

~~JEB~~
FOR
RET

SCIENCE DIMENSION

National Research Council of Canada - Conseil national de recherches du Canada

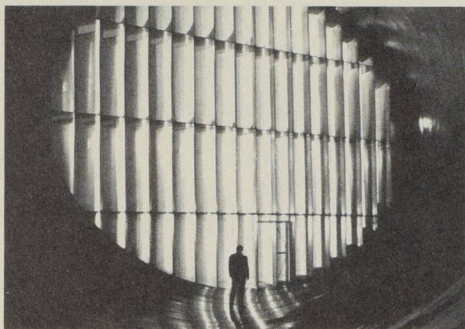


LIBRARY
DEC 17 1970
OTTAWA
CANADA
NATIONAL SCIENCE LIBRARY

*Volume 2 No. 5 1970
December - November*

SCIENCE DIMENSION

VOL. 2 NO. 6, DECEMBER 1970 - VOL. 2 NO. 6, DECEMBRE 1970



Cover: Aerospace technician is dwarfed by huge baffle used to carry air around a corner of NRC's 30-foot wind tunnel. Photograph by Bruce Kane, NRC. Photo Credits: Page 4 de Havilland Aircraft; 24, 25 Spar Aerospace; 26-29 Canada Cement.

Notre couverture: les aubages dévient l'écoulement dans l'un des quatre coudes de la soufflerie de 30 pieds spécialement étudiée pour les essais d'ADAV et d'ADAC. Photographie de Bruce Kane, CNRC. Photographies de: de Havilland Aircraft (page 4), Spar Aerospace (pages 24, 25) et de Canada Cement (pages 26-29)

CONTENTS - SOMMAIRE

-
- 3. New type aircraft tested at NRC
 - 3. Essais d'ADAC au CNRC
-
- 8. Fluidics' new role in oceanography
 - 9. La "fluidique" et l'océanographie
-
- 12. Mysterious object in deep space
 - 13. Nouvelle énigme céleste
-
- 18. Stress affects skill performance
 - 19. Pas de surmenage et bien dormir!
-
- 22. Industrial success story
 - 23. Une réussite industrielle
-
- 26. NRC assistance to Canada Cement
 - 27. Le CNRC et Canada Cement
-
- 30. Index for Science Dimension
 - 30. Articles parus dans Science-Dimension
-

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 7, Canada. Telephone: (613) 993-9101.

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 7, Canada. Téléphone (613) 993-9101.

Managing Editor/Directeur — René Montpetit

Editor/Rédacteur en chef — John E. Bird

Layout - Production/Mise en page - Production — Robert Rickerd

Photography/Illustrations — Grant Crabtree, Bruce Kane

Writing/Textes — Georges Desternes, Claude Devismes, Arthur Mantell, Earl Maser, Joan Powers Rickerd

***Huge new NRC wind tunnel
accepts first customers***

***Premiers clients dans la
grande soufflerie de Uplands***



First model to be tested in the 30-foot wind tunnel is de Havilland Aircraft's DHC-7 airliner. The model rests on support struts linked to a six-component mechanical balance. The balance separates the total load into six parts — lift, side force and drag or thrust (if the model's four 100 horsepower electric motors are working); and the three moments of pitch, roll and yaw.

La maquette du de Havilland DHC-7 est montée sur des supports ou "chandelles" la reliant à une balance mécanique à six composantes dérivant la portance, la force transversale et la traînée (ou la poussée si les moteurs électriques de 100 CV sont en marche) et les trois moments de tangage, de roulis et de lacet.

Wind tunnel

Airlines require various types and sizes of aircraft to meet the unique requirements of each category of air travel. For intercontinental routes supersonic transports will soon be available to speed passengers to their destinations on flights of a thousand miles or more. Since the supersonics cannot be employed over built-up areas because of the damaging shock waves they generate, national routes will continue to use stretched versions of subsonic jet aircraft or the new jumbo jets. On medium range routes, smaller jet types already fill requirements.

However, a major problem has arisen with respect to the use of small jet and turbine aircraft on short-haul inter-city flights. Air traffic control problems at large airports are multiplying, mainly because more people are flying. Precious minutes are lost in holding patterns as traffic jams in the air around airports increase. On-ground travelling time is becoming a problem as rapidly growing populations put more and more automobiles on

the road, slowing the traveller on his way to and from airports, and high noise levels around air terminals are forcing these terminals to move farther away from urban areas. Such factors will eventually make it necessary for average commuting passengers to spend more time getting to and from airports than they spend in the air.

A recent study in the United States on short-haul routes showed that passengers are being slowed down to average speeds of sixty to seventy miles an hour on point to point 200 to 300 mile flights! In some cases, they spend more time travelling by air than would be necessary to make the same trip by automobile at a great deal less cost.

To help to solve these problems, a new breed of aircraft has been conceived to move short-haul freight and passenger traffic and make such operations competitive with ground transportation. Called STOL (short take-off and landing) aircraft, these machines are able to operate from small

airports built close to business and residential areas.

A promising new design which will provide Canadian STOL service is the DHC-7 being developed by de Havilland Aircraft of Canada Limited, Downsview, Ontario. The design has progressed to the point where an 18-foot model of this proposed aircraft now is being tested in a huge wind tunnel operated by the National Research Council of Canada.

The DHC-7 is designed to carry 48 passengers in airline comfort from 2,000 foot downtown STOL ports. The DHC-7 will be the quietest airliner ever produced, with a noise level difficult to detect above the background of normal city traffic. This unique characteristic will provide unobtrusive and acceptable operation into built-up areas where the noise of conventional aircraft would not be tolerated. The aircraft is the result of more than two years of intensive market study and engineering development by de Havilland.

(Continued)



Artist's conception of DHC-7 STOL aircraft operating from a downtown STOL port.

La compagnie canadienne de Havilland vise à obtenir un ADAC qui pourrait décoller et atterrir en pleine ville.

Essais d'ADAC...

Les compagnies de transport aérien ne peuvent assurer des liaisons économiques que si elles disposent de différents types d'avions; c'est ainsi que, sur les lignes intercontinentales, il vaut mieux actuellement disposer d'avions rapides à réaction que de vieux avions à hélices et qu'on envisage dès maintenant de se servir d'avions de transport supersoniques permettant de couvrir des distances de l'ordre de quatre mille miles au-dessus des mers en seulement deux à trois heures de vol. Au-dessus des continents l'onde choc qui est produit par ces avions ne permettra probablement pas le vol supersonique en raison des dégâts qu'elle occasionnerait à beaucoup de constructions. Les avions à réaction actuels continueront donc d'être employés et, si les passagers sont très nombreux, il faudra se servir des avions très gros porteurs du type Boeing 747. Il reste toutefois à considérer les lignes d'apport pour lesquelles le problème n'a jamais été vraiment résolu et qui justifie des

