l'information provenant du satellite donne une représentation sous une forme photographique rudimentaire. Ensuite les données d'une carte de la région correspondante sont envoyées dans l'ordinateur en même temps que des données d'étalonnage. L'ordinateur compare la photographie non corrigée avec le modèle mathématique et enregistre sur une bande magnétique les renseignements concernant les corrections à faire. Au deuxième passage les erreurs principales sont rectifiées.

Quelles sont ces erreurs? Le Dr Kratky explique: "Les photographies données par le satellite impliquent les géométries figées de faisceaux individuels de rayons; c'est le cas le plus commun dont s'occupent les photogrammétristes. En dehors des erreurs inhérentes aux instruments eux-mêmes, comme la caméra, l'émetteur, les enregistreurs et reproducteurs au sol, une erreur importante se produit au moment du balayage de la plaque, où l'image se forme, par le faisceau électronique. Il faut remarquer que l'obturateur de la caméra électronique est si rapide qu'il n'y a pas d'erreur appréciable introduite du fait de la grande vitesse du satellite. Par contre, les trois caméras ne sont pas exactement verticales et c'est ce qui introduit une déformation à la projection. Un sous-système spécial de stabilisation minimise cette erreur au-dessous du niveau de la déformation électronique liée au faisceau électronique de balayage".

"On a beaucoup plus de difficultés avec le balayeur multispectral, nous a dit le Dr Kratky, car des erreurs beaucoup plus sérieuses apparaissent en raison de la dynamique impliquée. La composante sensible fondamentale du système de balayage a un mouvement complexe tout le long de l'orbite. Ce système balaye transversalement et le balayage longitudinal est donné par le mouvement du satellite sur son orbite. La géométrie n'est pas figée comme dans le cas de l'image RBV mais elle varie avec le temps".

"Avec les caméras multispectrales, alors, en plus des insuffisances fondamentales des instruments extrêmement complexes du balayage multispectral, une déformation appréciable apparaît à partir du moment où le satellite a besoin de balayer la surface terrestre. La déformation la plus sérieuse apparaît sous forme d'un "biais" causé par la rotation de la Terre durant le balayage. D'autre part, la déformation cartographique se produit parce que la surface courbe de la Terre est reproduite en bidimensionnel sur le film alors qu'en

ERTS-1

Ground Data Handling Centre of the Canada Centre for Remote Sensing, a branch of the Department of Energy, Mines and Resources.

But is this "photography" from space simply a continuation of more mundane aerial photography? The answer is an unqualified "no". Imagery from a satellite hurtling around the globe at more than 16,000 miles per hour with data retransmitted by radio back to earth prior to reproduction is much more precarious than photography from an aircraft cruising at a few hundred miles per hour with photographs subsequently delivered and processed in a darkroom. Moreover there are frequent cases where satellite photographs cannot be used without corrections being made — and if these corrections are neglected, ecologists and resource managers may be provided with misleading information with costly consequences.

Dr. Vladimir Kratky's objective was to give the Canadian user undistorted multispectral images of the whole mosaic of Canada. His unique contribution to Canada's ERTS program was to determine what factors were affecting the geometry of the photographs and film received from ERTS and then to provide methods for the computer processing of the rough satellite information in order to rectify the distortions and render the ERTS data more useful.

The principal sources of errors for both RBV and MSS images were analysed separately by Dr. Kratky. This analysis enabled him to draw up a model — an analytical description in the form of a set of equations — of how the image is distorted in two dimensions. Through a special computer program (involving the appropriate sets of equations taking into account these errors) which was prepared at the Canada Centre for Remote Sensing under his supervision, the source information from the ERTS-1 satellite can be corrected automatically for these distortions as the image is being generated.

The program is so designed that two passes of the source information through the computer are sufficient to give corrected images. On the first pass, the rough satellite information is reproduced in its rudimentary photographic form. Next, ground map information on the particular scene is fed into the computer together with calibration data. The computer then compares the uncorrected photograph with the analytical model and prints out a tape containing the information on all the corrections needed. On the second pass the major errors involved in satellite photography are rectified.

