

SCIENCE DIMENSION

NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF CANADA • CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA

A collage of various food items, including meat, fish, and vegetables, arranged in a circular pattern. The items are depicted in a stylized, almost cut-out manner, with a focus on their shapes and textures. The background is a dark, textured surface, possibly a wooden table or a similar material. The overall composition is balanced and visually appealing, highlighting the diversity of food.

SCIENCE DIMENSION

NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF CANADA • CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA

A collage of various food items, including meat, fish, and vegetables, arranged in a circular pattern. The items are rendered in a high-contrast, almost black and white style, set against a dark, textured background. The items include a large piece of meat, a fish, a vegetable, and several smaller pieces of food. The overall composition is circular, with the items arranged around a central point. The background has a mottled, dark appearance with some lighter, reddish-brown areas. The text "SCIENCE DIMENSION" is at the top, and "NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF CANADA • CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA" is below it. The date "1972/2" is in the top right corner.

CONTENTS

Ocean engineering research	4
Textile revolution	10
Fourth state of matter	14
Tenderness of beef	20
Electron beam welding	24
The electronic sackbut	28

VOLUME 4 NUMBER 2, APRIL 1972
Science Dimension is published six times a year by the Information Services Office 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. Telephone: (613) 993-9101.

SOMMAIRE

Exploitation des fonds marins	5
Révolution dans le textile	11
Le quatrième état de la matière	15
Du boeuf tendre	21
Soudage électronique	25
La saqueboute électronique	29

VOLUME 4, NUMÉRO 2, AVRIL 1972
Publiée six fois par an par l'Office des Services d'information 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. Téléphone: (613) 993-9101.



Federal Government icebreaker "Sir Humphrey Gilbert" manoeuvres underwater laboratory (LORA-1) into position in 33 feet of water 300 feet off Newfoundland. The laboratory is being used by Memorial University for ocean engineering research. Story page 4. ● A l'aide du brise-glaces "Sir Humphrey Gilbert", LORA-1, véritable laboratoire sous-marin, est mis en position à 100 mètres au large de Saint John's à Terre-Neuve, où l'eau a une profondeur de 11 mètres. Les chercheurs de l'Université Memorial se servent de ce laboratoire pour des expériences dans l'eau froide de l'Océan. (Voir page 5).

NRC helps Newfoundland Take riches off the shelf

What is the role of a university? What part should it play in the life of its townspeople, of its province, of its country?

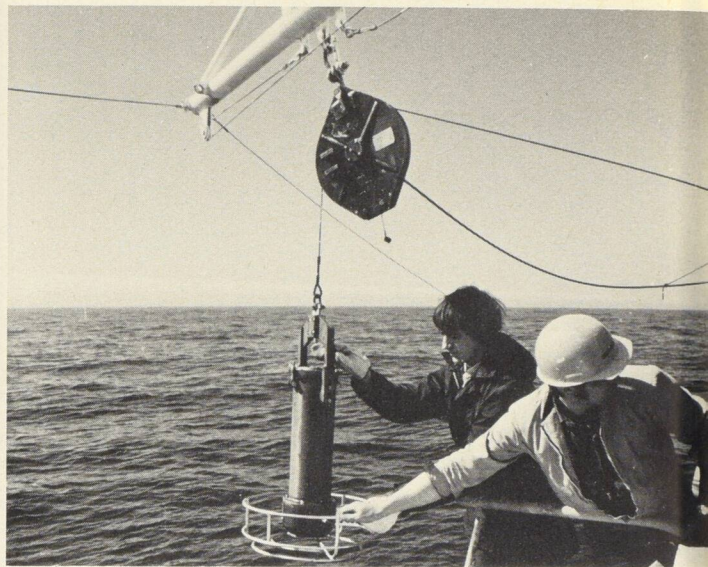
An unequivocal and impressive answer comes from Memorial University in St. John's, Newfoundland. Since 1968 its Faculty of Engineering and Applied Science has actively pursued a policy of grappling with problems of importance to the province. It has established research programs to examine and evaluate the environment, to combat obstacles to the exploitation of provincial natural resources and to open up new and undeveloped resources for the social and economic well-being of Newfoundland and of the country as a whole.

Taking advantage of the natural assets of Newfoundlanders, from fishermen to industrialists, and the unique environment of this province, the Faculty's programs are designed to meet the special needs of Newfoundland and to make significant contributions in solving problems in areas rich in economic and social returns. Transportation and resource-oriented activities loom large but the most prominent area is ocean-related research and development directed to the cold environment stretching off Newfoundland shores into the Arctic.

Memorial University is being aided in this area of research by a Negotiated Grant of approximately \$500,000 awarded by the National Research Council of Canada in October, 1971. The Negotiated Grant Program was created to provide a means whereby the Council and a Canadian university may share in the cost of initiating or developing research in areas of significance to the scientific, regional, economic or resource development of the country. Negotiated Grants may take the form of grants to assist in the cost and installation of special scientific equipment or development grants to assist groups of capable and highly-motivated researchers to undertake programs in new or interdisciplinary areas of research, or generally in circumstances warranting an intensification of research effort of high potential or realized scientific merit.

The funds awarded to Memorial University are being used specifically to further engineering research activities related to the ocean. They support studies of iceberg drift, on problems created by moving icebergs affecting offshore oil exploration, for example, and on the resource development of the Continental Shelf.

The ocean engineering program forms part of a comprehensive research effort which involves several branches of applied science. Although the Negotiated Grant is earmarked solely for cold ocean research, the National Research Council is also supporting other projects in this integrated research effort. Part of the comprehensive program is devoted to project planning and cost reduction in the construction industry. This is aided by a \$4,000 Operating Grant from NRC. Another series of studies focuses on the design, control and operation of hydro-electric power systems with NRC funding studies on the computer design and control of large-scale power plants. A third project involves the census, effective development and use of renewable resources. An NRC grant is aiding development of aerial photographic and automatic photo-



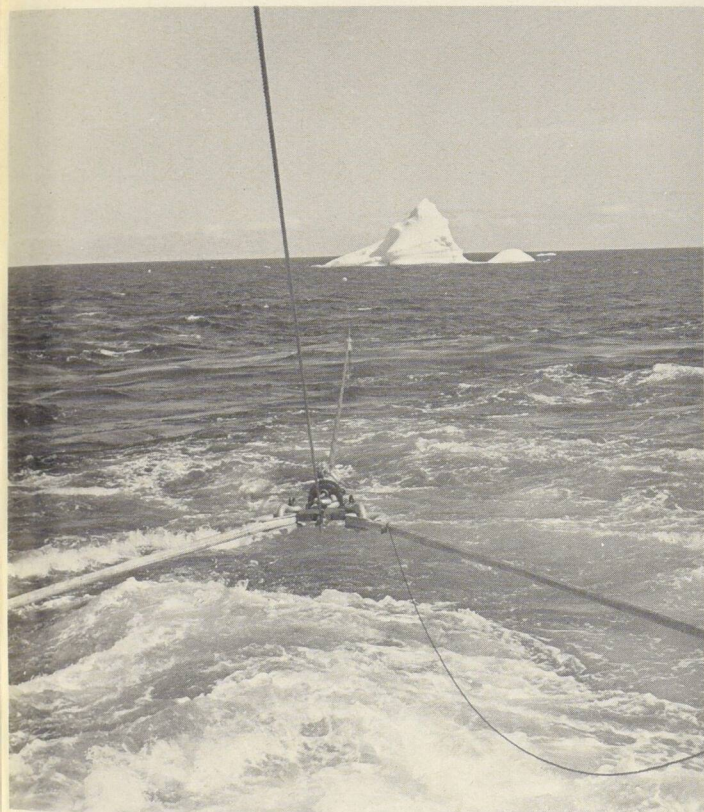
Putting salinity and temperature depth recorder overboard.

● *Dispositif pour enregistrer des données sur la température et la salinité des eaux.*

Preparing to take a sediment core. ● Dispositif pour échantillonner les sédiments.

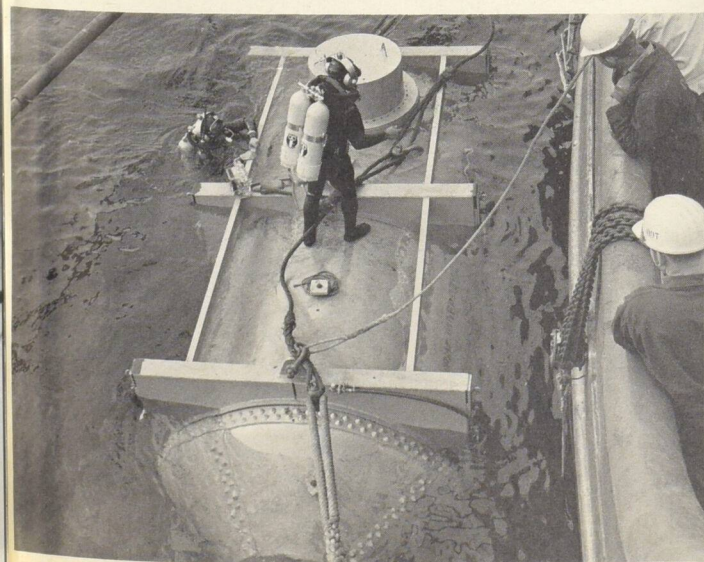


Plateau de richesses Plateau littoral.



Towing an iceberg during tests. ● Remorquage d'un iceberg lors des tests.

Divers readying LORA-1 for tests. Of the approximately 40 habitats operating in the world, she is the only one to be lowered into a sub-Arctic environment. ● Des plongeurs préparent LORA-1 pour des expériences. Il existe environ 40 laboratoires sous-marins dans le monde mais LORA-1 est le seul qui se trouve dans les eaux arctiques.



Quelle est la fonction de l'Université? Quel rôle doit-elle jouer au sein de la ville, de la province, du pays?

Une réponse ferme et impressionnante nous est donnée par l'Université Memorial à St. John's de Terre Neuve. Depuis 1968, la Faculté de Science Appliquée s'attaque vigoureusement à des problèmes ayant une importance pour toute l'île de Terre-Neuve. Elle a mis sur pied des recherches pour examiner et évaluer l'environnement, pour lever les obstacles qui s'opposent à l'exploitation des ressources naturelles et pour exploiter les ressources nouvelles et non-développées au profit des habitants de la province et de tout le pays.

Avec l'aide des Terre-neuviens, des pêcheurs aux industriels, et se prévalant de l'environnement tout spécial de la province, les chercheurs visent à répondre aux besoins particuliers de Terre-Neuve, surtout dans le domaine économique et social. Certes, le problème des transports et l'exploitation des ressources sont bien importants à leurs yeux mais ils se penchent en particulier sur la recherche et le développement en milieu très froid tel qu'on le trouve depuis la côte de Terre-Neuve jusqu'à l'Arctique.

Ces dernières recherches sont subventionnées par le Conseil national de recherches. Le CNRC a accordé une subvention concertée d'environ 500,000 dollars à l'Université Memorial en octobre 1971.

Ces subventions sont offertes pour aider à la réalisation de nouveaux concepts, d'un grand intérêt, élaborés dans les universités. Il s'agira généralement de favoriser l'essor de travaux de recherche de haute importance pour le développement scientifique, économique et régional et pour une meilleure exploitation des richesses naturelles du Canada. Cette catégorie d'octrois comprend les subventions pour installations importantes destinées à l'achat et à l'installation d'appareillage scientifique et les subventions concertées de développement accordées à des groupes de chercheurs compétents et très enthousiastes, travaillant dans des domaines de recherche nouveaux ou communs à plusieurs disciplines, ou généralement dans des circonstances justifiant une intensification des recherches de haut intérêt scientifique.

Bien que les fonds de la subvention concertée soient affectés uniquement aux études relatives à l'océan et à ses ressources, ces études se situent dans un cadre des recherches faisant appel à diverses sciences appliquées. Le CNRC subventionne d'autres recherches encore dans ce vaste programme coordonné. Une partie du programme traite de la planification et de la réduction de frais dans l'industrie de la construction, une autre de la conception, du contrôle et du fonctionnement des systèmes fournissant l'énergie hydro-électrique, une troisième concerne le recensement, l'exploitation et l'utilisation des ressources renouvelables. Une quatrième permet d'étudier l'emploi, la corrosion et l'affaiblissement des matériaux dans l'eau salée et extrêmement froide.

Certaines recherches dans chacun de ces domaines profitent de subventions attribuées par le Conseil national de recherches du Canada.

interpretation techniques for waterfowl and wild animal census. A fourth is in the domain of materials science. It consists of studies on the use, corrosion and fatigue of materials in very cold sea water. NRC operating grants are helping to finance research into the use of electrolytes as a cutting fluid for machining high-tensile alloy steels and into the breakdown of metals due to oxidation.

Memorial's interest in ocean engineering research stems from Newfoundland's unique attributes of environment and location. Almost every aspect of Canadian climate on land and sea is found in Newfoundland, ranging from Arctic conditions throughout much of Labrador and its sea, to the temperate maritime climate on the south coast of the island. Moreover, there is easy access to most areas of the Continental Shelf and the incredibly rich fishing territories surrounding and adjacent to this province.

The pivotal point for this ocean engineering research is the Continental Shelf, the rather shallow underwater plane forming a border to the North American Continent and ending in a steep slope to the ocean abyss. By International Convention (Geneva 1958), the sea bed adjacent to a sea-bordering state belongs to that state, out to a 200-metre contour, or as much farther as the sea-bordering state can develop the sea bed.

Canada's sea bed within the 200-metre contour, is 40 per cent of her exposed land area. This country has the largest Continental Shelf in the world — nearly all of it in the Arctic and Atlantic Oceans, generally in Arctic climatic conditions. In the waters over this shelf, in the sediments on the bottom and in the geological formations well beneath the ocean floor, there are to be found extremely important resources. The most salient feature of almost all of Canada's Continental Shelf is that it lies beneath extremely cold water. In sharp contrast, most of the engineering to develop under-ocean technology and operations has been carried out in warm water. To effectively claim the minerals and oil in this Shelf, Canada must develop a capability to work in and under cold ice-infested waters. New technologies not found in Canada, and in some instances, not yet developed elsewhere must quickly be developed in order to exploit these rich resources.

Exploitation of natural resources of the Continental Shelf will demand more extensive and more reliable operations in sea ice. Part of the grant to Memorial is aimed at developing a variety of techniques to eliminate the hazards which icebergs pose to navigation and offshore petroleum explorations. There are three essential questions to be answered: How do wind, current, and the shape and density of the ice influence its motion? What are the characteristics and mechanisms of the opening and closing of polynyas (areas of open water in sea ice)? What are the mechanics of interactions between ice and ship or ice and offshore drilling platforms?

Experiments in this area have involved surveys of ice and the towing of icebergs of up to 390,000 tons (towering 114 feet above water) under diverse wind and current

Interior of LORA-1. ● A l'intérieur de LORA-1.



D'où vient l'intérêt de l'Université Memorial pour l'océan et pour les recherches qui la concernent? Or, presque tous les climats canadiens se trouvent représentés à Terre-Neuve, en allant des conditions arctiques du Labrador et de ses eaux, jusqu'au climat tempéré de la côte sud de l'île. En outre, on peut accéder facilement à la plupart des zones du plateau continental et aux pêcheries incroyablement riches qui se trouvent aux environs de cette province.

Effectivement ces recherches sont axées sur le plateau continental. C'est la région sous-marine, peu profonde, bordant le continent et s'étendant de la côte jusqu'à la pente raide qui mène à l'abîme de l'océan. D'après un accord international signé en 1958, chaque pays possède le fond marin compris entre ses côtes et la courbe de niveau de 200 mètres et même au-delà s'il est en mesure de l'exploiter.

Quant au Canada, son plateau continental, jusqu'à 200 mètres, représente 40 pour cent de sa superficie totale. Notre pays a le plus grand plateau continental du monde. Il est situé presque entièrement dans les océans Atlantique et Arctique, en général dans des conditions arctiques. Les eaux, les sédiments et les formations géologiques de ce plateau renferment des ressources considérables. La caractéristique la plus importante de presque tout le plateau canadien est qu'il est couvert d'eau très froide. Or, la plupart des techniques pour explorer, analyser et exploiter l'océan et le plateau continental ont été mises au point pour des eaux relativement tièdes. Si le Canada veut se prévaloir des richesses minérales et pétrolières que contient la plate-forme littorale, ses chercheurs devront être à même de travailler dans des eaux très froides, parsemées d'icebergs. De nouvelles techniques inconnues au Canada et, dans certains cas, dans le monde entier devront bientôt être mises au point pour exploiter nos richesses sous-marines.