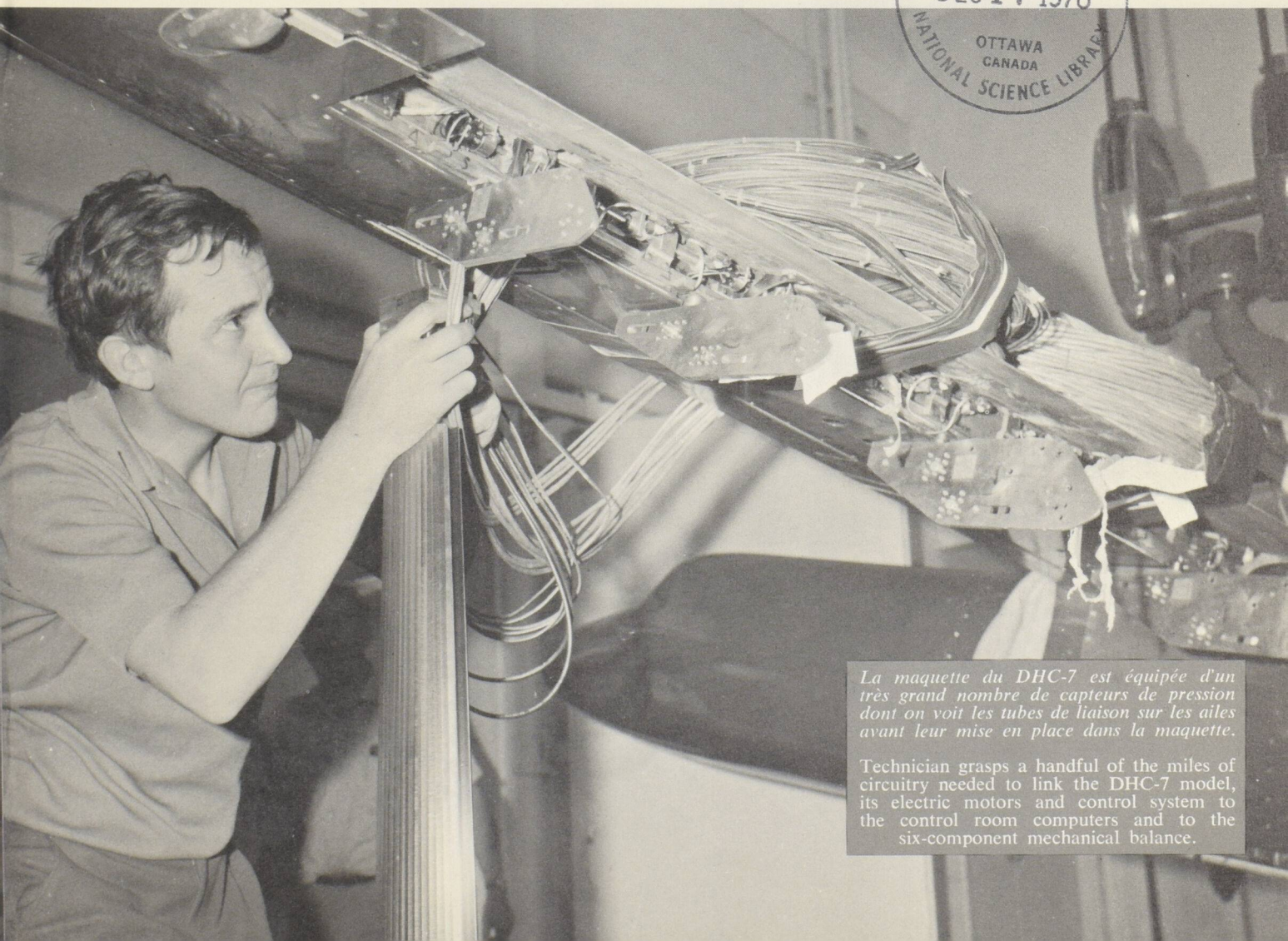
études poussées menant à des appareils utilisables avec une infrastructure beaucoup plus réduite sur des aéroports petits, voire même des plates-formes de décollage et d'atterrissage.

Pour les aéroports, nous avons assisté au cours des trente dernières années à un développement foudroyant au point que beaucoup de petits avions ne sont plus autorisés à décoller ou à atterrir sur les aéroports internationaux car les gros avions de transport eux-mêmes doivent souvent attendre pendant plus d'une heure pour être autorisés à décoller ou à atterrir. Ainsi, si vous partez ou arrivez à New York aux heures de pointe, il se peut que votre avion soit suivi d'une trentaine d'appareils semblables attendant derrière lui pour décoller ou pour atterrir. Au sol, les transports entre le centre des villes et les aéroports prennent souvent plus de temps que le voyage aérien lui-même s'il est inférieur à 1000 miles. On a donc dû construire des aéroports secondaires pour dégager les aéroports internationaux mais la

question des liaisons entre ces aéroports est encore sans réponse vraiment valable. Les pertes de temps sont si considérables que la vitesse moyenne entre le centre d'une ville et celui d'une autre n'est que de 60 à 70 miles à l'heure dans le cas de voyages de 200 à 300 miles de sorte que, dans bien des cas, le voyage par la route aurait pris moins de temps en coûtant moins cher.

Pour résoudre ces problèmes, il faut donc trouver un nouveau type d'avions qui soit économique et n'exige ni grands aéroports, ni infrastructure coûteuse et complexe. Ce type d'appareils est appelé ADAC, c'est-à-dire avion à décollage et atterrissage sur une courte distance, de l'ordre de mille pieds seulement. Ces machines devront pouvoir même utiliser des terrains en herbe.

Au moins un de ces avions existe déjà; c'est le Bréguet 941 appelé en Amérique McDonnell 188. D'autres sont à l'étude comme l'avion canadien DHC-7 étudié par la compagnie bien connue de ~~LIBRARY~~ ^{Hamilton} Aircraft of



La maquette du DHC-7 est équipée d'un très grand nombre de capteurs de pression dont on voit les tubes de liaison sur les ailes avant leur mise en place dans la maquette.

Technician grasps a handful of the miles of circuitry needed to link the DHC-7 model, its electric motors and control system to the control room computers and to the six-component mechanical balance.



Wind tunnel

land Aircraft, and has been designed to reduce point-to-point travel time on journeys up to 400 miles by reducing time-consuming ground transportation and ever-increasing air delays. Intended to improve direct city-centre to city-centre transportation and at the same time provide collection and distribution service to feed the demands of the new wide-bodied jets and air-buses, the DHC-7 will operate from 2,000 foot downtown STOL ports and designated STOL strips close to existing major airport terminals.

The DHC-7 will be powered by four PT6A-50 free-turbine engines driving a specially geared propeller designed for uniquely quiet operational characteristics. The PT6A-50 is manufactured in Montreal by United Aircraft of Canada.

The de Havilland Aircraft Company has already announced that it has received a letter of intent with deposit, securing delivery positions for two DHC-7 Airlines, from Nordair Limited, one of five Canadian Regional

Carriers. NORDAIR was designated a regional carrier for part of Ontario and North Western Quebec by the Minister of Transport and presently operates scheduled services between Montreal and Hamilton and into the Canadian Arctic.