What are these errors? Dr. Kratky explains: "The RBV still photos from the satellite involve the frozen geometries of individual bundles of rays — this is the most common case which photogrammetrists deal with. Aside from errors inherent in the instrumentation itself — camera, transmitter to earth, receiving-station recorder and reproducer — an important error crops up in the scanning of the electron beam over the RBV faceplate where the image is formed. Note that the RBV shutter speed is so fast that no appreciable error is introduced because of the satellite's velocity. But the three RBV cameras are not exactly vertical and this introduces a projective distortion. A special stabilizing subsystem keeps this error low, below the level of the electronic distortion associated with the scanning electron beam.

"The multispectral scanner is much more difficult to deal with," Dr. Kratky says. "Here more serious errors arise because of the dynamics involved. The basic sensing part of the MSS system is in constant, complex motion as the satellite continues its orbiting. The MSS scans the cross-track or width of the

strip whereas the satellite movement provides the long track or length. The geometry is not frozen as with the RBV's but varies with time.

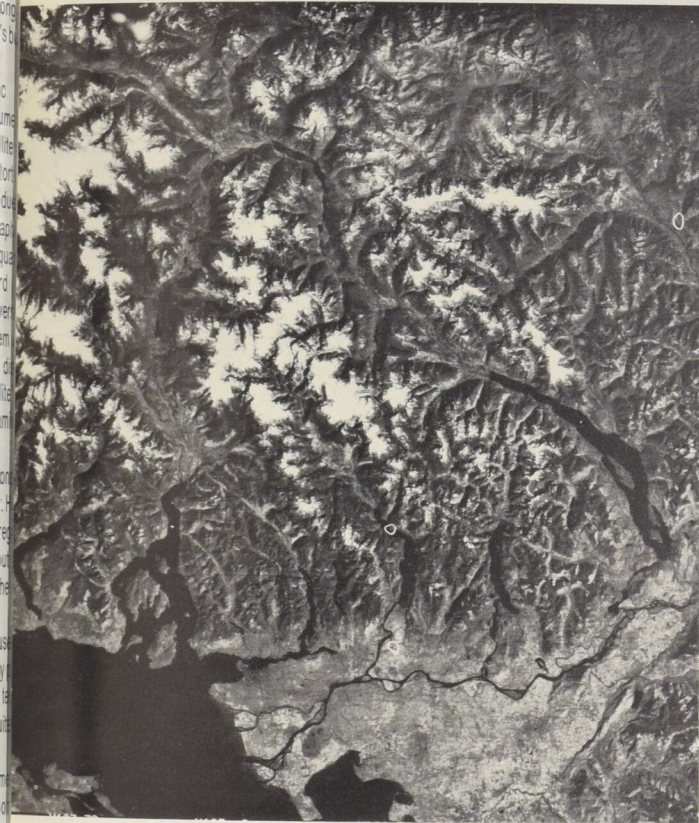
"With the MSS cameras, then, in addition to basic insufficiencies in the extremely complex MSS instrumentation, appreciable distortion stems from the time the satellite needs to scan the earth's surface," Dr. Kratky says. "This distortion, the most serious for the MSS, shows up as a skewness due to the earth's rotation during the scan. In addition cartographic distortion occurs because the earth's curved surface is squashed on the film into two dimensions, whereas for standard mapping purposes the images need to be in the universally accepted Universe Transverse Mercator (UTM) system which involves cylindrical projections. There is also critical distortion due to inevitable changes in attitude (i.e. in the satellite's pitch, roll and yaw) made all the more complex by the dynamic process of scanning.

"Lastly, the photographic data is received and reconstituted into a picture by an electron beam image reproducer. Here again the picture undergoes distortion because of irregularities inherent in the use of electron beams for scanning, but this error is known from calibrations carried out prior to the experiment.

"Our main aim" says Dr. Kratky, "is to provide the user with multispectral images such that the real position of any point on the image can be determined within 250 yards on the terrain as determined in the UTM co-ordinate system. We are quite close to achieving this at the moment.

"ERTS-1 has opened up a new area for photogrammetry. For the first time we are dealing with dynamic geometries on a large scale — this means photogrammetry where the usually neglected time factor plays a key role. But although the field is new and there was little background material available, the solution developed here was essentially an extension of knowledge in analytical photogrammetry. And analytical photogrammetry was already a well-developed field at NRC."