L'exploitation de ces ressources exigera également que l'on travaille avec plus d'efficacité là où les icebergs abondent. Une partie de la subvention concertée aidera à éliminer les dangers pour la navigation et l'exploration pétrolière au large. Ici trois questions se posent: quelle est l'influence des vents, des courants, de la densité et de la forme de l'iceberg sur son mouvement? comment caractériser la formation et les changements de forme des polynyas (régions d'eau liquide dans la glace)? comment caractériser l'interaction entre la glace et les structures solides telles que bateaux et plate-formes destinés à l'exploitation pétrolière.

Pour répondre à ces questions, les chercheurs ont déjà fait des relevés du pack et ont remorqué des icebergs (pesant jusqu'à 390,000 tonnes et dont le sommet était à 114 pieds au-dessus du niveau de la mer) dans des conditions diverses de vent et de courant. Ils ont déterminé le mouvement des icebergs en plein océan, au large et en contact avec la côte au moyen de bateaux munis de radar.

Une autre partie de la subvention concertée est destinée à la mise au point de méthodes pour récolter les ressources minérales, pétrolières, etc. de la plate-forme

Determining the volume of an iceberg by stereophotogrammetry. ● Détermination du volume d'un iceberg par la stéréophotographie.

conditions. On-ship radar has been used to determine iceberg paths and to study the offshore movement and grounding of icebergs.

Another part of the grant is directed at developing technology to harvest the petroleum, mineral and other resources of the Continental Shelf. The strength of marine sediments for sea-bed construction, the special requirements of structures placed in cold ice-infested waters and the corrosion of materials under these conditions make up this phase of the ocean studies.

The corrosion research constitutes one of several projects using an underwater laboratory called LORA-1 (Lowtemperature Ocean Research Activity). The shell of this habitat consists of a horizontal cylinder about eight feet in diameter and 16 feet long. With air and drinking water supplied by a shore-based station through a 500-foot umbilical cord, four aquanauts can remain underwater in relative comfort for extended periods of time. The station, an old cable building, was made available by the Newfoundland Light and Power Company and the cord, a set of communications and other life-sustaining lines, was donated by Bell-Northern Research.

Interest in the habitat and its experiments comes from all sectors. Local industry has contributed materials, labor and, in one case, direct participation. The Federal Department of Industry, Trade and Commerce through its Marine Branch has provided assistance in arranging testing of equipment and materials for Canadian manufacturers. At Memorial, the research possibilities offered by this underwater habitat have caught the eye of the Medical Faculty, biologists and geologists, and cooperative studies are anticipated.

The series of experiments involving LORA-1 are unique. All previous experiments with undersea habitats have taken place in tropical or sub-tropical waters. LORA-1 is located in 33 feet of water, just off St. John's, where the water is less than five degrees Centigrade for at least half of the year.

In addition to corrosion and materials behavior, short-term projects planned for the habitat include anchoring and stabilization of underwater pipelines, sediment movement and properties in the vicinity of the habitat, pollution studies and the dispersion of pollutants in coastal waters. Long-term projects may include investigations for under-ice operations and extended studies of the interaction of subsurface structures with sediments.

What is the role of a university? Judging from its Ocean Engineering Research Program, Memorial's answer might well be: not just an institution providing an effective education for its students, but more, an institution for providing maximum benefit to students, to the institution as a whole and to society; not a closed community of scholars, but an outward-looking integrated group of specialists teaching and investigating ways to meet the special challenges of our society and environment. □



littorale. Ceci comprend l'étude des sédiments marins servant de fondation pour des constructions, la détermination des besoins particuliers de ces constructions immergées dans les eaux froides pleines d'icebergs et enfin la corrosion des matériaux dans de telles conditions.

Les expériences sur la corrosion figurent parmi plusieurs études effectuées dans l'eau froide de l'océan au moyen d'un laboratoire sous-marin appelé LORA-1. C'est un grand cylindre horizontal dont le diamètre est d'environ huit pieds (2.5 mètres) et la longueur de 16 pieds (environ 5 mètres). L'eau potable et l'air sont fournis au moyen d'un "cordon ombilical" qui mesure 500 pieds (environ 150 mètres) et, par conséquent, quatre chercheurs peuvent rester presque à l'aise sous l'eau pendant une longue période. Le "cordon ombilical" comprenant également des lignes de communication a été donné à l'Université par la société Bell Northern Research. Quant à la station de contrôle sur la côte, elle a été mise à la disposition des ingénieurs par la Newfoundland Light and Power Company.

Tous les secteurs s'intéressent à ce laboratoire unique. L'industrie de la province a fourni des matériaux et du personnel pour sa construction et elle participe directement à une des recherches. Le Ministère de l'industrie et du commerce, par l'intermédiaire de sa Division des industries maritimes, a aidé à faire tester l'équipement et les matériaux au profit des fabricants du pays. A l'Université même, les professeurs de médecine, de biologie et de géologie veulent, eux aussi, profiter de LORA-1 et l'on a l'intention de mettre sur pied des études conjointes.

Les expériences auxquelles participe LORA-1 sont uniques car c'est la première fois qu'un laboratoire sous-marin se trouve dans les eaux froides. LORA-1 est situé juste au large de la ville de St. John's à un endroit où l'eau a une profondeur de 33 pieds (11 mètres). La température de celle-ci pendant au moins six mois de l'année n'atteint pas 5°C.

A part les expériences sur la corrosion et les caractéristiques des matériaux, des projets à court terme envisagés pour le LORA-1 comprennent des études sur l'ancrage et la stabilisation des pipe-lines sous-marins, le mouvement et les propriétés des sédiments à proximité du laboratoire sous-marin, la pollution des eaux et notamment la dispersion des polluants dans les eaux côtières. Parmi ceux de plus longue durée figureraient des études poussées sur l'interaction des constructions avec les sédiments leur servant de base ainsi que des recherches sur les opérations dans les eaux froides sous la glace.

Quel est donc le rôle de l'Université? En jugeant d'après son programme de recherches relatives à l'Océan, l'Université Memorial formulerait sa réponse ainsi: l'Université doit être un institut faisant profiter au maximum ses étudiants, l'Université elle-même et la société au sein de laquelle elle se trouve. Ce n'est pas une tour d'ivoire bourrée de savants mais plutôt une équipe de spécialistes, visionnaires, partenaires qui enseignent et qui recherchent les moyens de répondre aux problèmes particuliers posés par notre société et notre environnement. □

Canadians plot Textile Revolution

When man first took up fibre spinning he based his efforts on the utilization of surface cohesion properties inherent in natural staple fibres. The fibres cling together when brought into close contact, first in the form of a continuous staple fibre strand. This is formed thereafter into a spun yarn by subjecting the strand to torque to impart and retain a true twist. This prevents interfibre slippage and provides the needed strength to the yarn to be suitable for subsequent weaving or knitting into a fabric.

Despite considerable technological improvements of spinning techniques, the basic principle of all conventional staple fibre systems has remained unchanged during the last 3,000 years. Ring spinning, the primary means in use today, is restricted by rotational speed limitations and has about reached the stage where further meaningful technological improvements are impossible.

With a modern spinning and weaving mill now involving an estimated \$250,000 of capital investment per employed worker, conventional ring spinning has been described as too complex and too labor and capital intensive. Similarly in the case of synthetic fibres the cost of conversion of a polymer resin into man-made staple fibres and subsequent conversion of the latter by conventional processes into spun yarns far exceeds the basic raw material cost. This feature is even more pronounced in the manufacture of fine man-made multifilaments and their conversion into texturized yarns to incorporate the most desirable characteristics of spun yarns.

The world textile industry is thus seen to be ripe for the introduction of new principles in spun yarn technology. A Montreal-based company, whose research has been supported since mid-1964 to the tune of \$700,000 in funds from the National Research Council of Canada's Industrial Research Assistance Program (IRAP), confidently proclaims to have done just that after more than 15 years of research and development.

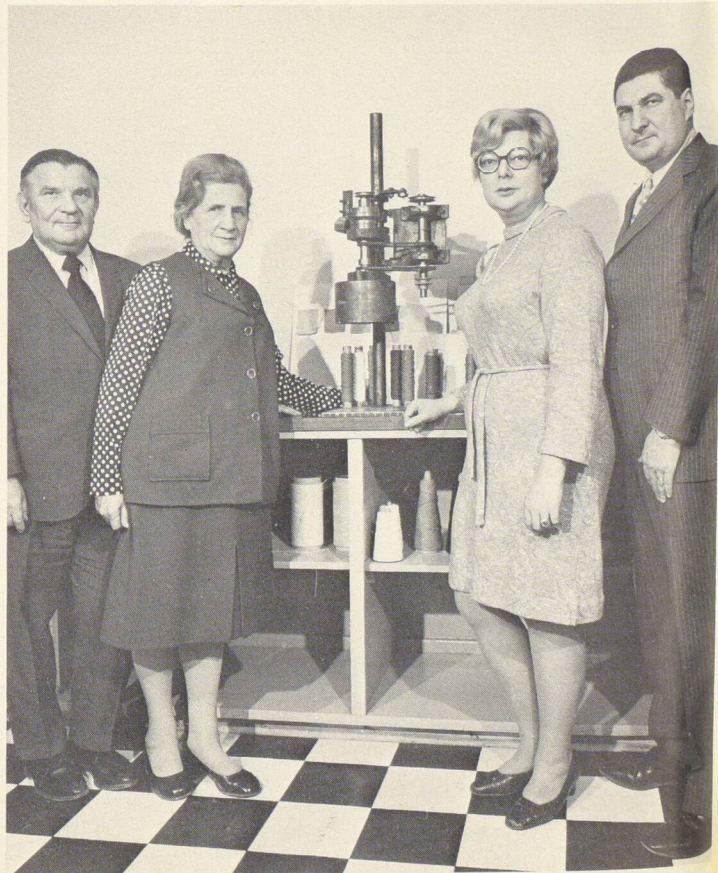
The Bobtex Corporation of Montreal is the developer of the Bobtex Integrated Composite Spinning (ICS) process. The ICS process is based primarily upon the adhesion principle. The Bobtex machine directs two continuous feeds of loose fibre (natural or man-made) alongside of a thin stream of a melted polymer resin. The fibres are continuously superimposed and condensed by a novel highspeed twist-imparting technique into a composite staple fibre-polymer resin spun yarn. This yarn, which in appearance and performance resembles conventional spun yarns, has been christened "Bobyarn".

The great economic and technological advantages of the Bobtex process is that it is capable of operating within a linear output speed of 500 to 1,000 feet per minute whereas conventional ring spinning speeds are in the range of 20 to 40 feet per minute. The Bobtex process, according to the company, also saves an estimated 50% or more on factory floor space since it eliminates the drawing, roving and ring spinning operations, and possibly even carding. Additionally, 50 per cent of a Bobtex yarn comprises a polymer resin in its lowest cost form, a substantial raw material and direct labor cost saving.

Bobtex developers claim that staple fibres of all kinds and sizes, including asbestos and the newer fine fibres which cannot generally be spun by normal methods, can be successfully processed on ICS machines. Although work so far has been with fibres in the cotton staple range, it is claimed that fibres of all lengths can be handled successfully. Also usable are the thermoplastic synthetic polymers of all types now available, including particularly the nylons, polyesters and the polyolefins.

Main emphasis to date has been on the production of yarns for industrial fabrics, household textiles, furnishings and carpet backings since at this early stage, the yarns produced are not within the finer count ranges normally used in wearing apparel, and are generally somewhat less flexible than conventional spun yarns. Future development of process techniques and of more refined machinery is expected to remedy this situation.

The Bobkowicz family is shown with the first model of the Bobtex Spinomat. It was built and operated for a short time in the basement of the Emilian Bobkowicz home in Westmount, Quebec. From left, Emilian Bobkowicz; his wife, Stephania; daughter Margaret and son, Andrew. ● La famille Bobkowicz et la première machine Spinomat de Bobtex. Cette machine a été construite et essayée dans le sous-sol de la maison de Emilian Bobkowicz à Westmount, au Québec. De gauche à droite: Emilian Bobkowicz, son épouse Stephania, sa fille Margaret et son fils Andrew.



Révolution dans le textile au Canada.

L'homme ayant observé il y a bien longtemps que les fibres naturelles peuvent adhérer les unes aux autres, il ne lui restait qu'un pas à franchir pour filer, tisser et tricoter. Les fibres très petites, appelées fibrilles, se collent en effet les unes aux autres dès qu'il y a contact étroit et, si ces fibres sont ensuite torsadées nous obtenons un fil. La résistance du fil est donnée par cette torsion qui empêche les fibres de glisser les unes sur les autres et de se rompre.

Malgré des progrès importants, le principe même du filage n'a pas changé depuis 3 000 ans. Aujourd'hui, le filage à l'aide de métiers à filer à anneaux est encore le plus commun mais son avenir est limité car on ne peut guère augmenter la vitesse de rotation des broches.

Une filature ou une usine de tissage moderne coûte, en investissements, environ 250 000 dollars par employé ce qui fait que le filage traditionnel est considéré comme étant trop complexe et trop coûteux en main-d'oeuvre et en investissements. Il en est de même dans le cas des fibres synthétiques où le coût de la transformation des fibrilles de

polymères en fils par les procédés traditionnels dépasse de loin le prix de revient de la matière première. Cette différence est encore plus frappante lorsque l'on considère la fabrication de fils en partant de petites fibrilles synthétiques très fines.

Il semble donc que l'industrie textile soit mûre pour de nouvelles méthodes de filage. Un porte-parole d'une compagnie montréalaise, ayant reçu 700 000 dollars de subventions depuis 1964 au titre du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI), du Conseil national de recherches du Canada, nous a déclaré que sa compagnie venait justement de mettre au point une nouvelle technique de filage après quinze années de recherches et de développement.

La Bobtex Corporation, de Montréal, a en effet inventé et mis au point le "Bobtex Integrated Composite Spinning" (ICS) grâce auquel les fibres torsadées, naturelles ou artificielles, déroulées de deux bobines viennent s'appliquer sur un fil de polymère chaud. Ces fibres sont donc, en fait, "collées" à chaud en régime continu sur le fil de résine et le produit final ne diffère pas en apparence des fils classiques. Ce fil a été appelé "Bobyarn".

Les grands avantages du procédé Bobtex, sur le plan économique et technologique, se trouvent dans le fait que la vitesse de production de ces fils peut être de 500 à 1 000 pieds par minute alors que les méthodes classiques ne permettent d'atteindre que 20 à 40 pieds. Du fait que Bobtex permet d'éliminer l'étirage, la mise sous forme de ruban, le filage traditionnel et peut-être même le cardage on économise selon la compagnie 50% au moins de la superficie habituellement nécessaire au filage. En outre, 50% des fils Bobtex sont constitués de polymères de très faible coût que l'on peut se procurer en grande quantité ce qui permet immédiatement d'économiser de la main-d'oeuvre.

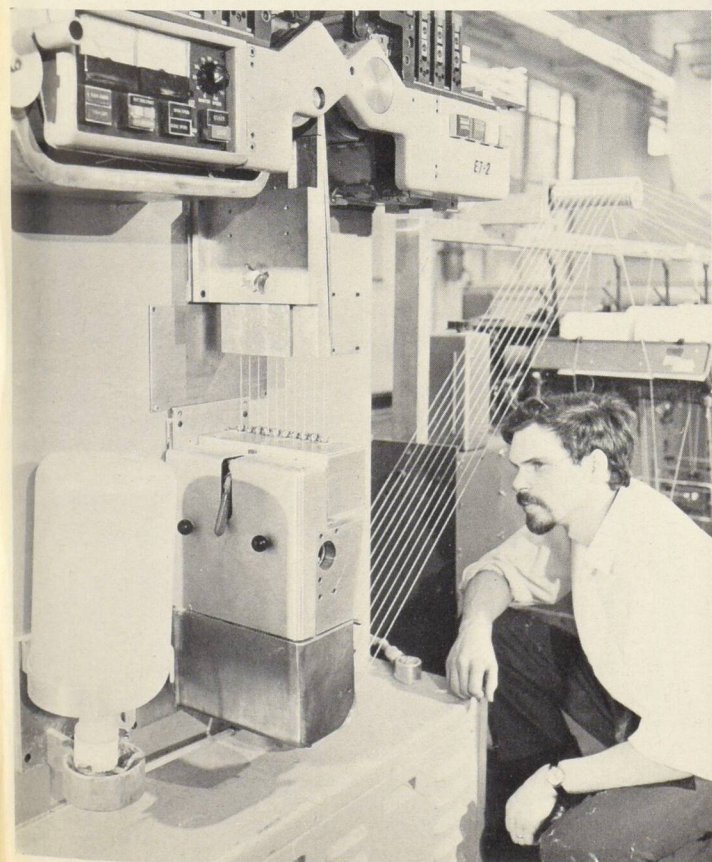
Les ingénieurs de Bobtex ont dit que toutes les sortes de fibres, des plus fines à celles d'amiante, peuvent être filées même si c'est impossible par les procédés habituels. Bobtex n'a travaillé que sur le coton, mais on pense qu'il est possible d'appliquer la méthode aux fibres de toutes les longueurs et aux polymères synthétiques thermoplastiques de tous les types actuels et, en particulier, aux nylons, aux polyesters et aux polyoléfinés.