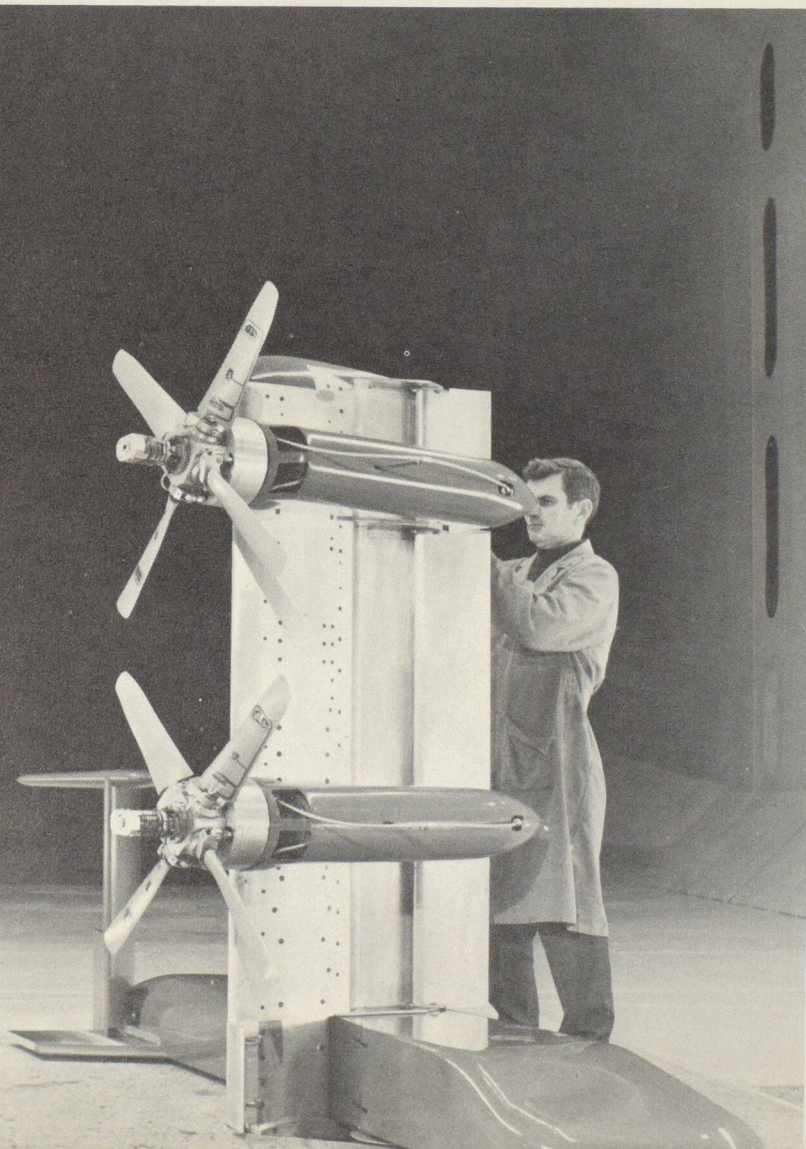
In connection with the intended purchase, Airline President R. G. Lefrancois, said "Nordair is convinced the development of the system of short-haul services, operated with aircraft capable of STOL performance, will provide an initial solution to some of the air and ground traffic congestion problems which will develop in our airline region within the next few years; the DHC-7 is ideally suited to perform the short-haul services visualized by Nordair".

Mr. Lefrancois continued, "Federal Government Regional Air Carrier policy foresees the development of such new services by the Regional Carriers".

The de Havilland Aircraft Company was the first customer to acquire time

in NRC's new \$7,000,000, 30-foot low-speed wind tunnel. Seven years in the planning and construction, the tunnel is located at NRC's National Aeronautical Establishment near Ottawa's Uplands Airport and is one of the largest in the world. It is designed almost exclusively for applied research and development testing of models of vertical and STOL aircraft. Heart of the tunnel is its wind producing fan which is driven by a 9,000 horsepower motor housed in its own two-storey building. Demand for tunnel time from Canada's aerospace companies is such that, before it opened, the tunnel was booked a year ahead. Canadair Limited of Montreal followed de Havilland into the tunnel. The Company's aero engineers are in the midst of a propeller design study for a V/STOL aircraft in cooperation with the Hamilton Standard Company of the United States, a major manufacturer of propellers.

S/D



Model of propellers for V/STOL aircraft being studied by Canadair Limited attached to wing design. The propellers are driven by electric motors.

Maquette motorisée d'une aile soufflée étudiée par Canadair, de Montréal.

Essais d'ADAC...

Canada Limited, de Downsview, en Ontario et, actuellement, on procède aux essais de sa grande maquette de 18 pieds dans la nouvelle soufflerie du CNRC à Ottawa.

Le DHC-7 est conçu pour transporter confortablement 48 passagers et pour décoller sur 2 000 pieds. Sur le plan du bruit, toujours épouvantable autour des aéroports, le DHC-7 sera, espère-t-on, le plus silencieux des avions de transport car il est étudié pour que le bruit se perde dans le bruit de fond urbain. Cette caractéristique unique devrait permettre de le faire accepter dans toutes les zones construites. Cet appareil a déjà fait l'objet d'une étude de marché et d'une étude technique de deux années visant à le rendre particulièrement intéressant pour des voyages d'environ 400 miles entre les centres des villes.

Le DHC-7 sera équipé de quatre moteurs à turbines libres PT6A-50 entraînant des hélices spéciales étudiées tout particulièrement pour avoir de faibles niveaux de bruit. Le