Dr. L. W. Morley, Director of the Canada Centre for Remote Sensing, Department of Energy, Mines and Resources summed up Dr. Kratky's contribution to Canada's ERTS program in these words: "The design and implementation of the Canadian ERTS ground data handling system was a model of inter-departmental and industrial cooperation. Having the advantage of knowing the detailed design of the NASA system, Canadian scientists were able to make technical improvements and financial savings in their design. Dr. Murray Strome of the Canada Centre for Remote Sensing was responsible for the overall design of the Canadian system. Computing Devices of Canada Limited, an Ottawa electronics company, supplied a team of 30 scientists, engineers and technicians who provided the design of electronic circuitry and actually put the system together. Dr. R. E. Barrington of the Department of Communications was responsible for the redesign of the Prince Albert Satellite Station which receives the data from the satellite. The Space Engineering Division of the University of Saskatchewan, under contract to the Department of Communications, was responsible for the integration of the satellite receiving station which had to be made compatible with the Ground Data Handling System in Ottawa. Dr. Kratky's long experience and knowledge in the science of photogrammetry ensured that the final system was able to meet the rigid standards which photogrammetrists have for a long time applied to their science of map making." □ Earl Maser



Left—Uncorrected ERTS satellite photograph of a 13,225 square mile area surrounding Vancouver, British Columbia. Right—Corrected photograph. • A gauche: photographie non corrigée de 13 225 milles carrés, de la région de Vancouver, donnée par le satellite ERTS. A droite: la même photographie après correction.

cartographie traditionnelle les images doivent être dans le système de Mercator, c'est-à-dire être des projections des points à la surface de la Terre sur un cylindre tangent à l'équateur. Il existe également une déformation critique en raison des changements inévitables d'assiette du satellite, en roulis et en lacet, rendus encore plus complexes par le processus dynamique du balayage".

"Finalement les données photographiques sont reçues et reconstituées en une image donnée par un reproducteur à faisceaux électroniques. Là encore, l'image est de nouveau déformée en raison d'irrégularités liées à l'utilisation des faisceaux électroniques pour le balayage, mais cette erreur est connue puisque l'on a procédé à des étalonnages avant l'expérience".

Et le Dr Kratky de continuer: "notre objectif principal est de fournir à l'utilisateur des images multispectrales telles que la position réelle de tout point sur l'image peut être déterminée à 20 verges près sur le terrain dans le système de Mercator. En ce moment nous sommes très près d'atteindre notre but".

"Le satellite ERTS-1 a ouvert une nouvelle ère pour la photogrammétrie. Pour la première fois, nous travaillons sur des géométries dynamiques et sur une grande échelle ce qui signifie que le facteur temps habituellement négligé en photogrammétrie joue un rôle clé. Mais, quoique le domaine est nouveau et que nous ne disposons que de peu de données, la solution mise au point est essentiellement une extrapolation de nos connaissances en photogrammétrie théorique. Et la photogrammétrie théorique était déjà un domaine bien développé au CNRC".

Le Dr L.W. Morley, Directeur du Centre canadien de

télétection, a résumé la contribution du Dr Kratky en ces mots: "L'étude et la mise en oeuvre du système de traitement des données au sol fournies par le satellite ERTS concernant le Canada ont été un modèle de coopération industrielle et interministérielle. Ayant l'avantage de connaître le système de la NASA dans le détail, les scientifiques canadiens ont pu faire des améliorations techniques et des économies au stade de l'étude. Le Dr Murray Strome, du Centre canadien de télétection, était responsable de l'étude globale du système canadien. La compagnie Computing Devices of Canada Ltée, d'Ottawa, a fourni une équipe de 30 scientifiques, ingénieurs et techniciens qui ont conçu les circuits électroniques et ont procédé au montage de l'ensemble. Le Dr R.E. Barrington, du Ministère des communications, était responsable de la nouvelle étude de la station de Prince Albert qui reçoit les données du satellite. La Division de génie spatial, à l'Université du Saskatchewan, sous contrat du Ministère des communications, a eu la responsabilité de l'intégration de la station de réception qui devait travailler en harmonie avec le système de traitement des données d'Ottawa. Grâce à la longue expérience et aux vastes connaissances du Dr Kratky en photogrammétrie, on a eu l'assurance que le système final satisfait aux normes sévères que les photogramétristes ont depuis longtemps appliquées en cartographie". □

Union Carbide develops new method To manufacture carpet yarns

L'Union Carbide et les fils de tapis



Arnprior is a small picturesque Ottawa valley town, located about 40 miles northwest of the national capital at the point where the Ottawa and Madawaska rivers converge.