On a jusqu'à maintenant mis l'accent sur les fils industriels, les textiles ménagers, les tissus d'ameublement et les doublures de tapis car le fil est encore trop raide pour faire des tissus très fins de vêtements. On espère toutefois pallier à cet inconvénient à l'avenir.

La Bobtex Corporation comporte un personnel de 40 ingénieurs et techniciens dirigés par M. Emilian Bobkowsz, âgé de 67 ans, et par son fils Andrew, de 35 ans. M. Bobkowsz possède environ 60% des actions de la compagnie alors que 25% appartiennent à l'Aluminium Company of Canada.

Selon M. Bobkowsz père, qui a commencé ses recherches dans le sous-sol de sa maison en 1957, sa compagnie en est l'étape précommerciale c'est-à-dire que les ingénieurs sont principalement occupés à résoudre

Len Liddle, Bobtex research staff member, supervises operation of the Bobtex Icsomat machine producing composite fiber-polymer Bobyarns. ● Len Liddle, chercheur chez Bobtex, surveille une machine Icsomat produisant un composite de fibres de verre et de polymères (Bobyarns).



The Bobtex Corporation consists of a staff of 40 engineers and technicians headed by 67-year-old Emilian Bobkowicz and his 35-year-old son, Andrew. The company is held 25 per cent by the Aluminum Company of Canada and about 60 per cent by the Bobkowicz interests.

The corporation is currently in its pre-commercial period, a stage devoted to ironing out bugs in the system, according to the elder Bobkowicz who started initial research in his basement in 1957. Mr. Bobkowicz, a graduate of the Warsaw Academy of Political and Economic Science, established his own textile firm in Poland. Before the Second World War he was one of the founders of the Gdynia Cotton Exchange. He came to Canada in 1949 with his family, obtaining Canadian citizenship in 1955.

That the company was able to get this far without faltering or falling under foreign ownership, Mr. Bobkowicz attributes in large part to the IRAP engineers at NRC.

"Without the effective moral, financial and technological support of NRC during the most difficult period for any invention (from the idea to the hardware stage), Bobtex would have had to 'Nolens volens' sell the rights to its patents to foreign interests . . .," Mr. Bobkowicz says.

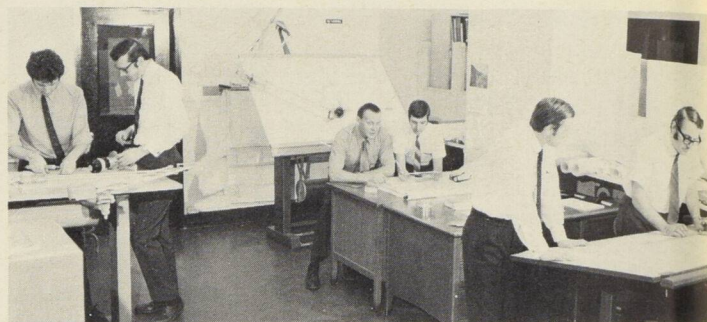
The IRAP funding over the last seven years has paid the salaries of approximately two-thirds of the research staff. It has provided additional expertise by support for the participation of university personnel in selected fields on a continuing basis. This has involved professors from McGill University in Montreal, the Ecole Polytechnique de Montréal and St. Hyacinthe Textile Institute in Quebec. In addition assistance on technological problems was also provided by personnel from NRC's divisions of Mechanical Engineering and Chemistry.

Bobtex recently qualified for assistance under the Federal Department of Industry, Trade and Commerce's Program for the Advancement of Industrial Technology. Funding from PAIT for an 18-month period calls for a 50-50 cost sharing arrangement covering machine development. This includes the setting up in Montreal of the world's first Bobtex spinning plant. The machines will be used to evaluate and improve production of semi-commercial quantities of a wide range of "Bobyarns".

Dr. Andrew Bobkowicz, a chemical engineer who graduated from McGill University and went directly to work with his father, expects this research and development prototype plant to become ultimately the showcase of the Bobtex process in action on Bobtex equipment under mill conditions. He expects it should result in substantial export orders since Bobtex is export oriented because of the fact that the Canadian textile industry represents less than one per cent of the world textile industry.

Bobtex's immediate problems and considerations, according to Dr. Bobkowicz are to decide whether and to what extent:

- To manufacture the Bobtex machinery in Canada, possibly in partnership with an established Canadian light machinery manufacturing company;
- To licence on a royalty basis within the framework of the PAIT and IRAP programs the construction of Bobtex



Above — Bobtex staff at the drawing boards in their Montreal plant.
● Ci-dessus: Les dessinateurs de Bobtex au travail dans l'usine de Montréal.

Below: Technologists display three stages of manufacture: Roll of Bobyarn; full production loom run of canvas; and finished tote bag.

● Ci-dessous: Mise en évidence des trois étapes de fabrication: un rouleau de Bobyarn, un rouleau de tissus et un sac fabriqué par Bobtex.

equipment to leading foreign textile machine manufacturers in order to achieve faster penetration in selected markets;

- To partly licence machine construction in some markets and partly manufacture the Bobtex equipment in Canada, to stimulate production by licencees to optimize world market penetration;
- To enter joint ventures with leading firms in selected countries in which this would ensure a greater share of their huge market capacity.

However, due to the shortening life cycles of new technologies, Dr. Bobkowicz believes it will probably be more advantageous for Canada "to create a strong and efficient machine manufacturing base in Canada, controlled by Bobtex, while exploiting, if and when advisable, any of the above alternatives. The success of a Canadian manufacturing enterprise in serving many large export markets will depend on proper and timely tax and other government incentives as well as long-term financing to offset the disadvantage of the very small Canadian market as a viable production base for world-wide supply." □



Dr. Andrew Bobkowicz, his father, Emilian, pose with Textile Science Award from Textile Technical Federation of Canada. Award was made in recognition of their invention and development of the Bobtex process. ● Le Dr. Andrew Bobkowicz et son père Emilian montrent la "Textile Science Award" qui leur a été donnée par la "Textile Technical Federation" du Canada.

certain problèmes secondaires. A noter que M. Bobkowicz, ancien élève de l'Académie des sciences politiques et économiques de Varsovie, en Pologne, avait là-bas sa propre compagnie et qu'il a été, avant la Deuxième Guerre mondiale, l'un des fondateurs du Comptoir des cotons de Gdynia. Il est arrivé avec sa famille au Canada en 1949 et il est devenu citoyen canadien en 1955.

Selon M. Bobkowicz, c'est dans une large mesure grâce au programme PARI et au CNRC que sa compagnie a pu faire ces progrès sans difficultés majeures et sans devenir la propriété d'intérêts étrangers. Écoutons-le: "sans l'encouragement efficace et l'aide financière et technologique du Conseil national de recherches durant la période la plus difficile c'est-à-dire durant la transition entre l'invention et la réalisation, Bobtex aurait dû, bon gré mal gré, se défaire de ses brevets au profit d'intérêts étrangers!"

Grâce au programme PARI, il a été possible au cours des sept dernières années de payer le salaire d'environ les deux tiers des chercheurs.

C'est aussi ce programme qui a permis au personnel

universitaire, dont des professeurs de l'Université McGill, de l'École polytechnique de Montréal et de l'Institut du textile de Ste-Yacinthe, de collaborer avec la Bobtex Corporation. Il est à noter que les chercheurs de la Division de génie mécanique et de la Division de chimie du CNRC ont également aidé la compagnie à résoudre des problèmes technologiques.

Depuis peu de temps Bobtex bénéficie également du Programme pour l'avancement de la technologie (PAIT) relevant du Ministère fédéral de l'industrie et du commerce. Ce programme s'étend sur dix-huit mois et couvre 50% des frais de développement des machines. il couvre aussi la construction à Montréal de la première filature Bobtex. Les machines serviront à évaluer et à améliorer la production, en quantités semi-industrielles, d'un grand nombre de "Bobyarns".

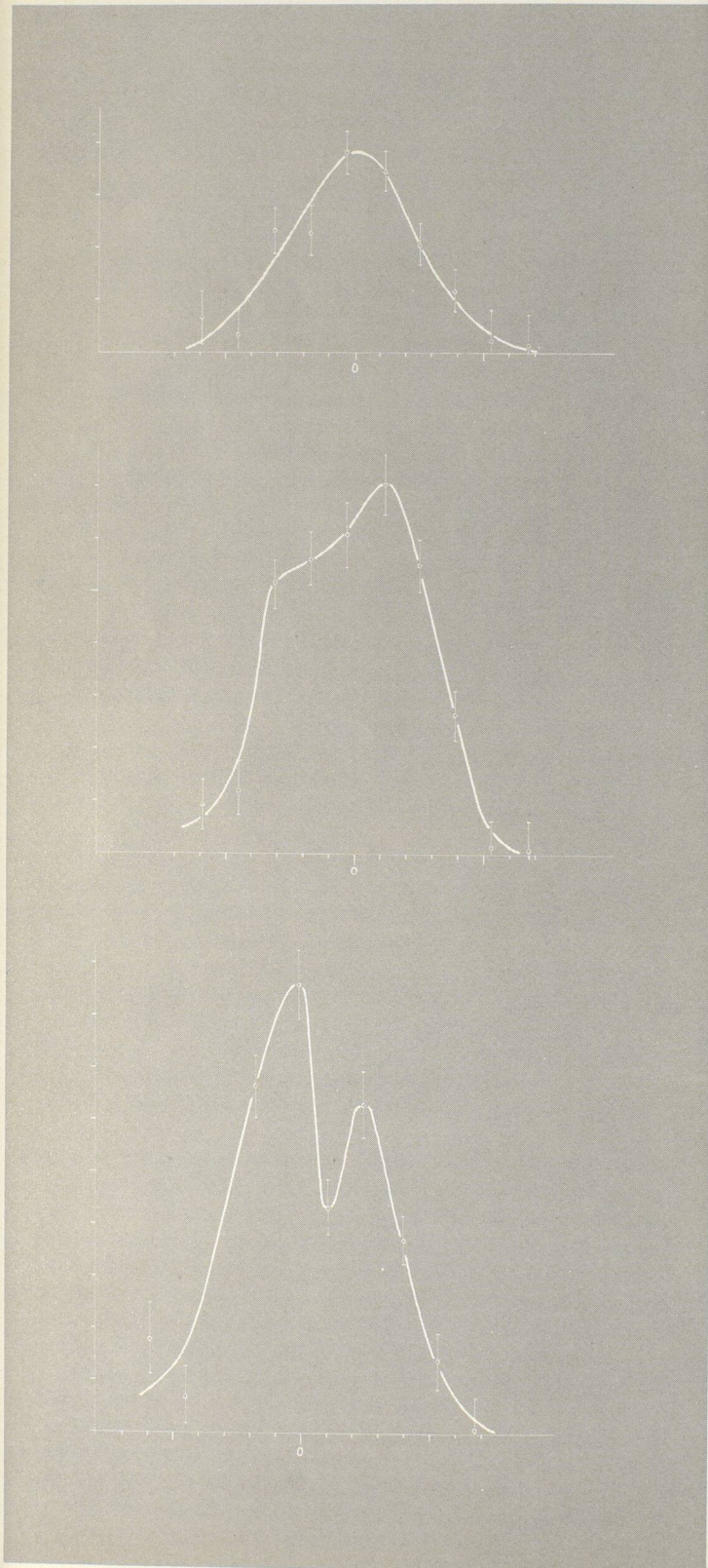
Le Dr Andrew Bobkowicz, ingénieur chimiste de l'Université McGill, travaille avec son père depuis la fin de ses études et il pense que cette usine prototype pourra devenir par la suite la meilleure illustration du procédé Bobtex et des équipements correspondants. Il pense que la compagnie devrait pouvoir exporter ses produits en grandes quantités car Bobtex s'oriente principalement vers l'exportation du fait que l'industrie textile canadienne représente moins de 1% de l'industrie textile mondiale.

D'après le Dr Bobkowicz, les premières préoccupations de la compagnie sont aujourd'hui de:

- construire les machines et le matériel Bobtex au Canada, éventuellement en collaboration avec une entreprise canadienne de construction de petites machines;
- accorder, dans le cadre de PAIT et de PARI, la licence de construction des équipements Bobtex aux meilleurs constructeurs étrangers de manière à avoir accès plus rapidement à des marchés sélectionnés;
- accorder des licences de construction de certaines pièces pour gagner certains marchés et construire partiellement des équipements Bobtex au Canada de manière à stimuler la production des licenciés étrangers et à optimiser la pénétration du marché mondial;
- travailler en collaboration avec les plus grandes firmes de pays étrangers choisis en vue d'acquérir la plus grande part possible de leur immense marché.

Conscient de la rapide évolution des techniques, le Dr Bobkowicz pense qu'il serait probablement plus avantageux pour le Canada "de choisir parmi les possibilités que nous venons de citer celles qui, au moment opportun, seront les plus avantageuses, tout en continuant d'innover et aussi de construire au Canada les machines Bobtex sous contrôle ferme de la compagnie. La réussite d'une entreprise canadienne sera fonction d'une politique d'aide financière du gouvernement, soit sous la forme d'allègements fiscaux, soit d'une aide plus directe, à long terme, pour compenser les désavantages inhérents au volume restreint du marché canadien et pour atteindre une envergure internationale". □

NRC laboratories and Fourth state of matter



The days when matter was described solely in terms of solids, liquids and gases are gone forever. When gases are heated to very high temperatures they ionize, that is electrons are pulled off the constituent neutral particles and exist independently. Although the resultant mass remains electrically neutral, the individual particles are charged, so that the whole mass conducts electricity and is influenced by electric and magnetic fields. This is a new state of matter — the plasma.

Although long ignored (Langmuir proposed the name as recently as 1928), plasmas actually constitute the most common state of matter in the universe. Some scientists consider them to make up 99.9 per cent of all matter. Many feel that plasma studies are the key to the production of energy by thermonuclear fusion — cheap, very plentiful, comparatively pollution-free energy. Energy which may well call the tune in the coming decades.

The National Research Council of Canada is actively involved in several areas of plasma research. In the Laser and Plasma Physics Section of NRC's Division of Physics, a research team headed by Dr. A.J. Alcock and Dr. Benedict Kronast is making, analysing and photographing plasmas with the help of lasers. Lasers make plasmas surprisingly well. This is chiefly because, in principle, all the energy of a laser beam can be concentrated within a volume having dimensions of the order of an optical wavelength. For example, commercially available lasers can pack a punch

The wavelengths of laser light scattered after passing through a plasma give information about how ion waves are behaving in the plasma. In the spectra at left, the y-axis indicates scattering intensity and the x-axis, the wavelength in Angstroms. (The "0" corresponds to the wavelength of the incident laser radiation). The "regular" spectrum at top is characteristic of laser light scattered by an otherwise undisturbed plasma. With the other spectra, the plasma was perturbed by emission from a carbon-dioxide laser. The graph at bottom shows that two distinct ion waves (like sound waves) resulted from the disturbance. The two peaks indicate two ion waves propagating in opposite directions.

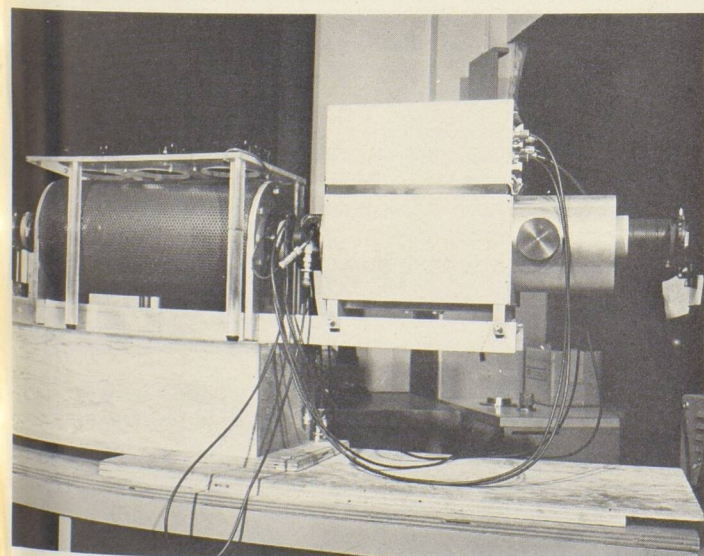
Les longueurs d'onde de l'émission du laser diffusée par un plasma permettent de mieux connaître le comportement des ondes ioniques dans le plasma. L'axe des ordonnées des spectres à gauche représente l'intensité de la lumière diffusée alors que l'axe des abscisses donne la longueur d'onde. (Le zéro indique la longueur d'onde du rayonnement incident provenant du laser). Le spectre, en haut, caractérise la lumière diffusée par un plasma ne subissant aucune autre perturbation. Quant aux autres spectres, le plasma a été perturbé par l'émission provenant d'un laser à gaz carbonique. Le spectre en bas démontre la présence de deux ondes ioniques (semblables à des ondes acoustiques) et les deux sommets signifient que ces ondes se propagent en directions opposées.