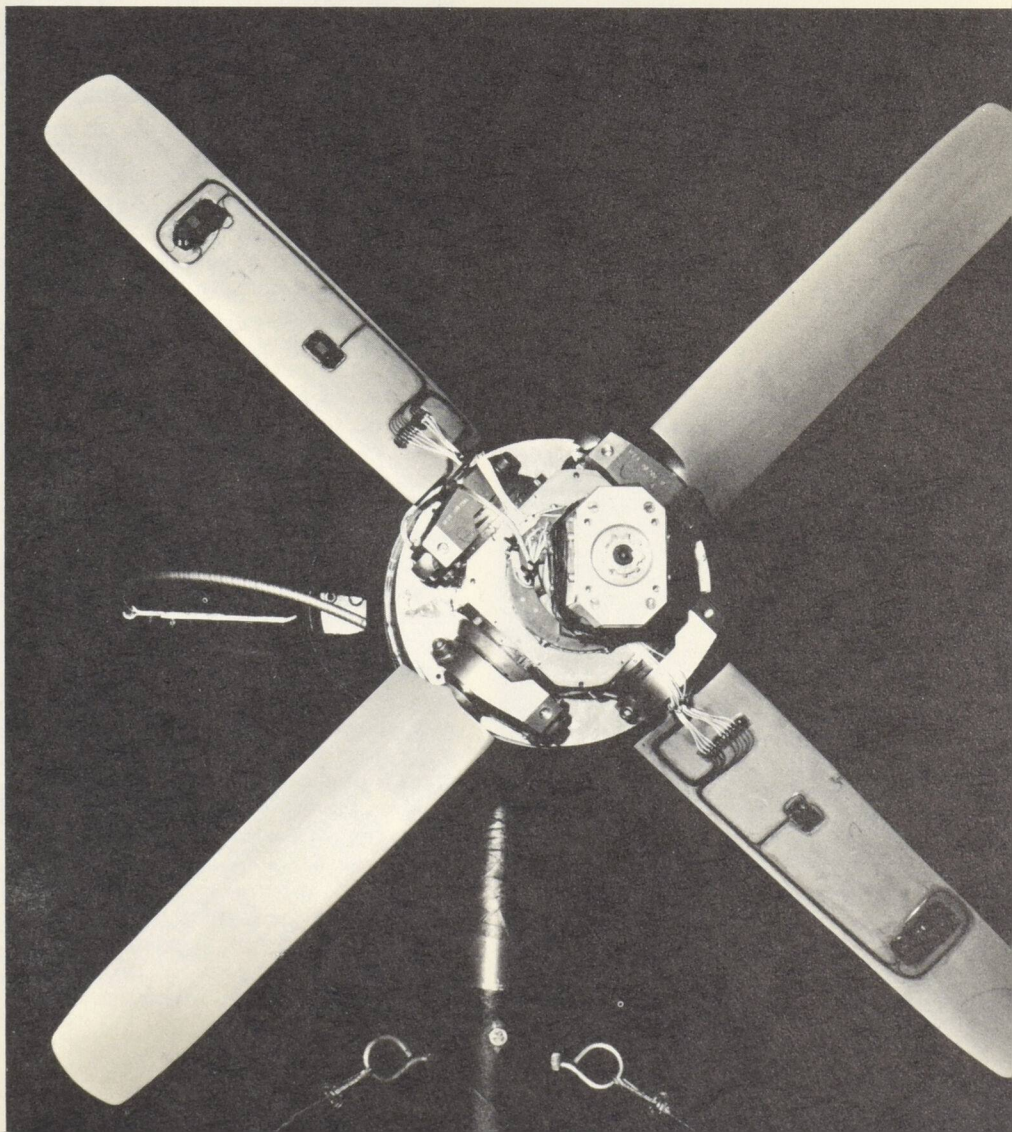
PT6A-50 est construit à Montréal par United Aircraft of Canada.

De Havilland Aircraft a déjà reçu des commandes puisque deux DHC-7 sont demandés par la compagnie NORDAIR Limited qui assure les transports dans l'Ontario, le nord-ouest du Québec, l'Arctique et aussi entre Montréal et Hamilton.

A ce sujet, M. R. G. Lefrançois, président de NORDAIR nous a dit: "La compagnie NORDAIR est persuadée que les ADAC permettront d'obtenir une solution au moins partielle des problèmes liés à l'encombrement autour des aéroports et sur les routes. Il nous semble que le DHC-7 est particulièrement bien conçu pour assurer les services qui nous intéressent... d'ailleurs le gouvernement fédéral prévoit que les transporteurs régionaux comme nous doivent assurer ces nouveaux services à l'avenir."

C'est le 2 juillet 1970 que les ingénieurs du Conseil national de recherches du Canada ont fait leur premier essai dans la grande soufflerie de

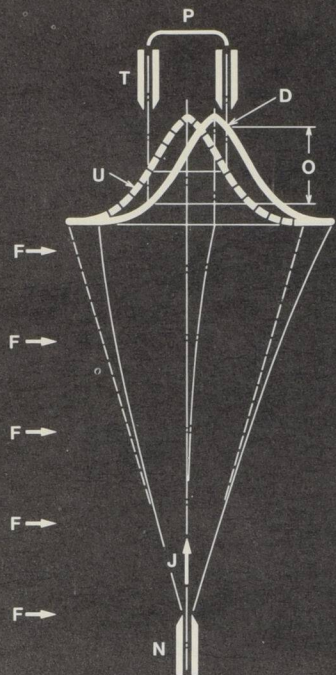
Uplands sur la maquette de 18 pieds (5,4 m.) du DHC-7. de Havilland est donc le premier client de cette soufflerie de 30 pieds, ayant coûté \$7,000 000 et mise au point après sept années d'étude et de construction. Cette soufflerie est la sixième du monde pour ses dimensions et elle présente le caractère unique d'avoir été presque exclusivement calculée pour la recherche appliquée et le développement d'ADAV et d'ADAC. Elle est équipée d'un moteur de 9 000 CV. Les demandes d'essais ont été si nombreuses que, bien avant sa mise en service, les délais d'attente étaient supérieurs à une année. Des essais pour la compagnie Canadair, de Montréal, suivront ceux de deHavilland. Il s'agit de travaux sur une hélice pour ADAV et ADAC en coopération avec la compagnie américaine Hamilton Standard, bien connue pour ses hélices.



Maquette d'une hélice pour ADAV-ADAC par Canadair.

Close up of model of propeller for V/STOL aircraft being developed by Canadair Limited.

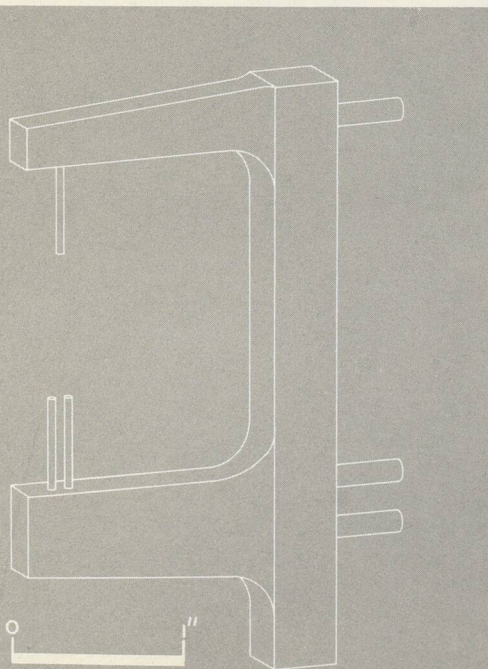
Sensing sea currents with A turbulent jet



Use of total head profile to measure jet deflection. P—differential output pressure; T—total head tubes; U—undeflected total head profile; F—cross flow (measured flow); J—jet; N—nozzle; O—differential output; D—deflected total head profile.

Comment trouver la déviation en mesurant la variation de pression totale. P—mesure de la pression différentielle; T—pression totale; U—profil du jet non dévié; F—écoulement transversal à mesurer; J—jet; N—tuyère; O—pression différentielle; D—profil du jet dévié.

Commercial fluidic velocity sensor.
Capteur commercialisé.



Because the increasing emphasis today in oceanography is on the region of air-sea interaction, oceanographers are vitally interested in the development of more highly sensitive instruments to measure air and water velocities.