Although the town, like so many of its counterparts in the area, owes its origin to its excellent geographical placement as a campsite for the pioneer lumber industry, its 6,000 inhabitants no longer depend on wood and wood products for their livelihood. The 1929 crash and the subsequent bankruptcy of the town's major lumber producer took care of that.

Today Arnprior's economic dependence is on light manufacturing. The town's big three in terms of size of work force are respectively, Huyck of Canada Limited, established in 1919 as a fabric mill; Playtex Limited, which set up its Arnprior operation for production of latex-based goods in baby and women's wear in 1952; and Union Carbide Canada Limited.

Although the latter company is a Johnny-come-lately, appearing on the Arnprior industrial scene in 1966, a major expansion of its plant over the next five years and a 200-man enlargement of the work force from its present 280 could eventually make it the town's biggest employer.

Union Carbide operates 42 factories and eight research centers scattered across Canada. It manufactures a broad range of industrial products — chemicals, resins, gases, metal and carbons, plastics, synthetic fibers — and a wide variety of brand-name consumer goods, notably "Glad" plastic bags and "Eveready" and "Prestone" home and auto supplies.

The move to locate in Arnprior followed a corporate decision to enter the nylon yarn market. Nylon technology involving the use of the chemical compound polycaprolactam, or polyamide, was acquired from Europe as the basis for the Arnprior operation. Production initially was aimed at the Canadian market for wearing apparel, industrial yarns such as are found in tire cord and home furnishing fibers, in this case carpet yarns.

Although these three areas were defined as the production targets in initial planning, the results produced by a small research and development group, funded in part by the Industrial Research Assistance Program (IRAP), of the National Research Council of Canada, were a major factor in causing the company to scrap its plans for industrial and apparel yarn production and concentrate exclusively on carpet yarns.

When Union Carbide started production in Arnprior,

Union Carbide provides carpet manufacturers with colorless yarns similar to the sample. Some idea of the range of three-color combinations that may be attained in a one-step dye bath process is indicated on this color sample card. • La compagnie Union Carbide fournit aux fabricants de tapis des fils sans couleur semblables à l'échantillon. On peut avoir une idée de la gamme des combinaisons à base de trois couleurs, que l'on peut obtenir en un seul bain, d'après les cartes donnant les échantillons.

traditional production technology called for the carpet manufacturer to buy colored yarn from the fiber producer and have it plied in desired combinations. The manufacturer had to keep large inventories of as many as a dozen different colored yarns on hand to cope with commercial demands. Any change in carpet fashion would involve the risk of loss through obsolescence.

"When we applied for an IRAP grant, our stated aim was to produce a broad range of products that would provide our customers with diversity of style, while keeping plant equipment and machinery at an absolute minimum," says Dr. W. M. Palmer, Technical Director of the Arnprior operation.

"Extended production runs became essential to any small plant operation. To achieve this our Research Manager, N. B. (Bernie) Campbell, and his team examined the standard technique of manufacturing a number of different polymers in order to produce a similar number of yarns, each having different characteristics.

"In a collaborative effort with the plant's production and engineering groups, the research team found it possible to make just one polymer and, by adding chemicals downstream in the process, provide yarns having different characteristics in terms of dyeability, static discharge, soilability and lustre.

"With this technology, we found it was possible to have the advantages of a mass production chemical operation producing, at most, one or two polymers. We achieved long runs and low costs but, at the same time, our operation attained the flexibility of products and styles needed for the marketplace," says Dr. Palmer.

In the Union Carbide process, nylon has been made receptive to what are known as acid and basic dyes, and it can differentiate between the two when both types of dye form a master batch dye bath. Mr. Campbell is co-inventor with Angus Horner of one type of modified dyeability process (yarns of

Arnprior est une petite ville pittoresque de la vallée de l'Outaouais, à environ 40 miles au nord-ouest de la capitale nationale, au confluent de l'Outaouais et de la Madawaska.

La ville, comme tant d'autres dans la région, a pour origine un camp de bûcherons placé en cet endroit en raison de son excellente position géographique. Aujourd'hui les 6 000 habitants d'Arnprior ne dépendent toutefois plus de l'exploitation du bois ou de ses produits puisque c'est en 1929 que la crise économique a conduit la principale compagnie d'exploitation des bois à la faillite.