Le CNRC et le quatrième état de la matière.

Autrefois, on ne connaissait que trois états de la matière: les solides, les liquides et les gaz. Il n'en va plus ainsi. Lorsqu'un gaz est chauffé à une température suffisamment élevée, ses atomes s'ionisent, c'est-à-dire que les électrons sont arrachés aux atomes neutres et existent indépendamment. Bien que globalement le gaz reste électriquement neutre, la présence des particules électrisées le rend hautement conducteur de l'électricité. D'ailleurs l'ensemble subit maintenant l'influence des champs électriques et magnétiques. C'est un nouvel état de la matière: le plasma.

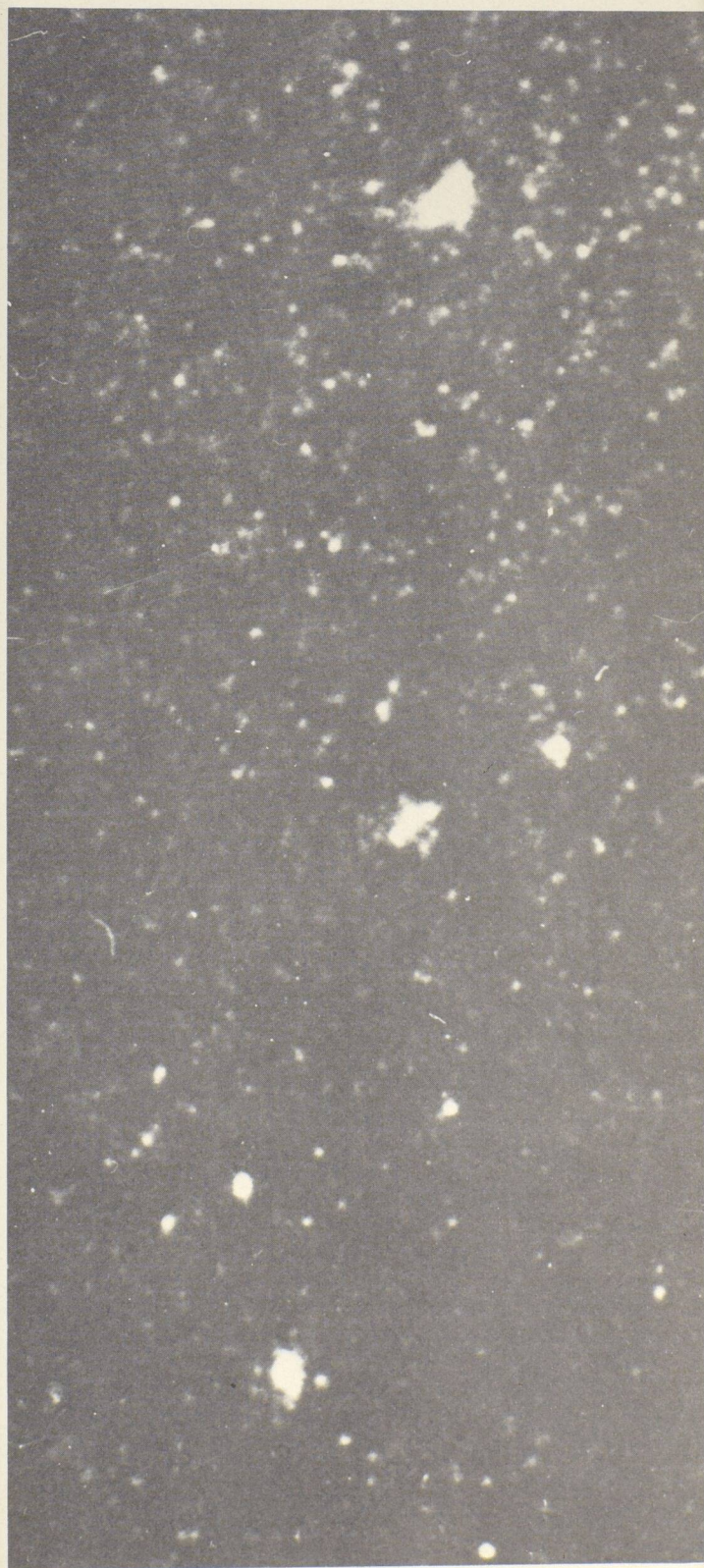
Bien que peu connu jusqu'à nos jours, — le nom de "plasma" fut déjà proposé par l'Américain Langmuir en 1928 —, cet état est de loin le plus répandu dans l'univers. Certains l'évaluent à plus de 99.9 pour cent de la matière. Maints chercheurs estiment que l'étude du plasma est la clé de la production d'énergie au moyen de la fusion thermonucléaire, énergie peu coûteuse, abondante et relativement libre de polluants, bref, peut-être bien l'énergie de l'avenir.

L'étude du plasma intéresse beaucoup les chercheurs du Conseil national de recherches du Canada. Au sein de la Division de physique, dans la Section de physique du laser et des plasmas, on produit, analyse et photographie des plasmas au moyen du laser. C'est un instrument bien utile



Above, ultrafast streak camera developed at NRC. ● En haut, caméra à stries ultrarapide mise au point par les chercheurs du CNRC.

At right, streak photograph taken with NRC's ultrafast camera, of three ultrashort pulses emitted at intervals of 160 picoseconds. ● A droite, photographie à l'aide de cette caméra à stries de trois pulsations ultra-courtes émises à des intervalles de 160 picosecondes.



of several hundred joules in a thousand millionth of a second into the microscopic volume of a millionth of a cubic centimetre. The interaction of such high-power laser radiation with matter offers a new, profitable approach to producing high-temperature plasmas. Recently, throughout the world, investigations on these laser-heated plasmas have assumed ever-increasing importance. The future may see them as one of the best methods for developing thermonuclear fusion.

With lasers it is possible to make plasmas and also analyse and trace their development. In plasma analysis, a bright light source is shone on the plasma and the resulting scattered light is closely examined. Laser light, which is coherent, monochromatic and in a well-defined beam, is excellent for this purpose. In addition, under proper conditions, the scattering of the laser light will not perturb the plasma itself. From the intensity and frequency of the scattered light the NRC scientists have determined with precision the density and temperature of the electrons and positive ions at different points in the plasma. They have also measured the magnetic fields and the electrostatic and acoustic waves within the plasma. In fact, almost every interesting property of plasmas can be analysed from the scattered laser light.

These and corresponding techniques have been developed and used with striking success by the NRC group. Measurements of unsurpassed precision and reliability have been obtained and the techniques have been extended to a wide range of plasmas of scientific and technical interest, particularly to those in which material probes cannot be employed.

The influence of very powerful laser beams on plasmas is also being studied at NRC. A plasma can be compared to a radio receiver in that it can be "tuned" to resonate at a specific frequency. From calculations it appears that when a plasma oscillating at a certain frequency is irradiated with laser radiation of that same frequency, it can resonate. This gives greater energy to the plasma particles and skyrockets the plasma temperature possibly even to the region of thermonuclear interest, that is 100 million degrees. In the same way, physicists have claimed that the ionosphere, essentially a plasma, could be warmed thereby changing its characteristics for radio communication.

Ionic particles in high-temperature plasmas move with velocities of millions of metres per second. Plasmas can therefore move very rapidly and cameras which photograph this movement need extremely short exposure times — of the order of a thousand-millionth of a second — at most! Not surprisingly, plasma physicists are quite at home talking about nanoseconds and picoseconds ("dwarf seconds" and "bit-seconds" from their etymologies). A nanosecond is one thousand millionth of a second. A picosecond goes by still faster — it lasts one million millionth of a second; 60 trillion picoseconds fit into one minute.

Exposure times as short as five nanoseconds were used in early experiments at NRC to follow the rapid expansion of a laser-produced plasma. Since then further progress in laser technology provided an even better light source

for investigating the plasma's development by photography. Techniques enabling a laser to generate ultrashort pulses (lasting about a picosecond) and coming at intervals of nanoseconds allowed the NRC team to obtain a sequence of photographs with picosecond exposure times. This offers an extremely attractive approach to the investigation of laser-produced plasmas. Through this new laser technology, NRC was able to conduct the first investigation of the formation of a plasma in less than a nanosecond.

When examined with commercial high-speed cameras, the plasmas produced by such short pulses seemed to develop differently from those previously observed. But a more extensive study of plasma growth was hampered because the time exposure of available cameras could be made no shorter than a half-nanosecond. A still faster camera was needed. It was developed at NRC by Dr. Alcock, Dr. M.C. Richardson and by a visiting Russian scientist, Dr. M. Ya. Schelev.

Their camera, which incorporates a standard, readily-available image-converter tube, was calibrated by the picosecond pulses generated by a neodymium (rare earth element) glass laser. It can take pictures at exposure times as low as six picoseconds. This camera is currently the only instrument permitting the direct investigation of plasmas produced by laser pulses of less than a nanosecond. In addition, it has a wide range of applications and has good potential for measuring very fast laser pulses. It is the only camera in existence which can look at ultra-short neodymium laser pulses directly. This requires an effective exposure of a few picoseconds.

In addition to this research, the NRC scientists are studying plasmas produced by the high-energy carbon dioxide (TEA) laser invented by the Defence Research Board. Laser interferometry has been utilized to yield the first measurement of density in a carbon dioxide laser spark. Because of its high efficiency and high-energy emission, the (TEA) laser is extremely attractive for plasma heating applications.

At NRC's Division of Mechanical Engineering, electrical and mechanical compression techniques are used to heat a gas to the high temperatures needed to ionize its atoms and produce a plasma.

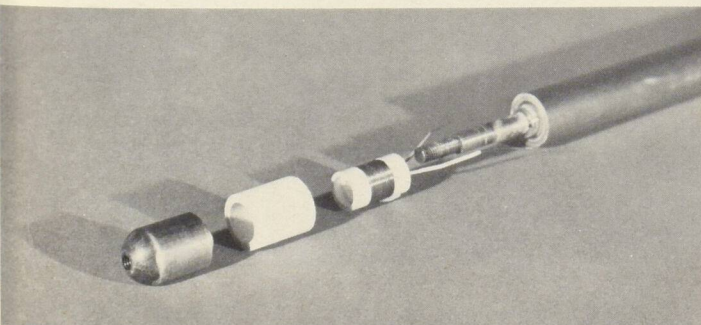
When a light compressed gas expands into a heavier one, a strong shock wave develops, capable of heating this gas to a temperature of over 20,000 degrees Fahrenheit. At the Mechanical Engineering laboratories, plasmas produced in this way are being analysed by high-speed electrical and spectroscopic instruments which have been developed to measure temperature, density and electrical conductivity.

A still more powerful means of heating gas is being studied — the "pinch" discharge. It combines the direct heating of a gas by an electrical current with the compression principle across a converging shock wave. Plasma temperatures in such a device may exceed one million degrees.

The motion of plasmas is of particular interest to physicists and engineers. Since plasmas are made up of



Edward Mills calibrates the conductivity probe developed during plasma research by the Gas Dynamics Section of NRC's Division of Mechanical Engineering. The probe is calibrated in fibre-glass discs containing copper-wire screens and having different electrical bulk conductivities. ● Edward Mills effectue l'étalonnage de la sonde mise au point par le Laboratoire de la dynamique des gaz du CNRC pour mesurer la conductivité. Pour ce faire, on emploie des disques de fibre de verre contenant des réseaux de fil de cuivre qui leur donnent des conductivités différentes.



Close up of head of conductivity probe. A sleeve of boron nitride (second from left) fits over the coil, made up of 20 turns of fine copper wire. ● La nouvelle sonde pour mesurer la conductivité, vue en gros plan. Un manchon en nitrure de bore protège la bobine, entourée de 20 spires d'un fil de cuivre.

pour faire des plasmas car en principe on peut concentrer toute l'énergie du laser en un volume minuscule. Par exemple, avec des lasers commercialisés on peut concentrer des centaines de joules dans un millionième de centimètre cube en l'espace d'une nanoseconde, soit d'un milliardième de seconde. Par l'interaction de l'émission du laser avec la matière, on a une nouvelle voie d'accès à la production des plasmas à haute température. Cette méthode intéresse de plus en plus les laboratoires du monde entier et elle pourrait se révéler une des meilleures méthodes pour exploiter la fusion thermonucléaire.

Le laser permet non seulement de produire les plasmas mais encore de les analyser et de suivre leur évolution. Pour analyser un plasma, on dirige la lumière émise par une source intense sur le plasma puis on examine la lumière diffusée. Le laser, grâce à sa lumière cohérente, pure, monochromatique et dans un faisceau bien défini se révèle donc une excellente source. D'ailleurs, dans certaines conditions on peut s'assurer que la lumière laser diffusée n'a pas d'influence appréciable sur le plasma lui-même. En partant de l'intensité et de la fréquence de la lumière diffusée, les chercheurs du CNRC ont déterminé les températures et les densités des ions et électrons à plusieurs endroits dans le plasma et ils ont mesuré les champs magnétiques et les ondes électrostatiques et acoustiques qu'il renferme. Effectivement, presque toutes les propriétés intéressantes du plasma peuvent être analysées à partir de la lumière diffusée.

Ces techniques et d'autres semblables ont été mises au point et exploitées avec grand succès au CNRC. Elles ont donné des mesures d'une précision incomparable. On les a appliquées à toutes une gamme de plasmas et notamment à ceux qui n'admettent pas d'analyse au moyen de sondes concrètes.

Dans le cadre de ces recherches, on étudie également l'influence des faisceaux de lasers puissants sur le plasma. Tout comme un poste de radio, le plasma peut être "mis" sur une fréquence particulière. D'après les calculs, lorsqu'un plasma oscillant à une fréquence donnée est irradié par les rayons laser ayant cette même fréquence, il peut entrer en résonance. Il en résulte que ses particules deviennent plus énergiques et, par suite, la température augmente très rapidement atteignant peut-être jusqu'à 10 millions de degrés, température suffisante pour déclencher la fusion thermonucléaire. Selon les physiciens, on peut chauffer le grand plasma qu'est l'ionosphère de la même manière, modifiant ainsi ses caractéristiques pour la transmission des signaux radio.

Dans des plasmas à haute température, les particules électrisées se déplacent à des vitesses se chiffrant à des millions de mètres par seconde et le temps de pose des appareils appelés à photographier le plasma peut être extrêmement court, de l'ordre d'un milliardième de seconde au maximum! Alors à propos du plasma on parle souvent de la nanoseconde (milliardième de seconde) et de la picoseconde (millième du milliardième de seconde).