They are equally interested in measuring instruments of a highly rugged nature because their research work into such things as the drift of polluted waters and the measuring of small ocean currents call for instruments that can be immersed in the rough ocean environment over long periods of time. How rugged is this environment can be suggested from the estimate of some oceanographers that they can assume a loss each year of 50 per cent of equipment placed on buoys and the like.

In the light of these needs, the Science Committee of the North Atlantic Treaty Organization has awarded a \$21,600 research grant to John W. Tanney, a National Research Council of Canada research staff member pioneering in the new technology of fluidics.

The grant will allow Mr. Tanney, of the Low Speed Aerodynamics Section of the NRC's National Aeronautical Establishment, to more rapidly develop his recently-patented fluid velocity and fluid density sensors for use in oceanography.

Oceanography is considered to be the most important field of science in the NATO Science Committee's program of support to non-military subjects of special interest to NATO countries. A subcommittee on oceanography has, since 1960, supervised more than 25 projects involving upwards of \$1,200,000 in grants. Most emphasis has been given to measurement of the flow of waters through selected straits and the effects of these flows on climate. Other projects have included development of automatic recording buoys, investigations of wave recording and of storm surges, and studies of the ocean floor.

Mr. Tanney's instruments evolved from research into fluidics, the technology in which sensing, control, information processing and actuator functions are performed solely through utilizing fluid dynamic phenomena.

Fluidics was born a decade ago when United States researchers made

the first pertinent application involving the "Coanda" effect. This is the tendency of a submerged jet of fluid to be diverted towards an adjacent wall where it remains attached. This first practical application — a fluid amplifier — was the forerunner of a series of developments which indicated that flowing gases or liquids or fluidic circuits or devices could be made to perform many tasks where there is an advantage in having no moving parts.

Using a flow visualization water tunnel that permits him to study and record the complex flow patterns through use of transparent dyes, ultraviolet lighting and special camera techniques, Mr. Tanney has been studying the use of a simple turbulent jet as a sensitive measuring device.

His fluid velocity (or transverse jet) sensor utilizes a free jet, directly deflected by the measured flow. A fluid jet is directed from a nozzle towards two impact (total pressure) tubes connected to a differential pressure gauge or manometer. The measured flow displaces the jet, producing a pressure difference between the impact tubes.

Entrainment by the jet of a cross-flow causes a deflection proportional to the cross flow, and characteristics of the total head profile are used to measure jet deflection. The undeflected jet profile imposes equal pressure loading on each of the tubes. The deflected total head, with different pressures on the two tubes, produces a differential output pressure dependent on jet deflection. The output pressure is linearly proportional to cross flow within wide operating ranges.

In air the measurement of velocities below one foot per second is generally limited by frictional stalling of mechanical (cup and windmill) anemometers. Hot wire devices and laser Doppler effects are effective at much lower speeds but are either delicate or expensive and generally restricted to the laboratory. Pitot-static tubes are considered the standard instrument in all measurement of air or water velocity. They depend on associated pressure measuring equipment and, while air velocities as low as five feet per second can be measured in the laboratory, practical industrial lower limits exceed 20 feet per second. There is very little output at low velocities

(Continued)

Détection de courants marins par la déviation de jets

L'importance accordée aujourd'hui en océanographie aux phénomènes d'interaction air-mer amène les océanographes à suivre de près les perfectionnements apportés aux instruments de haute précision destinés à mesurer la vitesse de l'air et de l'eau.

Pour étudier la dérive des eaux polluées et les petits courants océaniques, ils ont aussi besoin d'instruments très robustes pouvant être immergés pendant de longues périodes dans des mers si agitées qu'actuellement la perte annuelle en équipements, évaluée par certains océanographes, est d'environ 50%.

Conscient de ces besoins, le Comité des sciences de l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord a accordé une subvention de \$21 600 à John W. Tanney, ingénieur de recherche au Conseil national de recherches du Canada et pionnier en "fluidique", cette nouvelle branche de la technologie.

La subvention permettra à M. Tanney, de la Section de l'aérodynamique des basses vitesses, de l'Établissement aéronautique national, d'accélérer le développement de ses capteurs de pression dynamique (mesure de la vitesse et de la masse spécifique des fluides), récemment brevetés, pour les appliquer à l'océanographie.

De tous les programmes d'aide scientifique non-militaire du Comité des sciences de l'OTAN et présentant un intérêt tout particulier pour les pays membres, celui de l'océanographie est considéré comme le plus important. Depuis 1960, un sous-comité de ce comité a administré plus de 25 programmes de subventions s'élevant en tout à plus de 1 200 000 dollars.

On s'est particulièrement attaché à mesurer les courants dans des détroits choisis et les effets climatiques de ces courants. D'autres programmes ont porté notamment sur la mise au point de bouées munies d'enregistreurs automatiques, et sur l'étude des fonds marins, de l'agitation et de l'effet des tempêtes.

Les instruments mis au point par M. Tanney sont l'aboutissement des recherches en "fluidique", domaine de la technologie où l'on applique les propriétés de la dynamique des fluides pour capter, contrôler et traiter les données chiffrées recueillies et aussi

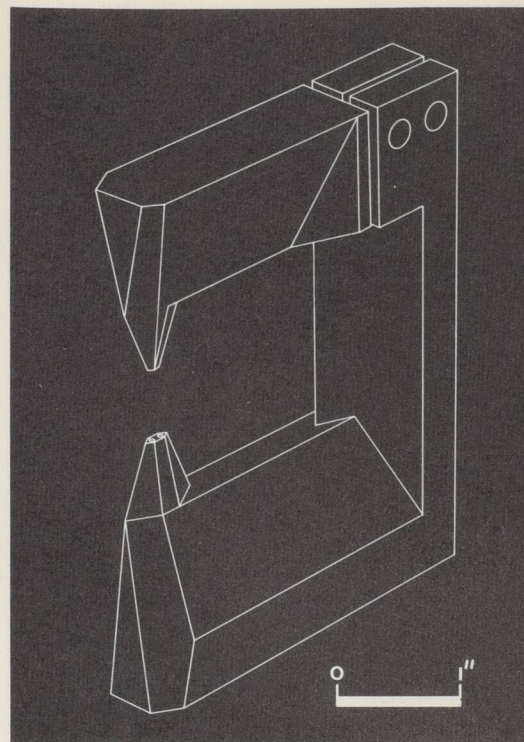
pour actionner des organes de commande.

La "fluidique" est née il y a dix ans lorsque des ingénieurs américains ont eu l'idée d'appliquer l'effet "Coanda" selon lequel un jet fluide émis le long d'une paroi a tendance à y coller. Une première application a donné un amplificateur fluide qui a été suivi d'une série de perfectionnements ayant montré que des écoulements liquides ou gazeux peuvent remplir certaines fonctions là où il y a avantage à ne pas avoir de pièces mobiles.

Monsieur Tanney a étudié le jet turbulent comme moyen de mesure précise des vitesses dans les écoulements; il s'est servi d'un tunnel hydrodynamique à visualisations par émissions de fluides colorés, ou sous lumière ultraviolette, et de techniques photographiques spéciales.