L'économie d'Arnprior est maintenant basée sur la fabrication d'objets manufacturés. Trois compagnies sont les plus grands employeurs: Huyck of Canada Limited, usine de tissage établie en 1919, Playtex Limited qui produit des articles à base de latex pour les enfants et pour les femmes depuis 1952 et Union Carbide Canada Limited.

Quoique cette dernière compagnie ne se soit installée à Arnprior qu'en 1966, on prévoit que l'usine se développera beaucoup au cours des cinq prochaines années et que le nombre des employés passera de 280 à 480; cette compagnie serait ainsi la plus importante de la ville.

Union Carbide possède 42 usines et huit centres de recherches au Canada. Ses usines fabriquent des produits chimiques, des résines, des gaz, des métaux, des plastiques, des fibres synthétiques et une grande variété de produits connus comme le sac en plastique "Glad" et les articles "Eveready" et "Prestone" pour la maison et pour l'automobile.

C'est à la suite d'une décision de se placer sur le marché des fils de nylon que la compagnie s'est installée à Arnprior. La technologie du nylon impliquant le polycaprolactam, ou polyamide, a été acquise en Europe et est à la base des produits fabriqués à Arnprior. La production visait à l'origine le marché canadien des articles à porter, des fils industriels pour toiles de pneus, des fibres pour tissus d'ameublement et, notamment, pour les tapis.

Quoique ces trois domaines aient été les objectifs initiaux, les résultats obtenus par un petit groupe de chercheurs subventionnés en partie au titre du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI), du Conseil national de recherches du Canada, ont conduit la compagnie à concentrer ses efforts sur les fils de tapis exclusivement.

Lorsque la compagnie Union Carbide a commencé ses fabrications à Arnprior, les fabricants achetaient des fils colorés pour leurs tissages. Ils devaient donc en avoir un grand choix en réserve pour satisfaire à la demande ce qui causait de grosses pertes lorsque certaines couleurs n'étaient plus à la mode.

Le Dr W.M. Palmer, Directeur technique à Arnprior, nous a dit: "Lorsque nous avons fait une demande de subvention PARI, nous nous proposons de fabriquer des produits très divers répondant aux besoins variés des clients avec un minimum d'équipement et de machines".

"La production en masse à la chaîne est devenue essentielle même pour les petites usines. C'est pour en arriver là que notre directeur de la recherche M. N.B. (Bernie) Campbell et ses collaborateurs ont étudié les techniques classiques de fabrication des polymères en vue de fabriquer des polymères différents donnant des fils à caractéristiques différentes".

"En collaboration avec les groupes techniques et de production de l'usine, les chercheurs ont trouvé qu'il est possible de ne partir que d'un seul polymère qui, après traitement spécial donne des fils ayant des caractéristiques différentes en ce qui concerne la teinture, la charge statique, la fragilité et le lustre".

"Grâce à cette technique, nous avons pu avoir les avantages de la production en masse car on n'utilise qu'un ou deux polymères. Nos prix de revient sont faibles et, malgré tout, nos fabrications sont variées comme le marché l'exige".

Selon le procédé de l'Union Carbide, le nylon traité est plus ou moins sensible aux colorants suivant que ceux-ci sont des acides ou des bases; lorsque ces fils sont placés dans un bain comprenant acides et bases, les couleurs absorbées sont fonction du traitement antérieur. M. Campbell est le co-inventeur, avec Angus Horner, d'un procédé permettant aux fils de nylon de mieux s'imprégner des colorants acides et, avec Nelson Wells, d'un autre procédé permettant aux fils de mieux s'imprégner des colorants basiques.

Les fabricants de tapis commandent les fils de nylon à l'Union Carbide en précisant souvent la couleur qu'ils désirent. La compagnie Union Carbide traite alors le nylon de manière que le fabricant de tapis puisse obtenir les couleurs voulues.

Les fils de l'Union Carbide sont vendus non colorés et le

Union Carbide

enhanced acid dye receptivity) and with Nelson Wells of a second (enhanced basic dyeability).

Carpet manufacturers, in ordering nylon yarn from Union Carbide, often specify the colors required. Union Carbide will develop dye recipes to enable the carpet manufacturer to obtain the desired colors.