Lors des premières expériences au CNRC ayant pour but de suivre par la photographie l'évolution d'un plasma

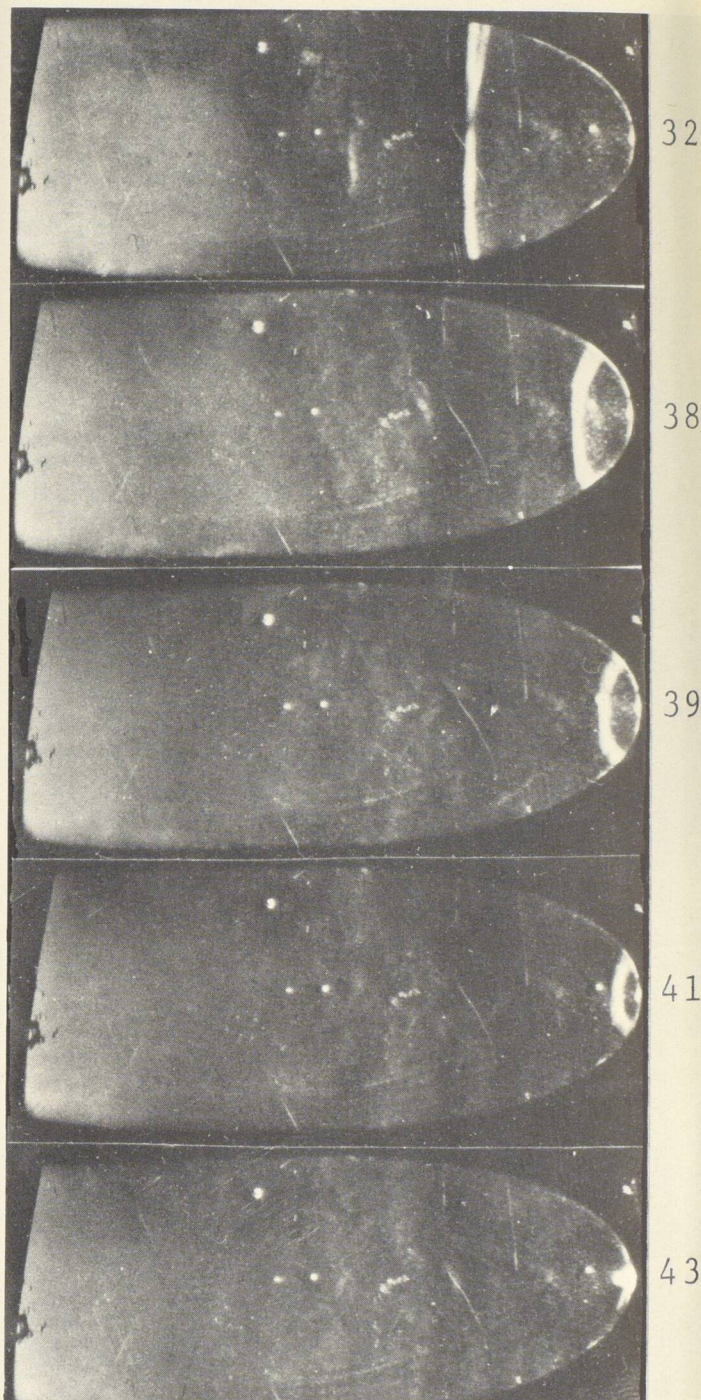
electrically charged particles, they can be contained, accelerated or decelerated by the use of magnetic fields. Studies are being undertaken to "steer" the plasmas of light elements in this way, leading eventually to the densities and temperatures necessary for the nuclear reactions of thermonuclear fusion and the release of large quantities of safely manageable nuclear energy. Converging shock waves seem a particularly promising approach for this.

Important industrial advances have resulted from this work. Standard tests on how well a body conducts electricity ordinarily involve the use of metallic electrodes — an impossibility for plasmas at such high temperatures. The Gas Dynamics Section of the Division of Mechanical Engineering has developed a conductivity-measuring coil which surrounds or is inserted directly into a plasma. A current in the coil affects the plasma, causing eddy currents in it which in turn react back on the electrical behavior of the coil. This allows scientists to determine the conductivity and uniformity of the plasma. In the hot, corrosive atmosphere encountered during smelting operations, electrodes ordinarily used to measure conductivity would be damaged. The coil developed initially for plasma use provides industry with a much better method for conductivity measurements in this hostile environment. Several Canadian and American industries in addition to Canadian and foreign universities have expressed interest in the coil and the working principles of the device.

Attention moves from the confines of the laboratory into the universe in another aspect of NRC's plasma research, having as its goal the characterization and understanding of the ionosphere and the magnetosphere. The magnetosphere is the region of space around the earth where the charged particles are basically controlled by the earth's magnetic field. Many magnetospheric effects ranging from the Van Allen radiation belts to magnetic storms and the aurora or "Northern Lights" result from bombardment of the magnetosphere by plasmas coming from the sun.

The pulsating magnetic field of the magnetosphere hems in the solar particles and a plasma of electricity-charged gases is trapped for relatively long periods of time hundreds of miles above the earth. Plasmas have been trapped in the laboratory but only for very short times (less than a second). Yet an understanding of such plasmas could well have important implications in several fields ranging from engineering and industrial uses to astrophysics. In fact, trapping plasmas in a magnetic field is one of the principal requisites to work the fusion reactor, the potential generator of safe, cheap, inexhaustible power.

The ionosphere, to the plasma physicist, is more than just an important part of the earth's atmosphere which is the key to intercontinental radio communication. It is a tenuous, cool and relatively homogeneous plasma, an approximation of the idealized plasma which serves as a starting point for plasma theory. There are in fact plasma experiments which can be performed more easily and at less expense in the ionosphere than in the laboratory. □



Schlieren photographs of a shock tube in which a shock wave in argon is converted from a plane wave to a converging one. When the shock wave meets the shaped end-wall, a high temperature plasma is produced. (Time measured in millionths of a second). ● Photographies strioscopiques d'une onde de choc dans l'argon. Lorsque l'onde de choc, devenue convergente, se heurte à la paroi courbe du tube, il se produit un plasma à haute température. (Les chiffres représentent des millièmes de seconde).

produit par un laser, on est parvenu à employer des temps de pose de 5 nanosecondes. Depuis, grâce à la mise au point d'un laser capable d'émettre des pulsations ultra-courtes (d'environ une picoseconde) à des intervalles de quelques nanosecondes, les chercheurs du CNRC ont obtenu une séquence de photographies dont le temps de pose fut de l'ordre d'une picoseconde.

C'est une méthode séduisante pour étudier les plasmas produits par le laser. D'ailleurs au moyen de ce dispositif, les chercheurs du CNRC furent les premiers à investiguer la formation du plasma en moins d'une nanoseconde.

Examinés au moyen d'appareils photographiques commerciaux à très haute vitesse, les plasmas produits par ces ultra courtes pulsations semblaient se propager d'une façon nouvelle. Mais la possibilité d'une étude plus approfondie là-dessus a été écartée en raison de l'insuffisance du temps de pose des appareils disponibles dont la limite inférieure est d'une demi-nanoseconde. Il fallait un appareil encore plus rapide. Celui-ci a été mis au point au CNRC par le Dr. Alcock, le Dr. M. C. Richardson et le Dr. M. Y. Schelev, chercheur soviétique invité.

Cet appareil a un temps de pose de 6 picosecondes. A l'heure actuelle, c'est le seul instrument permettant d'investiguer directement les plasmas produits par des pulsations de lasers de moins d'une nanoseconde. En outre, cet appareil peut s'appliquer à une variété de problèmes et s'avère très prometteur pour mesurer les pulsations ultra-rapides elles-mêmes. Par exemple, c'est le seul appareil qui puisse examiner directement les pulsations émises par un laser au verre dopé au néodymium, ce qui exige l'équivalent d'un temps de pose de quelques picosecondes seulement.

Les chercheurs du CNRC étudient également les plasmas produits par le laser à bioxyde de carbone ("TEA-laser"). On a fait des premières mesures de densité dans une étincelle produite dans l'émission de ce laser. En raison de sa haute efficacité et son émission à haute énergie, ce laser est très prometteur pour porter les plasmas à de hautes températures.

A la Division de génie mécanique du CNRC, on se sert de la compression mécanique et thermique pour chauffer la matière plasmagène au point où s'ionisent ses atomes pour donner un plasma.

Lorsqu'on laisse échapper un gaz léger, sous pression, dans un gaz lourd, on provoque une forte onde de choc capable de chauffer ce gaz à plus de 20,000 degrés Fahrenheit. Au CNRC, les chercheurs analysent les plasmas ainsi produits au moyen d'instruments électriques et spectroscopiques mis au point pour mesurer la température, la densité et la conductivité électrique. On étudie aussi un moyen encore plus puissant pour chauffer les gaz. C'est un procédé, dit "pinch discharge", qui combine le chauffage direct par courant électrique et le principe de la compression dans le cas d'une onde convergente de choc. Les températures ainsi obtenues dépassent un million de degrés.

La conductivité électrique du plasma permet de restreindre, d'accélérer ou de ralentir le plasma par le

simple moyen de champs magnétiques judicieusement disposés. On essaie actuellement de "déplacer" ainsi les plasmas d'éléments légers ce qui peut aboutir à l'obtention de températures et densités nécessaires aux réactions thermonucléaires et, par conséquent, à la libération d'immenses quantités d'énergie nucléaire utilisable sans danger.

Or, dans l'industrie, on a l'habitude de déterminer la conductivité à l'aide d'électrodes métalliques ce qui est impossible dans un plasma à très haute température. Toutefois, le Dr. Peter Savic et le Dr. E. J. Stubbe, du Laboratoire de la dynamique des gaz, ont mis au point une bobine spéciale qui peut entourer ou même être mise directement dans le plasma pour y mesurer la conductivité. Un courant électrique dans la bobine influe sur le plasma, y formant "des remous de courant" qui, eux, à leur tour, influencent le comportement du courant dans la bobine. De là, les chercheurs peuvent déduire la conductivité et l'uniformité du plasma. Alors, si le milieu n'admet pas l'emploi d'électrodes, par exemple dans les hauts fourneaux, la bobine, véritable sonde sans contact, peut être fort bien utilisée pour mesurer la conductivité.

Plusieurs sociétés industrielles canadiennes et américaines, ainsi que des universités, ont déjà exprimé leur intérêt pour la bobine et le principe de base.

Les recherches du CNRC sur les plasmas ne se limitent pas au laboratoire. Effectivement, l'Univers sert de cadre à ses études de plasmas visant à caractériser et à mieux comprendre l'ionosphère et la magnétosphère. Celui-ci est à l'étude dans le Laboratoire de la physique des rayons cosmiques et des particules à haute énergie de la Division de physique. Dans la magnétosphère, le mouvement des particules électrisées dépend essentiellement du champ magnétique terrestre. Beaucoup de ses effets y compris l'aurore boréale, les ceintures de Van Allen et les tempêtes magnétiques, résultent du bombardement de la magnétosphère par des plasmas provenant du soleil.

Les propriétés magnétiques de la magnétosphère servent à restreindre le mouvement des particules solaires et, par conséquent, un plasma de gaz électrisé peut être capturé à des centaines de kilomètres au-dessus de la terre pendant une période de temps relativement longue. Au laboratoire, cette période ne dure qu'une fraction de seconde. Toutefois, comprendre les plasmas ainsi capturés pourrait s'avérer d'une grande importance dans plusieurs domaines y compris les industries, les sciences appliquées et l'astrophysique. De fait, une des exigences du réacteur à fusion est d'attraper un plasma au sein d'un champ magnétique. Un tel réacteur permettrait d'obtenir une énergie peu coûteuse et abondante.

Quant à l'ionosphère, elle est étudiée par la Section de recherches en haute atmosphère de la Division de génie électrique du CNRC. L'ionosphère est en réalité un énorme plasma raréfié froid et relativement homogène, bref, très près du plasma idéal qui est le point de départ de la théorie des plasmas. Effectivement, des expériences peuvent s'effectuer plus facilement et à moindres frais dans l'ionosphère qu'au laboratoire. □

Simple grading method assures Tenderness of beef

Having steak or roast beef for dinner this evening? If so, your prime concern will be taste and tenderness, the most important palatability characteristics of meat. Beef can have good color and flavor, but if it is tough and cannot be cut or chewed, it is virtually inedible.

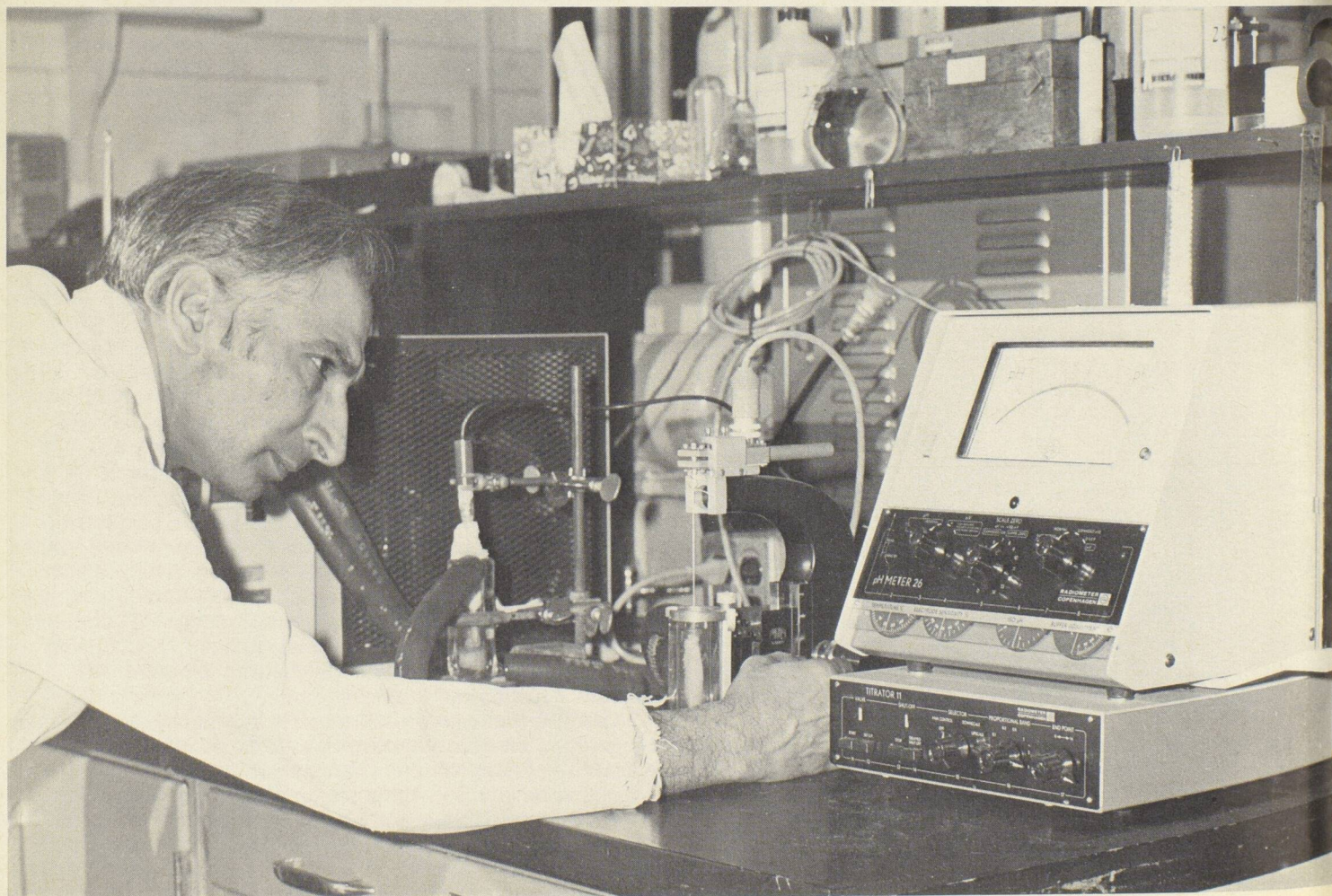
Tenderness is difficult to judge because there is no simple test other than cooking and eating the meat. However, there are hundreds of patents for tenderizing. For the housewife, a number of tenderizing agents exist which may make meat more palatable, but these preparations seldom can be spread uniformly. Thus, there will be some meat overtenderized and some undertenderized. Overtenderizing makes meat mushy. In addition, some people may develop allergies to tenderizing agents. Packing houses employ methods of tenderizing that break down muscle fibre and tissue, but this does not separate tough meat from tender, nor does it guarantee that tough meat will become tender.

Even the best quality meat offered to the consumer lacks uniformity in tenderness because two steers from the same herd, raised under similar conditions, slaughtered at

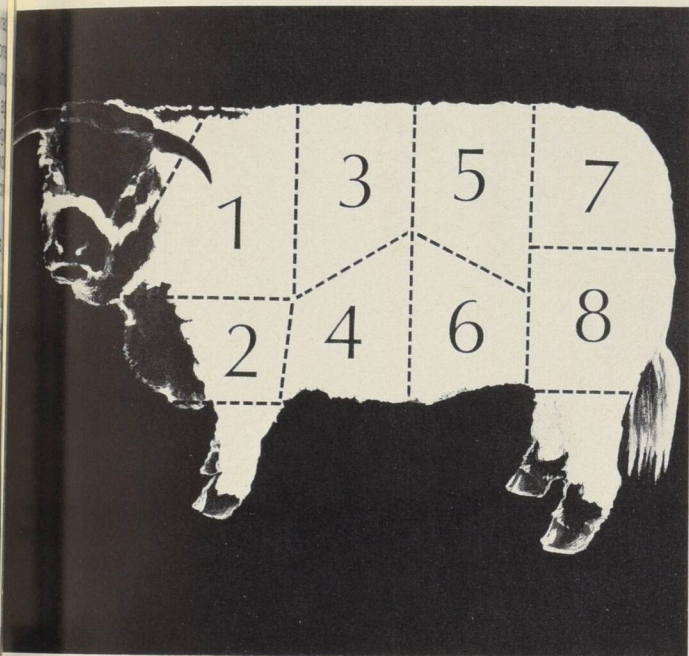
the same time, processed under similar conditions, graded into the same class, and aged under identical conditions, can be vastly different with respect to tenderness. Standard practice for obtaining near maximum tenderness is to age meat for 14 to 15 days at temperatures of 34 to 36 degrees Fahrenheit. But these conditions were established without taking into account the influence of ante-mortem factors on tenderness.