Son anémomètre consiste en un tube se terminant par une tuyère débouchant perpendiculairement au courant, dont on veut mesurer la vitesse et en face de laquelle se trouvent deux tubes de prise de pression totale de part et d'autre du jet de sorte que l'un de ces tubes est plus influencé que l'autre par le jet si ce dernier est défléchi. La différence entre les pressions indiquées par les deux tubes donne, après étalonnage, la vitesse du courant qui varie linéairement avec la déflexion pour une grande gamme des vitesses.

Dans l'air, la mesure de vitesses de moins de un pied par seconde est ordinairement rendue difficile car la force d'un courant d'air si lent n'est pas suffisante pour vaincre les frottements à l'intérieur des anémomètres mécaniques du type à coupelles et moulinet. L'utilisation de dispositifs à fils chauds et de l'effet Doppler mesuré au laser sont des moyens efficaces pour mesurer des vitesses encore beaucoup plus faibles mais ils s'avèrent délicats et onéreux et ne sont généralement employés qu'en laboratoire. Le tube Pitot est considéré comme étant l'instrument standard pour mesurer la vitesse de l'air et de l'eau. Il est toutefois tributaire d'un appareillage de mesure de pressions et, tandis qu'il permet de mesurer les vitesses inférieures à cinq pieds par seconde en laboratoire, les plus petites vitesses mesurables ailleurs atteignent quand même 20 pieds par seconde.

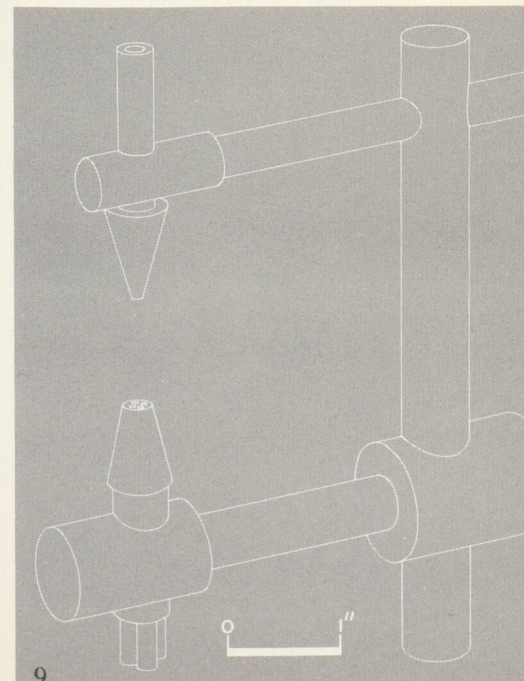


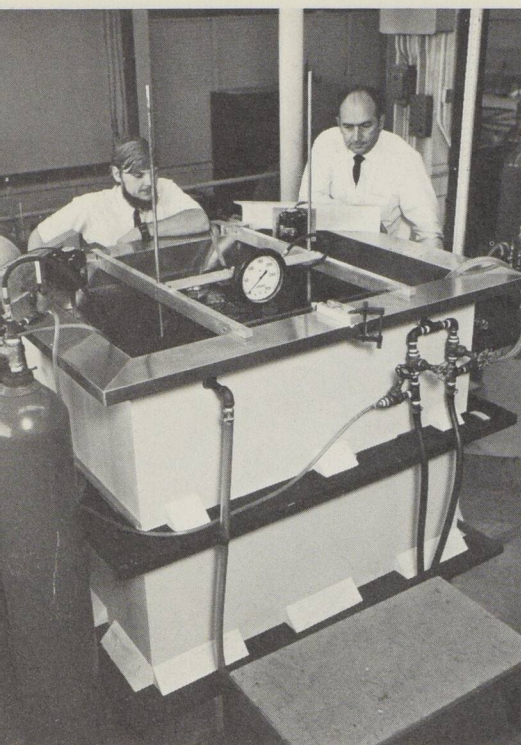
Capteur de vitesse pour mesures à grandes distances.

Rugged extended range fluidic sensor.

Capteur expérimental bi-dimensionnel.

Experimental two-axis fluidic velocity sensor.



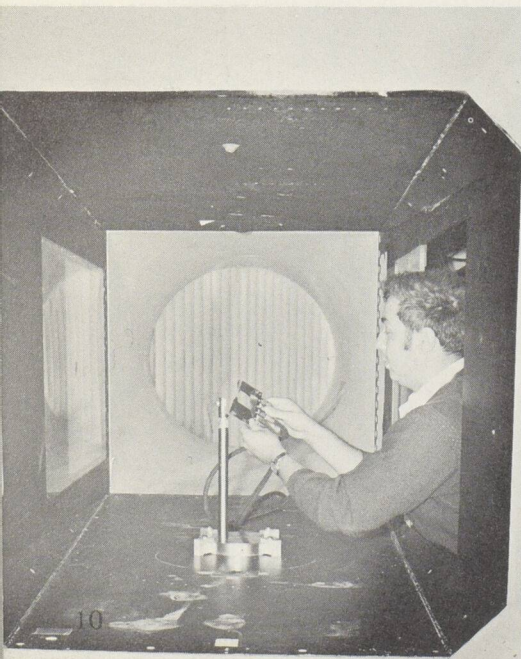


Ian Matheson, left, and John Tanney conduct experiments with fluidic densitometer in a test tank. This research uses about 800 pounds of fine salt per day to simulate sea water.

Ian Matheson, à gauche, et John Tanney étudient leur détecteur des variations de masse spécifique dans un bassin où l'eau de mer est simulée grâce à 800 livres de sel par jour.

Bob Ireland sets up an experimental fluidic velocity sensor in the three-by-three foot wind tunnel as part of a study to determine the effect of gases other than air on the performance of the instrument.

Bob Ireland installe un capteur de vitesse dans la soufflerie de 3 x 3 pieds; il s'agit de déterminer l'influence de la nature du gaz sur le capteur.



turbulent jet

because with these instruments the output is proportional to the square of the velocity. The output of the fluidic sensor is, however, amplified and directly proportional to the velocity so its output at low velocities can be quite high.

The original NRC fluid velocity sensor was licenced for commercial production to Champlain Power Products of Rexdale, Ont. It could measure velocities from zero to 10 feet per second in air and zero to one foot per second in water. A more rugged version was developed by NRC with a range of up to 50 feet per second in air and five feet per second in water.

According to R. H. Hogue, Vice-President of Champlain Power Products, prospects of sales for the new version appear very good in the following areas: air speed indicators for helicopters and vertical takeoff and landing (VTOL) aircraft; velocity measurements in refinery flare gas lines; ship velocities and ocean currents; air and gas flow alarm monitoring. A version of the rugged instrument has been designed to act as a null or zero flow sensor which can detect the direction of the flow as well as its magnitude.

Mr. Tanney has developed a two-axis version of this instrument that employs one nozzle and four receiver tubes in a square array. This one measures the velocity components between diagonally opposite receivers. With an indicated usefulness of up to 50 feet per second in air, the original use is expected to be as a VTOL aircraft speed indicator.