However, the yarn produced by Union Carbide is sold blank (undyed). The carpet manufacturer uses this colorless yarn to manufacture rolls of undyed carpet. Using the appropriate dye recipe, he then immerses the colorless carpet into a master batch dye bath.

If, for instance, the carpet manufacturer has specified that the carpet is to contain three colors, say orange, green and yellow, the various colorless yarns making up the carpet take on these colors in a single dyeing process.

In the process, the carpet manufacturer is able to obtain any combination of three colors or shades of three colors. The big commercial advantage of this differential dye approach is that carpet manufacturers can dispense with large inventories of colored yarn. Previously a manufacturer would sometimes find himself burdened with yarn of a particular color which he couldn't use because it had gone out of style.

Union Carbide's competitors have similar products. However, in 1971, Union Carbide became the first to dispense with the selling of components (deep and light dye yarns and a metallic yarn that prevents static buildup by slowly leaking electrical charges).

"We told our customers we would do these operations ourselves and offer them a finished yarn, plied and ready for carpet manufacturing. You could say that this was a first for the North American market," says Dr. Palmer.

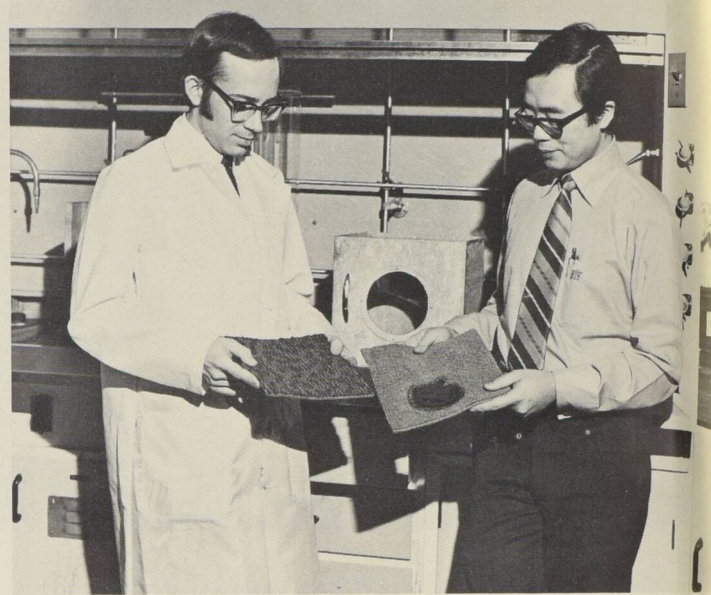
Dr. Palmer sees the greatest market for their technology as resting with the smaller nylon carpet yarn manufacturing operations. They want a wide variety of goods from a small production unit. As examples, he cites the sale to such plants in Poland and Italy of carpet yarn technology which has netted the company more than \$1,000,000 in down payments and future royalties.

Mr. Campbell sees the added possibility for the use of this technology in big plant operations, basing his feelings on the advantages of less diversified polymer manufacturing facilities and polymer inventories.

In any event, current sales present a bright picture. New products have contributed to a substantial sales increase. Sales of IRAP-developed products commenced in 1971 and reached 20 per cent of total sales of approximately \$6,000,000. In the first six months of 1972, total sales were more than \$4,000,000. Of this, 30 per cent was made from IRAP-developed products.

"We feel that this particular IRAP project has zeroed in on a sort of a Canadian-type textile problem, producing a diversity of products but, at the same time, having long production runs comparable to a large-scale manufacturing process," says Mr. Campbell.

"When we opened in 1966, our anticipated volume was 6,000,000 pounds of polymer per year. Today, it has reached about 10,000,000 pounds annually. This figure has been reached by making small additions and expansions but, mostly it was achieved by rationalizing our operation. One way was to concentrate on carpet yarns, the second was to use techniques developed under IRAP to keep our operations very simple while mass-producing the polymer.



Barry Knowlton (left), Research Technologist, and Dr. E. C. Thomm, Senior Research Scientist, examine carpet samples used in standard tests to determine the flammability characteristics of floor covering materials. • Barry Knowlton (à gauche) et le Dr. E. C. Thomm, examinent des échantillons de tapis soumis à des essais pour déterminer les caractéristiques d'inflammabilité d'un tissu de sol.