In the last two decades, a large number of studies have been undertaken in an effort to understand post-mortem tenderization of meat. These have indicated that the tenderizing process involves complex physical, physiological and biochemical changes which occur both before and after slaughter of an animal. Processes have been devised to influence post-mortem changes in order to

Dr. A.W. Khan monitors onset of rigor mortis and pH (acid content) of a sample of beef in the laboratory. ● Le Dr. A.W. Khan repère le début du "rigor mortis" et mesure le pH, c'est-à-dire l'acidité, d'un échantillon de boeuf.



Comment manger du boeuf tendre



The key to cooking is the location of cuts on a carcass of beef. The tenderest cuts are from the ribs and loin, sections 3 and 5. Tender cuts are best cooked by dry heat — broiling, roasting or panfrying. Slow cooking in moist heat — stewing, pot roasting or braising — makes other cuts tender by softening connective tissue. (1. Chuck; 2. Shank; 3. Rib; 4. Plate; 5. Loin; 6. Flank; 7. Rump; 8. Round.)

C'est le morceau qui dicte le choix de la cuisson. Les morceaux les plus tendres sont les côtes et la longe (3 et 5) que l'on recommande de cuire à la chaleur sèche, de faire griller, rôti ou sauter. La cuisson lente comme celle des ragoûts, des rôtis ou des braisés convient mieux aux morceaux moins tendres parce qu'elle ramollit les tissus conjonctifs. (1. épaule; 2. jarret; 3. côtes; 4. haut de poitrine; 5. longe; 6. flanc; 7. croupe; 8. ronde.)

Qu'allez-vous manger ce soir, du steak ou du rôti de boeuf? Quelle que soit la viande que vous aurez choisie, ce qui importe avant tout c'est qu'elle ait bon goût et qu'elle soit tendre car parmi les caractéristiques permettant de juger de sa qualité, ces dernières sont certainement les plus importantes. Il ne suffit pas que le boeuf ait une couleur et une saveur appétissantes, sa dureté et la difficulté qu'il y a à le couper ou à le mâcher pouvant en effet le rendre pratiquement immangeable.

En l'absence d'une autre méthode simple, la seule façon de juger de la qualité d'une viande est de la faire cuire et de la manger. Il existe cependant des centaines de brevets couvrant des produits rendant la viande plus tendre. La ménagère dispose bien entendu d'un grand choix de ces produits qui ont cependant l'inconvénient de ne pas avoir une action uniforme. Une viande trop tendre est spongieuse et certaines personnes peuvent devenir allergiques aux produits utilisés. Les usines de préparation des viandes emploient des méthodes qui ramollissent la fibre musculaire et les tissus mais qui, toutefois, ne permettent pas de séparer la viande dure de la viande tendre, ni de transformer la viande dure en viande tendre.

Même la viande de la meilleure qualité offerte aux consommateurs manque d'uniformité du fait que deux bouvillons provenant du même troupeau, élevés dans les mêmes conditions, abattus au même moment, ayant subi le même traitement après abattage, répondant aux mêmes normes de qualité et vieillis dans les mêmes conditions, peuvent varier considérablement sur le plan de la tendreté. Habituellement, on obtient une tendreté presque maximum en faisant vieillir la viande pendant 14 à 15 jours à des températures allant de 34 à 36 degrés Fahrenheit. Il n'a cependant pas été tenu compte des facteurs pouvant

influencer la tendreté avant l'abattage pour établir ces conditions.

Bien des études ont été entreprises au cours des deux dernières décennies pour essayer de déceler les mécanismes contribuant à l'attendrissement post-mortem de la viande. Ces études ont permis de mettre en lumière que le processus implique des changements physiques, physiologiques et biochimiques complexes intervenant avant et après l'abattage de l'animal. On a mis au point des méthodes pouvant influencer sur ces modifications post-mortem afin d'obtenir une tendreté finale optimum. On a également mis au point des traitements pré et post-mortem pour accélérer le processus de vieillissement mais, bien qu'elles soient brevetées, ces méthodes ne peuvent pas être appliquées sur la chaîne de production, ni sur la viande de chaque animal abattu.

Au fil des années, le Conseil national de recherches du Canada a travaillé en étroite collaboration avec les chemins de fer canadiens et les usines de préparation des viandes afin d'essayer d'améliorer les méthodes de stockage, de réfrigération et de transport pour aboutir à une qualité optimum. Dans le cadre d'un programme général de recherches sur les phénomènes biochimiques déterminant la tendreté de la viande, la section de technologie alimentaire de la Division de biologie du CNRC a pu établir que des variations du pH, c'est-à-dire de la teneur en acide des viandes de volailles immédiatement après l'abattage, avaient un effet marqué sur la tendreté. Ces observations ont d'ailleurs été confirmées par la suite avec la viande de boeuf. Des études complémentaires conduites dans les usines de Canada Packers, à Toronto, dans l'Ontario, et à Hull, dans le Québec, ainsi que dans les laboratoires du CNRC à Ottawa, ont conduit à la mise au point d'une

obtain optimum final tenderness. Ante- and post-mortem treatments to accelerate aging processes also have been developed. But even patented methods cannot be applied on the production line or on meat from each animal slaughtered.

Over the years, the National Research Council of Canada has worked in close cooperation with Canadian railways and the meat packing industry in an effort to improve methods of storage, refrigeration and transportation in order to optimize quality and palatability. During a general program of research on the biochemistry of meat tenderness in the Food Technology Section of NRC's Division of Biology, it was established that variations in pH — that is, the acid content — of poultry meat just after slaughter markedly influenced tenderness. Later, these observations were tested and confirmed on beef. Further studies conducted at Canada Packers' plants in Toronto, Ontario, and Hull, Quebec, as well as in NRC's Ottawa laboratories, have led to the development of a simple, yet inexpensive, method for distinguishing tender meat from tough meat.

"This method does not tenderize meat," explains Dr. A.W. Khan, who has been working on this problem for the last two years. "It is a grading method whereby industry can separate animals that are going to yield tender meat from those that will be tough. The former will require less aging time, the latter, of course, a longer period of aging."

Beef carcasses are graded on measurements made by a pH meter immediately after the carcasses are split into halves after slaughter. The pH measurements are taken on muscles exposed during normal splitting of the carcasses and which surround the aitch (hip) and pelvic bones. Meat from carcasses having pH values of 6.6 (pH in living animals is 7.1) will be tender and require only four to six days of aging to obtain maximum tenderness. Meat from carcasses having lower pH values will be less tender (a pH value of 5.8 to 6.2, for example, would indicate very tough meat) and will require a longer aging period to achieve acceptable tenderness. In spite of evidence that the physiological condition of the animal may affect tenderness, this method had not been previously used or tested in industry nor has there been any patent claiming discovery of the use of pH measurements in this way.

This procedure of grading and selection will help to improve and ensure uniform quality, but it must be accepted by industry. Packing plants can quickly select tender from tough carcasses and determine how long each will take to age. Tough carcasses then would be treated in the conventional manner, i.e., minced for various grades of hamburger, used as second quality meats for animal feed, or treated with enzymes to improve tenderness. Storage and refrigeration costs will be cut. Tender carcasses will require a minimum of four to six days to age instead of two weeks. The incidence of microbiological spoiling from slime formation will be reduced and weight loss as a result of evaporation during longer aging periods will be minimized. □



At Canada Packers' plant in Hull, Quebec, Dr. A.W. Khan (right) and G.W. Daechsel of NRC's Food Technology Section take pH measurements on exposed muscles of a carcass using a pH meter. ● A l'usine de Canada Packers, à Hull, dans la province de Québec, le Dr. A.W. Khan (à droite) et G.W. Daechsel, de la Section de technologie des produits alimentaires, font des mesures de pH à l'aide d'un pH-mètre.

méthode à la fois simple et peu coûteuse pour distinguer la viande tendre de la viande dure.

Selon le Dr A.W. Khan qui étudie ce problème depuis ces deux dernières années, "si cette méthode ne permet pas d'attendrir la viande, elle permet à l'industrie de procéder à une classification qualitative en séparant les animaux qui donneront une viande tendre de ceux dont la viande n'entrera pas dans cette catégorie. La viande des animaux appartenant à la première catégorie demandera bien sûr un vieillissement de moins longue durée que dans le deuxième cas".

La qualité des carcasses de boeuf est déterminée à l'aide du pH-mètre immédiatement après l'abattage et leur découpage en deux moitiés. La détermination du pH se fait sur les muscles mis à nu au moment du découpage des carcasses et qui recouvrent les os du pelvis et de la culotte. La viande provenant des carcasses ayant un pH de 6,6 alors que le pH de l'animal vivant est de 7,1 sera tendre et n'exigera que de 4 à 6 jours de vieillissement pour une tendreté maximum; la viande provenant de carcasses dont le pH est moins élevé sera moins tendre et l'on sait qu'un pH de 5,8 à 6,2 correspond à une viande très dure qui exigera une durée de vieillissement plus longue pour devenir acceptable. Bien qu'il soit prouvé que la condition physiologique de l'animal peut affecter la tendreté, cette méthode n'a été ni utilisée, ni expérimentée par l'industrie, pas plus qu'il n'a été déposé de brevet pour couvrir une découverte établissant la valeur des mesures de pH de la façon indiquée.

Cette méthode de classification qualitative et de sélection, si elle est acceptée dans l'industrie, contribuera à améliorer et à uniformiser la qualité, les usines de préparation des viandes pouvant ainsi distinguer rapidement les carcasses de viande tendre de celles qui ne le sont pas et déterminer la durée de vieillissement qu'il faudra envisager dans chaque cas. Les carcasses de viande dure seraient alors traitées de la manière habituelle, c'est-à-dire qu'elles seraient débitées pour confectionner différentes qualités de hachis ("hamburger") ou utilisées comme viande de seconde qualité pour l'alimentation animale ou encore traitées aux enzymes pour améliorer la tendreté. Le coût du stockage et de la réfrigération en sera diminué. Les carcasses tendres ne demanderont qu'un minimum de 4 à 6 jours de vieillissement au lieu de deux semaines. La putréfaction engendrée par la formation de substances visqueuses sera réduite, comme le sera la perte de poids due à l'évaporation allant de pair avec une durée de vieillissement plus longue. □

Welding by beams of electrons

Small particles mean big business

Take a small rod of tungsten and place it in a vacuum. Form the emitted electrons into a beam with electric fields. Then pass the beam through a hole in a positively charged plate. With magnetic or electric fields, focus the beam and position it on a target.

This recipe was used a century ago to produce a beam of electrons in the historic cathode-ray experiment which serves as the starting-point of knowledge of the electron.

The Crookes' tube experiment for cathode-rays has gone a long way since 1879. Heating the cathode and adjusting the accelerating voltage on the tungsten cathode and the beam current — a measure of the flow of electrons in the beam — permits this basic apparatus to be used as an electron microscope able to magnify objects over 50,000 times. It also can be used as a television picture tube or oscilloscope (the target then being a fluorescent screen), as an analytical apparatus using electron diffraction, as an X-ray microprobe or as an apparatus for machining, melting and refining metals.

Aided by operating grants from the National Research Council of Canada, a team of engineers from Carleton University in Ottawa is putting the Crookes' tube principle to yet another use — electron beam welding. Dr. J. A. Goldak, Dr. M. J. Bibby and G. A. Burbidge form the nucleus of the only laboratory in Canada working on applications of electron beam technology. With a pair of electron beam welding (EBW) facilities which they designed and built — to their knowledge the only laboratory-built ones in Canada — they are exploiting EBW in a variety of ways, thereby stirring up interest among several Canadian and foreign firms.

"The basic design was developed by Crookes in 1879," Dr. Goldak says. "Patents on these systems were taken out as long ago as 1905 and Von Ardenne in the 1930s gave a good conceptual description of the process. However, the commercial development of electron beam welding did not take place until the 1960s. We had a valuable answer just looking for the right question."

In just six years, this team has amassed an impressive list of accomplishments in electron beam technology. The range of their successful applications could well serve as a broad base for establishing an EBW expertise for Canadian industry. A few examples will serve to indicate the potential of electron beam technology.

- The research group at Carleton was the first in the world to study rock drilling with electron beams. Dr. Goldak's mining experience provided the thrust to enter this field which is now being rapidly developed by American scientists.

- "The electron beam cuts rock like a hot knife cuts through butter," Dr. Goldak says. "A hole one inch deep can be cut in rock in a few seconds and this is done almost noiselessly. Electron beam rock drilling could eliminate almost all blasting in urban areas — only the crackle of the electron beam would be heard. It has enormous potential for drilling, mining, quarrying and digging tunnels."

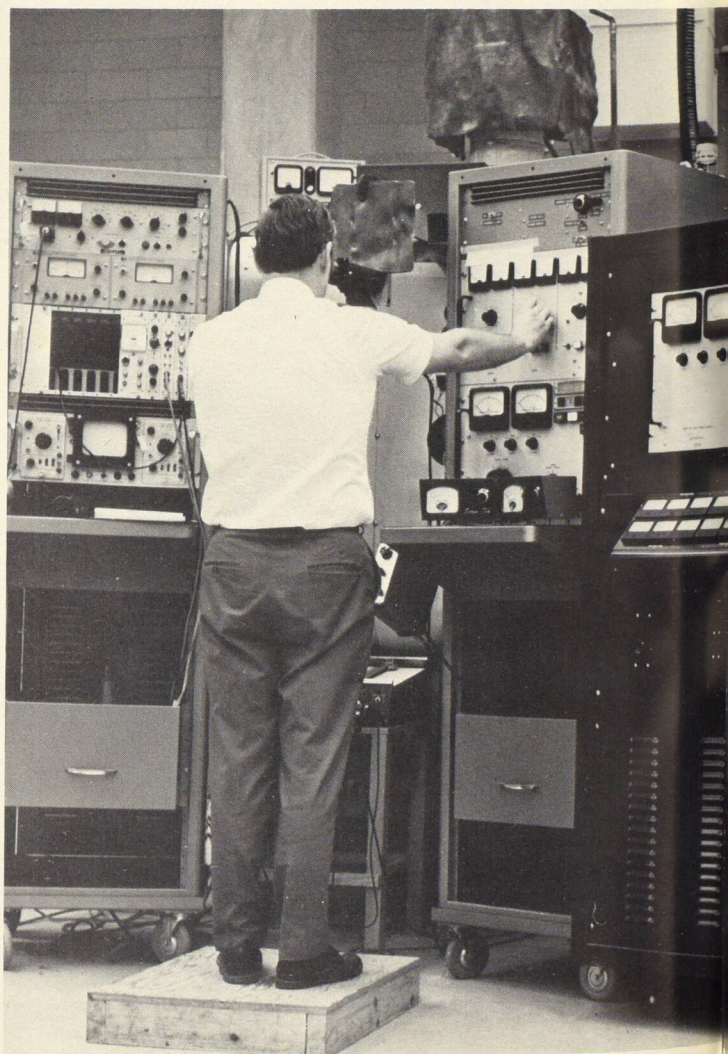
- A study of the electron beam welding of rails was carried out by the Carleton University team in collaboration with

Canadian National. EBW would cost much less than flashbutt welding and one-thirtieth of the thermite method. The Carleton engineers developed the EBW techniques to weld rails with whatever mechanical properties (strength, toughness, resistance to fatigue) the railway specified.

- Dr. Goldak and his associates have manufactured the first electron beam welded microwave filter. Only certain wavelengths of high-frequency radio waves can pass through this filter. The performance of the filter depends on the mechanical accuracy of construction and particularly on the weld and consequent electrical conductivity in joints between thin foils of metal and the walls of the filter. There are 36 of these welds, along with eight other welds in each filter. This microwave filter was produced at Bell-Northern

G.A. Burbidge with electron beam welding apparatus at Carleton University. ● G.A. Burbidge et le dispositif pour SFE à l'Université Carleton.

Heat exchanger constructed with electron-beam welding. ● Echangeur de chaleur, construit au moyen du soudage à faisceau électronique.



Comment souder avec des particules

Le soudage à faisceau d'électrons

Une baguette pointue de tungstène est mise dans le vide. Puis, au moyen de champs électriques, on dirige les électrons émis de la baguette en un faisceau qu'on fait passer par un trou à travers une anode. Ensuite, se servant de champs magnétiques ou électriques, on focalise le faisceau et le dirige sur une cible.