His co-flow sensor uses a jet with a flow in the same direction as the current to be measured, and a single receiver or total head tube located downstream. It has been operated successfully in air at 100 feet per second and it is expected this can be extended to 500 feet per second in air. The use of four additional receivers in the same configuration as the two-axis instrument will allow measurements in two axis at right angles to the jet giving a three axis instrument. Mr. Tanney feels the co-flow sensor has definite advantages over the standard measuring instruments — whenever there is a requirement for reasonably high velocities and where there is

some indication of the principal flow direction.

A related instrument with potential as an oceanography sensor is the fluidic densitometer. It is identical to the co-flow sensor except that the distance between the input and the output tubes is about halved. In this case the output receiver is too close to the jet tube for it to be sensitive to velocity of the surroundings, but far enough that some mixing has taken place and the pressure at the jet centre is sensitive to local density. It has been tested using gases such as helium, argon, carbon monoxide, and freon among others.

Research into the use of the densitometer with liquids is expected to be carried out under the NATO grant. Oceanographers have expressed interest in an instrument that would be useful in measuring water density and establishing density profiles. Mr. Tanney feels one can be developed that would be capable of being towed from a moving vessel, although difficulties are expected because he will be looking for sensitivities in the order of one part in 100,000.

He expects part of his work under the NATO grant will be done in co-operation with the Von Karman Institute in Brussels and the NATO research centre in La Spezia, Italy.

"The main benefit will come through making direct contact with the oceanographers and in proving out applications with them," Mr. Tanney says. "We have some major problems to overcome together. One that comes to mind is that we haven't yet found a suitable pump to supply water for the jets. And, on the lighter side, since the turbulent jet does produce noise, we don't know but that its noise will prove to be a siren song, attracting fish."

S/D

jets déviés...

Par contre, aux basses vitesses, cet anémomètre du CNRC permet des mesures plus précises que les autres instruments.

Sa licence de fabrication a été accordée à la compagnie Champlain Power Products, de Rexdale dans l'Ontario. Cet appareil peut mesurer des vitesses de 0 à 10 pieds par seconde dans l'air et de 0 à 1 pied par seconde dans l'eau. Le Conseil national de recherches a aussi mis au point un instrument moins complexe pouvant mesurer des vitesses atteignant 50 pieds par seconde dans l'air et 5 pieds par seconde dans l'eau.

Selon R. H. Hogue, vice-président de la Champlain Power Products, les perspectives de vente du nouvel instrument s'annoncent excellentes: comme badins pour les hélicoptères et les appareils à décollage vertical (ADAV), pour la mesure des vitesses des écoulements dans les conduites de gaz, pour celle de la vitesse des bateaux et des courants océaniques et comme élément des systèmes d'alarme sur des conduites d'air et de gaz. Un exemplaire de cette version a été conçu pour détecter les eaux mortes et donner les vitesses et les débits massiques des faibles écoulements.

Monsieur Tanney a également mis au point une version bidimensionnelle de cet instrument comportant une tuyère en face de quatre tubes disposés en carré. Il sert à mesurer la vitesse d'un écoulement dans le plan contenant les quatre tubes de prise de pression. Il sera probablement employé pour explorer les écoulements autour des avions ADAV et ADAC car les valeurs qu'il donne sont sûres jusqu'à des vitesses locales de 50 pieds par seconde.

Si le jet de cet anémomètre est orienté dans le sens de l'écoulement, on peut n'utiliser qu'un seul tube de pression totale en aval du jet. Le fonctionnement a été bon jusqu'à 100 pieds par seconde et l'on espère atteindre 500 pieds. L'utilisation de quatre tubes permettra de déterminer les composantes des vitesses dans le plan perpendiculaire à l'écoulement général. Monsieur Tanney pense que son anémomètre sera plus efficace que les instruments de mesure habituellement employés dans les cas de vitesses relativement élevées et où l'on dispose de quelques indications sur la direction du courant principal.

Le capteur de masse spécifique, est un instrument du même type qui s'avèrera certainement très précieux en océanographie. Il est identique à l'anémomètre si ce n'est que la distance entre les prises de pression et la tuyère du jet est réduite d'environ la moitié. Les prises de pression sont trop proches de la tuyère pour qu'il y ait déviation du jet et, de ce fait, pour qu'on puisse mesurer les vitesses du courant; on mesure donc les variations de pression dynamique à vitesse de jet constante, c'est-à-dire les variations de la masse spécifique appelée aussi "densité". On l'a vérifié avec des gaz tels que l'hélium, l'argon, l'oxyde de carbone et le fréon, notamment.

La subvention accordée par l'OTAN permettra de poursuivre les recherches sur l'utilisation du capteur de masse pour les liquides. Les océanographes aimeraient disposer d'un instrument permettant de déterminer la densité de l'eau et de dresser des profils de densité. Monsieur Tanney croit qu'il sera possible de mettre au point un capteur de masse pouvant être remorqué par un navire bien qu'il faille s'attendre à certaines difficultés en raison de la précision recherchée de 1/100 000.

Il compte qu'une partie de ses travaux subventionnés par l'OTAN seront exécutés par l'Institut Von Karman de Bruxelles et le Centre de recherche de l'OTAN, à La Spezia, en Italie, travaillant en collaboration.

"On tirera le plus grand profit d'une collaboration directe avec les océanographes. Cette collaboration permettra une recherche commune sur les applications possibles de l'invention et de résoudre certains problèmes importants, dont celui de trouver une pompe correspondant aux besoins d'alimentation en eau des tuyères. Un aspect peut-être inattendu risque de se trouver dans le fait que la turbulence du jet donne un bruit qui, s'il peut avoir le charme du chant d'une sirène, attirera peut-être les poissons . . ."

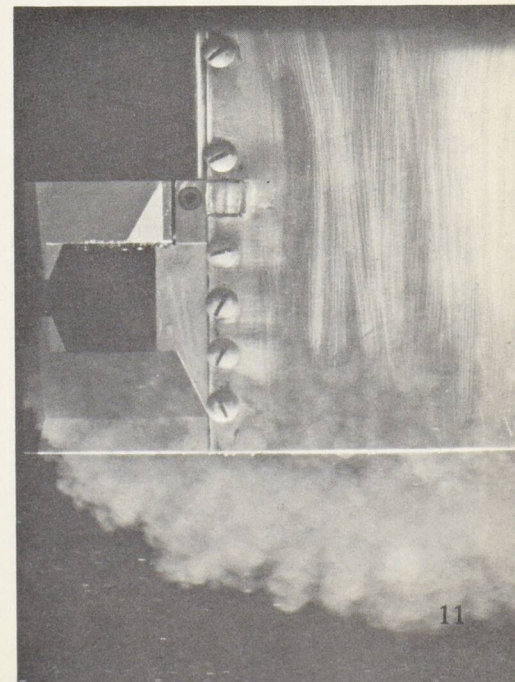


Bart Robinson lit les pressions données par un capteur expérimental devant servir en mécanique des fluides.