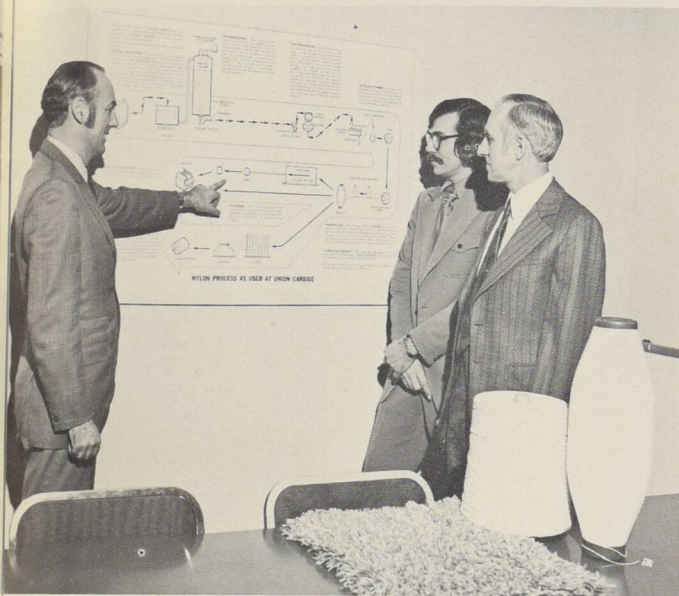
"Projections have been made showing that the total carpet market is growing by 13 per cent annually. However, nylon production is growing faster, almost 20 per cent per year. So, in five years this plant can be doubled to produce 20,000,000 pounds per year. In terms of jobs, that's 200 more people, a substantial increase.

"Our arrangement with the National Research Council of Canada through its IRAP program has been a happy one," says Mr. Campbell. "They've made this particular type of industry assistance program very simple to work with through their policy of paying 100 per cent of the salaries of the research project staff (in our case two professionals and three technicians). This is matched by an equal amount or more by the participating company. In our case we are closer to providing 150 per cent in terms of backup material and other personnel brought in but not supported by IRAP."

Figures to date show that, over the first 27 months in a three-year agreement, the IRAP contribution was \$70,000 while the company listed expenditures of \$165,000 for a total of \$235,000.

Mr. Campbell was particularly pleased with the counsel provided by Dr. David Wiles, Head of the Textiles Chemistry Section of the NRC's Division of Chemistry. Under the terms of the IRAP agreement, Dr. Wiles was named as liaison officer between the two parties.

"This is typical of a successful IRAP project," says G. W. Donaldson, Secretary of NRC's Committee on Industrial Research Assistance. "As a result of careful planning, the applied research work has been effectively integrated with the manufacturing technology and market opportunities. The Technical Director and the research staff of this company are to be congratulated on this excellent use of IRAP funds." □ Arthur Mantell



W. M. Palmer, Technical Director of Union Carbide, discusses company's new method to manufacture carpet yarns with Nelson Wells, Technical Service Manager (center) and N. B. Campbell, Research Manager. • Le Dr W. M. Palmer, Directeur technique de l'Union Carbide, Nelson Wells, Chef du service technique (au centre) et N. B. Campbell, gestionnaire de la recherche discutent de la nouvelle méthode de la compagnie pour fabriquer des fils de tapis.

Le fabricant de tapis les utilise pour fabriquer ses rouleaux de tapis. Il plonge ensuite dans le bain colorant. Ces tapis sortent du bain colorés en orange, en vert et en bleu, par exemple, soit uniformément, soit sous forme de motifs impliquant plusieurs couleurs ou plusieurs nuances. Le grand avantage commercial de cette méthode se trouve dans le fait que les fabricants de tapis n'ont plus à avoir de très grands stocks de fils colorés. Jusqu'aujourd'hui, un fabricant se trouvait parfois en possession d'une grande quantité de fils d'une couleur donnée et passée de mode. Les concurrents de l'Union Carbide ont des produits semblables. Toutefois, en 1971, cette compagnie a été la première à ne plus vendre de composants des fils et, notamment, un fil métallique de protection contre les décharges d'électricité statique. "Nous avons dit à nos clients que nous ferions ces opérations nous-mêmes et que nous leur offririons un produit prêt pour le tissage. On peut dire que nous avons été les premiers à offrir ce service en Amérique du Nord", nous a dit le Dr Palmer. Le Dr Palmer voit le plus grand débouché dans les petites entreprises qui recherchent toutefois la variété la plus grande tout en ne produisant qu'en petites quantités. Comme exemple, il cite les ventes à de petites usines polonaises et étrangères qui ont rapporté à la compagnie une somme supérieure à un million de dollars sous forme de paiements au comptant et de redevances futures. M. Campbell entrevoit aussi la possibilité d'appliquer cette technologie aux fabrications en masse et il se base sur les avantages offerts par des équipements de fabrication moins diversifiés et sur la possibilité de réduire les stocks de polymères.