Voilà le principe du premier faisceau d'électrons jamais obtenu. Cette expérience, qui date de cent ans, est à la base de notre connaissance des électrons.

En réchauffant la cathode et en ajustant sa tension ainsi que le courant des électrons du faisceau, on peut modifier ce dispositif de base en un télescope électronique; en un oscillographe ou bien un tube à rayons cathodiques d'un poste de télévision (la cible étant alors un écran fluorescent); en un appareil analytique basé sur la diffraction du faisceau ou bien, sur les rayons-X produits lorsque le faisceau se heurte contre la cible; et, enfin, en un appareil pour façonner, fondre et raffiner les métaux.

Aidée par une subvention du Conseil national de

recherches du Canada, une équipe de chercheurs à l'Université Carleton, à Ottawa, étudie encore une autre application de ce même principe: le soudage à faisceau d'électrons. Cette équipe, dirigée par le Dr J. A. Goldak, le Dr M. J. Bibby et M. G. A. Burbidge, est la seule au Canada qui fait des recherches sur les applications des faisceaux d'électrons. Ils ont conçu et construit deux dispositifs de soudage (à leur connaissance ce sont les seuls au Canada construits au laboratoire) et s'en servent de plusieurs manières, par là suscitant l'intérêt des compagnies industrielles canadiennes et étrangères.

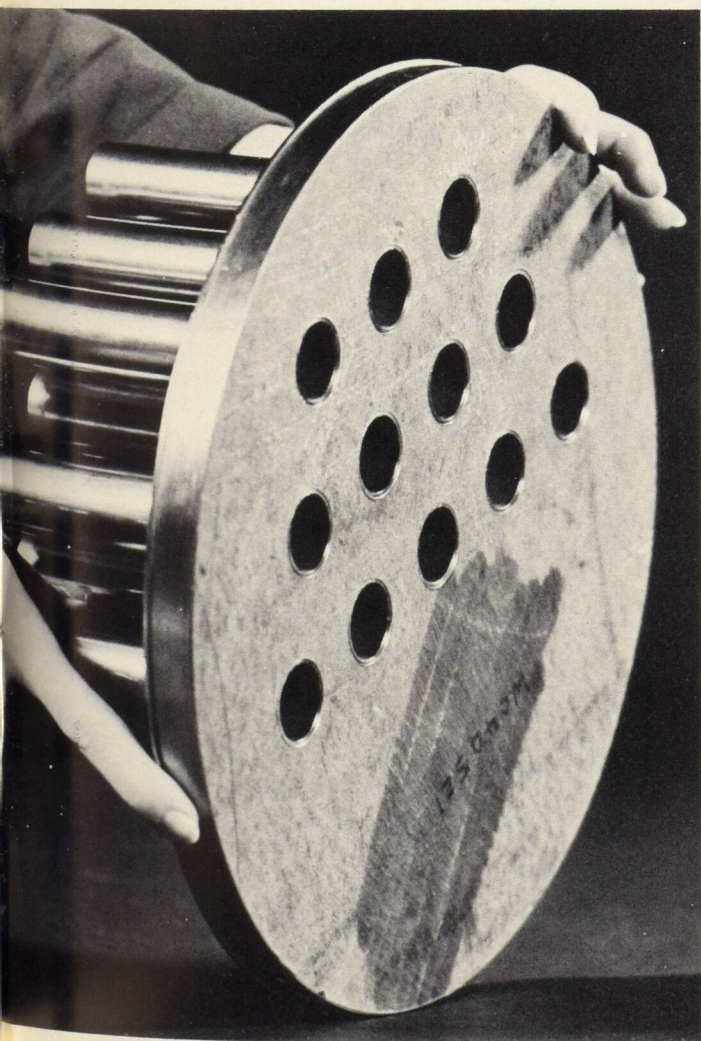
La conception de base remonte à 1879 et est due au physicien anglais Crookes. Ces systèmes ont été brevetés dès 1905 et, en 1930, Van Ardenne a expliqué en détail le concept du procédé. Toutefois il fallut attendre encore trente ans pour la mise au point industrielle du soudage à faisceau d'électrons (SFE). "La réponse était là, seulement on cherchait la bonne question!" nous déclare le Dr Goldak.

Dans ce domaine, en six ans seulement, cette équipe a à son actif des réussites impressionnantes. Leurs divers succès pourraient bien servir de base pour acquérir une certaine expertise en SFE au profit de l'industrie canadienne. A titre d'exemples, examinons quelques-unes de leurs réussites, qui servent aussi à montrer l'étendue et la portée des applications des faisceaux d'électrons.

Cette équipe a été la première du monde à utiliser les faisceaux d'électrons pour perforer les roches, emploi en plein développement actuellement chez les Américains. "Le faisceau coupe la pierre comme un couteau chauffé coupe le beurre" remarque le Dr Goldak. "On peut percer jusqu'à un pouce (environ 2½ centimètres) en quelques secondes et cela presque sans faire de bruit. Avec cette méthode on pourrait presque se passer d'explosifs dans les régions urbaines et l'on n'entendrait que le crépitement du faisceau utilisé à la place de la dynamite. A part cela, le faisceau d'électrons s'avère extrêmement prometteur pour l'exploitation minière, l'abattage en carrière et le percement de tunnels.

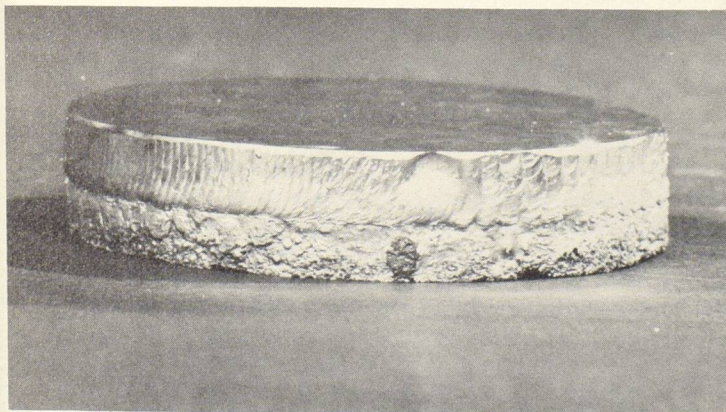
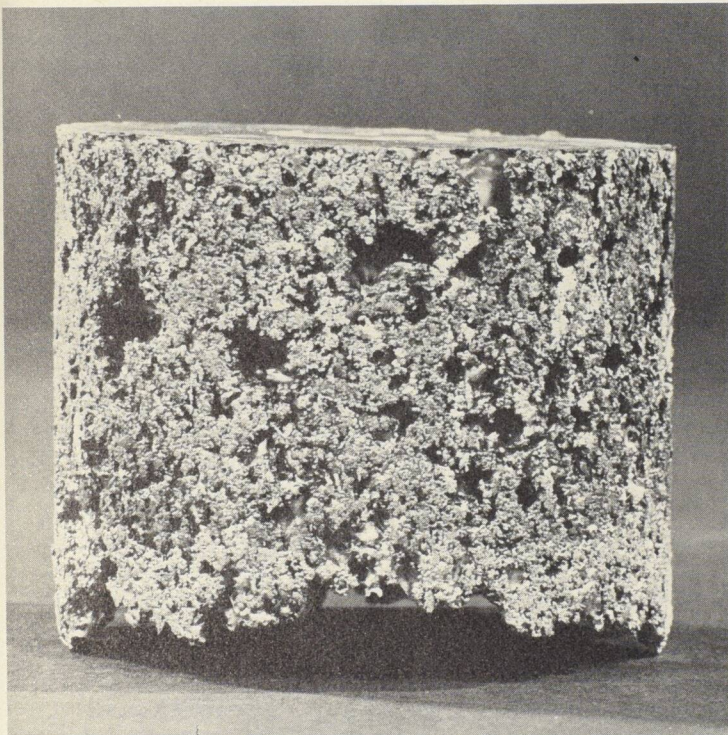
En collaboration avec le Canadien national, les chercheurs ont étudié l'application des faisceaux d'électrons au soudage des rails. Le SFE coûterait beaucoup moins cher que le soudure par étincelage et il est trente fois moins coûteux que l'aluminothermie. Ces ingénieurs ont mis au point des techniques de SFE qui permette de souder des rails avec toute la gamme des propriétés mécaniques (solidité, résistance générale, résistance à la fatigue) spécifiées par le CN.

Les ingénieurs ont fabriqué le premier filtre soudé d'hyperfréquences au moyen du faisceau d'électrons. Le filtre n'admet de micro-ondes qu'à certaines longueurs d'onde. Son efficacité dépend de la précision de construction et notamment de la soudure (et de la conductivité électrique qui en résulte) entre des feuilles de métal et les parois du filtre. Chaque filtre a 44 soudures, dont 36 servant à unir la feuille et la paroi. Le filtre en question, construit aux laboratoires de Bell-Northern Research, à Ottawa, et soudé à l'Université Carleton, était sensiblement plus



Research, Ottawa, and welded at Carleton University. It was significantly more efficient than any previous microwave filter. A filter of this type not only reduces the transmitter power needed for satellites but also reduced a proposed satellite package from 23 to eight pounds.

● Steel and zirconium products are often manufactured from large bars, called ingots, if the bars are cast, and billets, if they are formed. Defects in these bars are usually machined off with lathes, cutting torches or grinding



Ingots before (above) and after conditioning with electron beam.
● Lingots avant (en haut) et après traitement avec le faisceau d'électrons.

machines. This involves a loss of material which for zirconium is estimated at \$300,000 per year in Canada alone. In the low-carbon steel industry, the cost of removing defects, that is the cost of labor and supplies but not the yield loss, approximates 50 million dollars per year in Canada and a whopping billion dollars per year on a world scale.

When the Carleton group used electron beams to remelt the defective volume, pores and cracks remelted and froze without defects. The result was a better surface than obtained using conventional methods — with no yield loss. An improved over-all product was obtained at only a fraction of the cost.

● During EBW studies, methods were developed and perfected for welding "gassy" low-carbon steels with high initial oxygen content. Unless precautions are taken, the gas causes bubbles or pores which weaken the weld. Deoxidizers used with these gassy steels and welds using electron beams proved highly satisfactory.

● Heat exchangers contain hundreds of tubes (usually stainless steel) passing through plates up to 15 inches thick. A good, pressure-tight weld between tube and sheet is an absolute must and literally millions of such welds are needed in a nuclear reactor. The Carleton University research team designed an electron beam welder for tube-to-tube sheet welding that would reduce the time per weld from 15 minutes to less than 15 seconds. In addition, the electron beam presents advantages for the quality of the weld. It is narrow and deep-penetrating, and "slides" down between tube and sheet for a deep weld.

● Another important advantage of the electron beam welder for this and numerous other projects is that it is an electronic device which means the welding process can be automated. In fact EBW really shines when there are many repetitions of the same process to be carried out. Once the magnetic fields for focussing and deflecting the beam are modified and made to alternate as desired (and this can be done by machine), the rest can be automated and largely controlled by computer.

"In order to continue our work in developing and perfecting applications of EBW, we intend to improve the design of the equipment," says Dr. Goldak. "We could build better electron beam guns and systems right here in our laboratory. At present, the tungsten cathodes must be replaced from time to time. The design and material used in this cathode could be improved for longer life. The optical system for focussing high-power beams could profit from more research as could the procedure for automatic welding with a scanning beam.

"The electron beam now serves to cure paints, engrave photographic plates, make artificial leather, drill, cut, machine, refine and melt. Electron beam technology has become commercially important only during the last 15 years and its future looks extremely promising. As for electron beam welding, it will keep pace with the needs of developing technology. It will provide higher quality welding, consistently, reproducibly, with the added advantage of low labor costs." □

efficace que tous les autres filtres d'hyperfréquences de tous genres. Un tel filtre non seulement diminue la puissance exigée par les émetteurs des satellites mais encore réduit le poids d'un satellite de 23 à 8 livres (de 10.4 à 3.6 Kg).

Les produits d'acier et de zirconium sont généralement fabriqués à partir de grandes barres, coulées, elles s'appellent lingots et façonnées, billettes. Les défauts dans ces barres sont enlevées d'habitude au moyen de tours, de chalumeaux à découper ou de machines à meuler, ce qui coûte très cher. A titre d'exemple, pour le zirconium au Canada, la perte se chiffre à 300,000 dollars par an. Quant à l'acier à faible teneur en carbone, les frais à cet égard, compte tenu seulement de la main d'oeuvre et des fournitures, mais abstraction faite de la perte de matériau, atteignent 50 millions de dollars au Canada et, sur le plan mondial, un milliard de dollars par an!

Le faisceau d'électrons, véritable fer à souder, a fait disparaître ces défauts sans laisser de traces. Non seulement la qualité de cette surface l'emporta sur celles obtenues par les méthodes traditionnelles, mais aussi il n'y eut aucune perte de matériau. En somme, on obtient un meilleur produit coûtant beaucoup moins cher.

Au cours d'autres études sur le SFE, les chercheurs ont mis au point et perfectionné le soudage de l'acier à faible teneur en carbone mais à haute teneur en oxygène. Or, l'oxygène peut donner lieu à des bulles ou pores, ce qui affaiblit la soudure. En employant des agents de désoxydation et le SFE, ils ont pu parvenir à résoudre ce problème et à souder l'acier à forte concentration d'oxygène d'une façon très efficace.

L'échangeur de chaleur se compose de centaines de tubes (le plus souvent en acier inoxydable) qui passent à travers des plaques atteignant 15 pouces (37 centimètres) d'épaisseur. Il faut à tout prix une bonne soudure hermétique entre le tube et la plaque et il existe des millions de ces soudures dans une pile atomique. Dans le cadre des recherches à l'Université Carleton, on a conçu un dispositif pour réaliser ces nombreuses soudures au moyen du SFE. Ce dispositif permet de faire en quinze secondes une meilleure soudure que celles qui exigeaient jusqu'alors 15 minutes chaque.

Etant donné qu'on a affaire à un procédé électronique, le SFE peut facilement être automatisé. Effectivement, le SFE se fait valoir pleinement quand il s'agit de répéter le même processus à plusieurs reprises. Une fois qu'on modifie à souhait les champs magnétiques servant à focaliser et à défléchir le faisceau (ce qui peut être fait par une machine), il est facile d'automatiser les autres étapes du processus. On pourrait même faire entrer en jeu l'ordinateur pour régler presque tout le soudage.

"Afin de poursuivre nos recherches sur la mise au point et le perfectionnement du SFE, nous nous proposons d'améliorer la conception des dispositifs," nous dit le Dr Goldak. "Par exemple, il faut toujours remplacer la cathode en tungstène de temps à autre. On peut prolonger sa vie utile en améliorant sa conception et sa construction. D'ailleurs le système optique servant à focaliser le

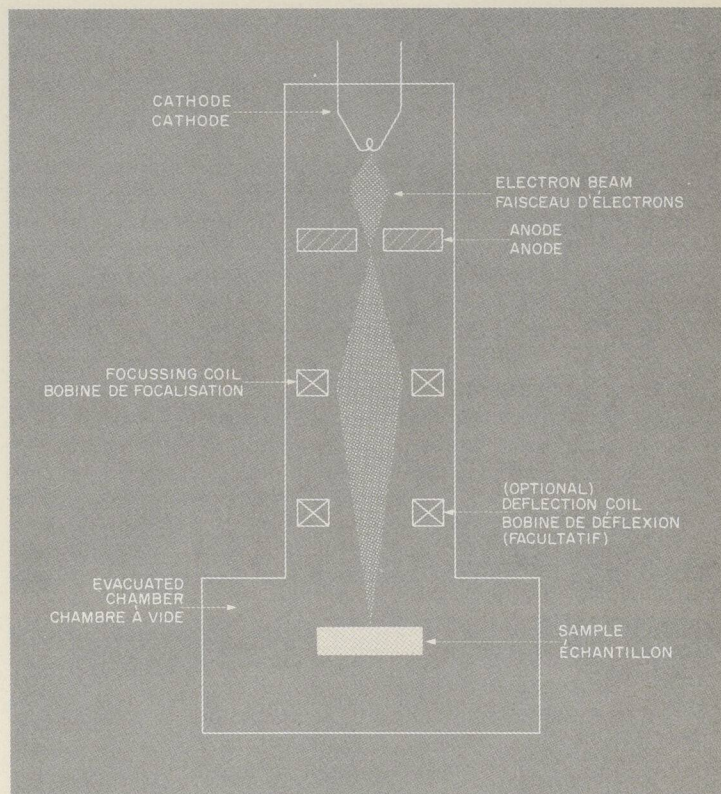
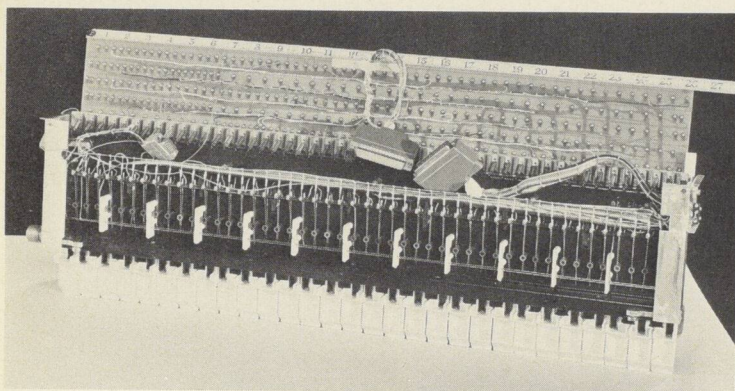
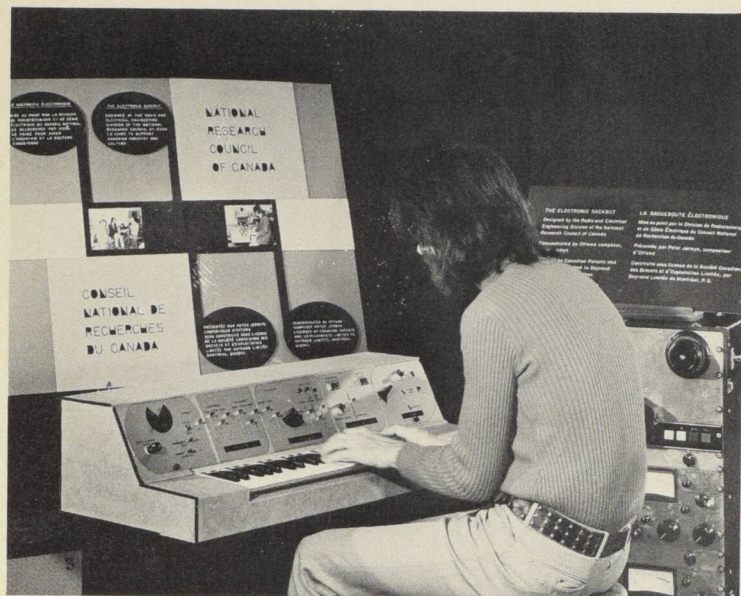


Diagram of electron beam welding apparatus. The focused, high-velocity beam of electrons impinges on a spot on the workpiece where its energy is released as highly-concentrated heat. An optional coil provides a magnetic field to deflect or scan the beam. Alternatively, the workpiece can be moved. ● Schéma du dispositif pour le SFE. Les électrons, focalisés et ayant une très grande vitesse frappent un endroit précis de l'échantillon. Là, l'énergie cinétique du faisceau est convertie en chaleur. Une bobine facultative permet de défléchir ou d'utiliser le faisceau en balayage; il est aussi possible de déplacer l'échantillon-cible.

faisceau et les méthodes pour automatiser le soudage à faisceau explorateur peuvent tirer profit d'études plus poussées".

"A l'heure actuelle, le faisceau d'électrons s'emploie pour sécher la peinture, fabriquer le cuir artificiel, faire des gravures, percer et couper les rochers, façonner, raffiner et fondre les métaux. Les applications industrielles des faisceaux électroniques ne datent que de quinze ans mais, à juger d'après les réussites, l'avenir est extrêmement prometteur. Quant au soudage à faisceau électronique, ce procédé continuera de répondre aux besoins d'une technologie qui s'avance à un rythme étourdissant. Le SFE permettra le soudage plus efficace et plus reproductible à de moindres frais de main d'oeuvre". □

The electronic sackbut Music for the space age



It's the only one of its kind. It slurs, it slides; it's classical, jazz and rock; it can sound like an ancient reed instrument, a mediaeval stringed instrument, or a space ship travelling through the atmosphere. It's called the Sackbut and it's destroying the limitations of all previous keyboard instruments.

Invented by Dr. Hugh LeCaine of the National Research Council of Canada's Radio and Electrical Engineering Division, this electronic monophonic instrument places continuity of pitch, intensity and tone color within fingertip reach on a keyboard the size of a small electric organ.

"It's a superb instrument," says Dave Wilson, President and founder of Dayrand Limited, Montreal, the company which is manufacturing the sackbut under licence from Canadian Patents and Development Limited, a subsidiary of NRC which patents government-owned inventions and licenses them to industry. "We're naturally excited about it because it's Canadian and we're Canadian, but we're aiming it at the world market."

Electronic experiments began about the turn of the century. Previously, music making was limited by the

Ottawa composer Peter Jermy demonstrates the "one-note-at-a-time" instrument which uses the familiar piano or organ keyboard. Close up of interior of Sackbut. Vertical pressure on a key controls pitch. A glide strip on the keyboard enables the player to glide from one note to another. The free hand operates several controls which vary the wave forms, timbre, attack and decay. Another control gives an effect similar to that of a trumpeter moving a mute in front of his instrument. Twenty-four controls can break up and bend notes, creating repetitive patterns into which other notes fit, producing the effect of more than one note playing at the same time.

Le compositeur Peter Jermy, d'Ottawa, fait une démonstration de cet instrument, donnant "une note à la fois", à l'aide d'un clavier semblable à celui d'un piano ou d'un orgue. Ci-contre, vue intérieure de la saqueboute. L'intensité du son est fonction de la pression que l'on exerce sur les touches; si l'on exerce un effort transversal on peut contrôler la fréquence. Une glissière permet de passer d'une note à l'autre. La main libre peut, à l'aide des autres commandes, faire varier la forme de l'onde, le timbre, la montée ou la décroissance. Une commande permet d'imiter une trompette en sourdine. Vingt-quatre touches permettent de répéter des ensembles de notes tout en acceptant d'autres notes ce qui donne l'impression qu'on joue plusieurs notes en même temps.

mechanical qualities of instruments and the physical capabilities of the performers. But the first real breakthrough occurred in France in 1948 with the idea that sounds could be treated as sound objects, or pieces of sound recorded on tape. Once recorded, these pieces could then be subjected to all kinds of treatment — speeded up, played backwards or cut in half. The idea caught on very quickly and composers all over the world were trying it. Music probably never will be the same again. New sounds and new notations have influenced modern orchestral scoring as well as expanding the field of electronic music.

Dr. LeCaine began work privately on the Sackbut in 1945. Nine years later, NRC entered the picture, encouraging the project as a form of communication between Canadian artists and scientists.

"My primary concern," says the musician-physicist, "was making an electronic instrument that was musically expressive. I felt that all previous electronic instruments were cold and mechanical. I thought that we must have some means of controlling the sound in an artistic way."

Dr. LeCaine has achieved just that. The Sackbut is

La saqueboute électronique annonce La musique de l'ère spatiale.

Nous sommes en présence d'un instrument unique, polyvalent, se prêtant à la fois à la musique classique, au jazz et au rock. On peut en tirer les sons d'un instrument médiéval à anche ou à cordes et il peut même parfois évoquer le bruit que ferait un mobile très rapide traversant l'atmosphère. Cet instrument a été appelé saqueboute et ses possibilités commencent là où s'arrêtent celles des autres instruments à clavier.

Inventé par Hugh LeCaine, de la Division de génie électrique du Conseil national de recherches du Canada, cet appareil électronique monophonique met à la portée de la main de l'artiste la permanence du ton, de l'intensité et du timbre grâce à un clavier de la dimension de celui d'un petit orgue électrique.

"C'est un magnifique instrument," s'exclame Dave Wilson, Président et fondateur de Dayrand Limited, de Montréal, compagnie fabriquant la saqueboute sous licence de la Société canadienne des brevets et d'exploitation Limitée, une filiale du CNRC prenant des brevets pour des inventions faites dans les laboratoires du gouvernement et cédant des licences aux industriels intéressés. "Nous sommes évidemment très enthousiasmés par cette invention parce qu'elle est canadienne et que nous sommes Canadiens, mais nous pensons également nous lancer à la conquête du marché mondial."

Les premières expériences électroniques ont été faites au début du siècle et, jusqu'alors, la composition musicale était limitée par les qualités mécaniques des instruments et l'adresse des exécutants. Mais ce n'est qu'en 1948, en France, que l'on a enregistré un progrès vraiment marquant lorsque l'on a émis l'idée que les sons pouvaient être traités comme des objets ou enregistrés sur bandes magnétiques. Après enregistrement, il devenait possible de les accélérer, d'en inverser la séquence ou de les dédoubler, etc. Cette idée a très rapidement acquis la faveur des compositeurs dans le monde entier qui la mirent alors à l'épreuve. Il y a donc maintenant tout lieu de penser que la musique ne sera jamais plus ce qu'elle a été, les nouvelles tonalités et notations ayant influencé les arrangements orchestraux modernes tout en élargissant le champ de la musique électronique.

Le Dr LeCaine a commencé à travailler à titre individuel sur la saqueboute en 1945. Neuf ans plus tard, le CNRC entraînait en scène pour en encourager l'étude comme une forme de communication entre les artistes et scientifiques canadiens.

"Ce que je voulais avant tout, nous a dit le physicien musicien, c'était construire un instrument électronique musicalement expressif, considérant que tous ses prédécesseurs étaient froids et mécaniques. Je pensais qu'il devait exister un moyen de manipuler le son de façon artistique."

Nous pouvons maintenant dire que le Dr LeCaine a atteint ce but. La saqueboute est extrêmement sensible au toucher, à ce point que l'émotion et l'expression musicales de l'exécutant deviennent très importantes. Un compositeur peut exprimer ses idées musicales par l'intermédiaire du clavier en communiquant directement et continuellement ses états d'âme et ses sentiments. La saqueboute n'étant qu'un

instrument monophonique, elle ne peut donner qu'une note à la fois mais, contrairement aux autres instruments à clavier, elle peut glisser d'une note à l'autre, produire continuellement des sons variables en temps réel et régler constamment le timbre et le ton. Elle peut assumer des fonctions bien définies dans un orchestre, qu'il s'agisse de rock, de musique classique, de jazz ou d'un ensemble électronique. Elle peut pratiquement s'adapter à n'importe quel genre de musique. Ajoutons que la saqueboute ne peut pas se désaccorder par suite de variations de température pouvant affecter ses circuits électroniques. Elle est beaucoup plus petite, moins fragile et moins chère que nombre de synthétiseurs qui sont des appareils constitués uniquement de générateurs de sons électroniques munis de variateurs de tonalité et d'autres commandes. Avec la saqueboute, l'artiste n'a pas à s'interrompre pour régler son instrument.

D'après les musiciens qui en ont joué, l'une de ses caractéristiques les plus intéressantes est peut-être celle qui permet de produire une note plus forte en appuyant plus ou moins sur la clef ou d'en tirer un vibrato par un glissement latéral du doigt. Grâce à vingt-quatre commandes, il est possible de couper et d'infléchir les notes créant ainsi des arrangements musicaux répétitifs dans lesquels vont d'autres notes donnant l'impression que plusieurs notes sont jouées en même temps.

Peter Jermyn, compositeur et adaptateur d'Ottawa, nous a confié que c'est l'instrument dont il a toujours rêvé. Ce n'est pas véritablement un synthétiseur, mais il offre des possibilités dont un synthétiseur géant est dépourvu et cela pour une fraction de son prix et sous un volume en permettant aisément le transport.

Pour commencer, la compagnie Dayrand envisage de ne fabriquer qu'un nombre restreint de machines à 2 500 dollars l'unité, alors que le synthétiseur grand modèle le moins cher coûte 8 000 dollars.

"Nous voulons procéder avec prudence," nous a dit Dave Wilson, afin de déterminer s'il y a lieu d'apporter certaines modifications pour répondre aux exigences du marché. Les premières réactions sont encourageantes et un certain nombre de studios et d'artistes ont déjà manifesté un très vif intérêt pour l'appareil.

Les ingénieurs et les scientifiques sont également de ce nombre et le prototype du CNRC a été présenté à Stéréo '72, à Montréal, à l'Exposition électronique internationale de Toronto et à la Canadian Electronic Design Display.

Par ailleurs, la saqueboute a également été utilisée pour les arrangements musicaux de plusieurs films. Le thème musical de M. Wizard, programme scientifique de la NBC a été écrit et joué par M. Jermyn à l'aide de la saqueboute et il a également composé une symphonie électronique avec le même instrument dans le cadre d'un spectacle audiovisuel présenté à la Place Bell Canada, à Ottawa. M. Jermyn, qui travaille actuellement sur la bande sonore d'un prochain film de l'Office national du film, pense que la musique électronique a un avenir illimité. □

extremely touch sensitive, so that the emotion and musical expression of the instrumentalist becomes very important. A composer can externalize his musical ideas through the keyboard, communicating changes in mood and feeling directly and continuously. As a monophonic instrument, the sackbut plays only a single note at a time. But unlike other instruments with a keyboard, it can slur and slide from note to note, produce continuously variable sounds in real time and constantly adjust tone, color and pitch. It has definite uses as a part of musical groups — rock bands, classical or jazz groups or an electronic group. It can adapt virtually to every kind of music. In addition, the Sackbut does not go out of tune from heat affecting voltage circuits. It is a great deal smaller, more compact, less temperamental and cheaper than many synthesizers (instruments consisting solely of electronic sound generators with tone modifiers and other controls). With the Sackbut, the player does not have to stop to rearrange electrical cords to control the sound.

Perhaps the Sackbut's best feature, according to musicians who have played it, is the way in which a player can make a note louder by pressing the key harder or make it waiver (vibrato) with a sideward movement of the finger. Twenty-four controls can break up and bend notes, creating repetitive patterns into which other notes fit, producing the effect of more than one note playing at the same time.

Says Peter Jermyn, Ottawa composer and arranger: "It's the sort of instrument I've always been looking for. It's not really a synthesizer, but it can do things a giant synthesizer is incapable of, at a fraction of the cost and in a portable framework."

Initially, a small number of machines will be produced by Dayrand, selling for about \$2,500 each (the cost of large synthesizers start at about \$8,000 each).

"This is a conservative approach," says Mr. Wilson, "but it's more of a sampler to determine whether changes will have to be made for marketability. Signs are promising for it's acceptance. To date a number of studios and individual musicians have shown a marked interest in it."

Engineers and scientists also have expressed interest. The NRC prototype was featured at Stereo '72 in Montreal, Que., at Toronto's International Electronic Exposition, at the Canadian Electronic Design Display and at Stereo '72 in Ottawa.

In addition, the Sackbut has been used for the musical scores of several films. The theme music for NBC's children's science program, Mr. Wizard, was written and played by Mr. Jermyn using the Sackbut and he has composed an electronic symphony on the Sackbut which was used to form part of an audio-visual show at Place Bell Canada in Ottawa. Mr. Jermyn is working on the sound track for a forthcoming National Film Board movie.

"The future of electronic music is unlimited," he says. □

Margaret Lloyd, Miss NRC and Miss RA 1970, lends charm to the Sackbut. ● Margaret Lloyd, Miss NRC et Miss RA 1970, ajoute son charme à la saqueboute.



Cover photography: Bruce Kane, NRC; cover art work, Al McAllister, Canada Department of Agriculture; Memorial University, pages 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9; diagram page 27, Miss C.W. Clyde, NRC. ● Notre couverture: Photographie de Bruce Kane et croquis de Al McAllister, du Ministère de l'Agriculture; pages 2 à 9, photographies de Memorial University; page 27, schéma de Mlle C.W. Clyde, du CNRC.

Editor/Rédacteur en chef — John E. Bird, Graphics-Production/Arts graphiques-Production — Robert Rickerd, Photo Editor/Direction de la photographie — Bruce Kane, Writing/Textes — Georges Desternes, Claude Devismes, Arthur Mantell, Earl Maser, Joan Powers Rickerd, Distribution/Distribution — Pierrette Gravelle. Printed by/Imprimé par DOLLO.

Over the years, the National Research Council of Canada has worked in close cooperation with Canadian railways and the meat packing industry in an effort to try to improve methods of storage, refrigeration and transportation of meat. A simple and inexpensive method for distinguishing tender from tough meat appears on page 20. ● Le Conseil national de recherches du Canada travaille depuis plusieurs années en étroite collaboration avec les compagnies de chemins de fer et les conserveries de viande canadiennes en vue d'essayer d'améliorer les méthodes de stockage, de réfrigération et de transport. On trouvera à la page 21 la description d'une méthode simple et peu coûteuse permettant de distinguer la viande tendre de la viande dure.