Dans tous les cas, les ventes actuelles s'annoncent bien. De nouveaux produits ont contribué à augmenter substantiellement les ventes. Les ventes des produits mis au point grâce aux subventions PARI ont commencé en 1971 et ont atteint 20% d'un total d'environ six millions de dollars. Au cours des six premiers mois de 1972, le total des ventes a dépassé 4 millions de dollars. Sur cette somme, 30% représentait les produits mis au point grâce à la subvention PARI.

M. Campbell a ajouté: "Nous pensons que ce programme particulier de PARI répond tout à fait aux besoins de l'industrie canadienne du textile dont la production doit être variée et qui utilise de longues chaînes de production comparables à celles des fabrications à grande échelle".

"Lorsque nous avons ouvert notre usine en 1966 nous avions prévu de vendre annuellement 6 millions de livres de polymères. Aujourd'hui, nous en vendons 10 millions de livres. Ces chiffres ont été atteints grâce à de petits développements mais surtout grâce à la rationalisation de nos opérations. Nous y sommes parvenus en concentrant nos efforts sur les fils de tapis et en utilisant nos techniques mises au point dans le cadre des subventions PARI; ainsi nos fabrications sont restées très simples tout en permettant de sortir le polymère en très grandes quantités".

"Nous avons fait des prévisions qui montrent que le marché total des tapis se développe à raison de 13% par an environ. Toutefois la production de nylon croît plus rapidement et atteint presque 20% d'augmentation par an. Ainsi, en cinq ans, cette usine peut doubler sa production pour atteindre 20 millions de livres par an. Sur le plan de l'emploi, ceci signifie que 200 personnes de plus pourront travailler chez nous, ce qui représente une augmentation substantielle".

"Notre accord avec le Conseil national de recherches du Canada, par l'intermédiaire du programme PARI, s'est révélé un succès", nous a dit M. Campbell. "Le CNRC a rendu particulièrement simple cette manière d'aider l'industrie puisqu'il a pour politique de payer 100% des salaires du personnel de recherche (dans notre cas il s'agit de deux ingénieurs et de trois techniciens). Cette contribution a son parallèle sous la forme d'une contribution au moins équivalente de la part de la compagnie participante. Dans notre cas, nous sommes plus prêt d'avoir contribué 150% si l'on considère le matériel et le personnel fournis en plus de ces personnes payées par le CNRC dans le cadre du programme PARI".

Les chiffres, à ce jour, montrent que sur plus de 27 mois d'un accord de trois ans la subvention PARI a été de 70 000 dollars tandis que la compagnie a contribué 165 000 dollars sur un total dépensé de 235 000 dollars.

M. Campbell a eu particulièrement plaisir à recevoir les conseils du Dr David Wiles, Chef de la section de la chimie des textiles de la Division de chimie du CNRC. Dans le cadre de l'accord PARI, le Dr Wiles a assuré les fonctions d'ingénieur de liaison entre les deux parties.

M. G.W. Donaldson, Secrétaire du Comité de l'aide à la recherche industrielle du CNRC nous a dit: "C'est un type des programmes réussis au titre de PARI. Par suite d'une planification très soignée, les travaux de recherches appliquées ont été efficacement intégrés à la technique de fabrication et aux débouchés. Le Directeur technique et les chercheurs de cette compagnie doivent être félicités pour cet usage excellent des fonds du programme PARI". □

An unusual combination of international contributions led to the construction of a huge oil storage island in the Ekofisk area of the North Sea. The cover photograph shows the storage unit under construction near Stavanger, Norway. Story page 4.

• Une collaboration internationale exceptionnelle a conduit à la construction d'une grande île artificielle à Ekofisk, en Mer du Nord, pour stocker le pétrole. Notre couverture montre l'île en cours de construction près de Stavanger, en Norvège. Article page 5.