Manometer readings produced by an experimental fluidic sensor are taken by Bart Robinson. The work is part of a continuing research program on the fluidic measurement of fluid properties.

Visualisation par fluorescence au tunnel hydrodynamique de 10 x 13 pouces (0,25 x 0,33 m.) du jet d'une sonde et de la turbulence qu'il produit en aval.

Fluorescent dyes produce a turbulent stream in the NRC's 10-inch by 13-inch water tunnel during a flow visualization study of a commercial velocity sensor.



Chameleon in a cosmic masquerade

VRO 42.22.01, what are you?

Many of the hundred thousand million galaxies in the observable universe and other objects in deep space emit radio signals powerful enough to be detected on earth. Some have been identified and all those with strong signals have been unmasked as quasars, radio galaxies, Seyfert galaxies or N-galaxies.

All, that is, with one possible exception.

It goes by the code name VRO 42.22.01, alias BL Lacertae, the optical object with which it has been associated from telescope photographs. Investigations at the National Research Council of Canada on this maverick radio source have caught the eye of optical and radio astronomers in several countries. Among the facts already known by NRC scientists about this object is that its radiation, both optical and radio, varies extremely rapidly. Its optical radiation is strongly polarized; it is one of the few sources suspected of showing circular polarization — in short it is unlike anything that optical and radio astronomers have yet encountered.

The scientists involved in this research are Dr. J. M. MacLeod, Dr. B. H. Andrew and W. J. Medd of the Astrophysics Branch of NRC's Radio and Electrical Engineering Division, and Dr. J. L. Locke, Chief of the Branch. The experimental facilities for data-gathering are housed at NRC's Algonquin Radio Observatory in Algonquin Park, Ontario.

Dr. MacLeod was the first to discover radio signals from VRO 42.22.01 during research at the Vermillion Radio Observatory (the VRO), University of Illinois in 1965. ("42.22.01" is a catalogue number which indicates this source's position in the sky).

Radio signals from outer space emanate from free electrons as they whip by denuded protons or as they careen through the magnetic fields of the universe. They were discovered only 38 years ago. Like light rays, radio waves penetrate the earth's atmosphere with ease and provide a second "window" into the universe. Signals are received by ultra-sensitive radio sets called radio telescopes where astronomers "look" at the cosmic sources by means of recorded charts and graphs.

NRC's "ear" for these radio signals is a 46-meter radio telescope located in Algonquin Provincial Park, 150 miles northwest of Ottawa. The 900 ton radio-telescope, a huge fully-steerable saucer 15,000 square feet in area, is capable of picking up faint radio emissions from stars, galaxies, quasars and other objects thousands of millions of light years from earth.

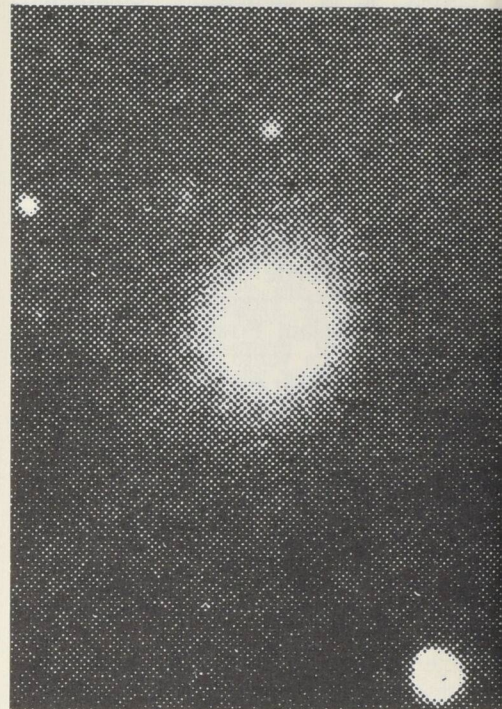
In initial studies on VRO 42.22.01 at NRC, Dr. MacLeod attempted to find answers to three basic questions: How intensely does it emit radio signals at various frequencies in the radio spectrum? Are its signals polarized, preferring one plane of vibration like polarized light? With what object can it be identified?

Dr. MacLeod found that the radio spectrum showed two high-intensity humps, somewhat unusual for radio sources but indicating from past experience that the source might be a variable. The existence of anomalously strong signals at short wavelengths reinforced this possibility. The polarization studies also produced unexpected results: stronger polarization was noted at 4.5 centimeters than at 2.8 centimeters, turning the usual relationship of polarization and wavelength topsy-turvy. This again indicated the possibility of variable behavior.

With what optical object could VRO 42.22.01 be identified? Previous observations had enabled Dr. MacLeod and Dr. Andrew to associate the source with a bright optical object. Playing a hunch, Dr. John Schmitt of the University of Toronto looked up VRO's co-ordinates in a catalogue of optically variable stars, published in 1929, and succeeded in matching the radio source with the star BL Lacertae. This was particularly unexpected. Since optically variable stars are not known as radio emitters the identification of BL Lacertae as a star was thrown in doubt.

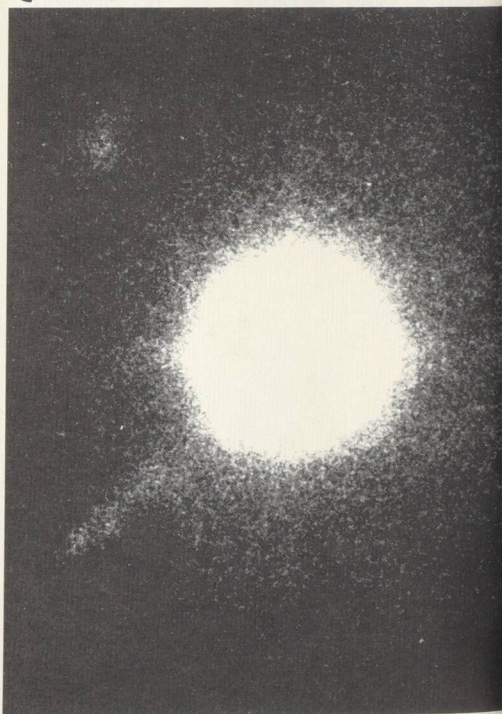
Monthly measurements of the intensity of the radio emission gave erratic values. The observations were checked and re-checked in an effort to find some order in the data, but to no avail. They could be explained only if it were assumed that the emission varied extremely rapidly.

(Continued)



N-galaxy?
Galaxie-N?

Quasar?
Quasar?



Caméléon d'une mascarade cosmique, VRO 42.22.01, qui êtes-vous?



**Galaxie Seyfert?
Seyfert galaxy?**

**Radio-galaxie?
Radio galaxy?**



Bon nombre de galaxies parmi les centaines de millions qui se trouvent dans l'Univers et bien d'autres objets situés à de lointaines distances émettent des signaux radio captables sur notre planète. On est même parvenu à identifier quelques centaines de sources extragalactiques. Toutes celles dont les signaux sont puissants sont connues sous le nom de radio-galaxies, galaxies Seyfert, galaxies-N ou bien objets quasi-stellaires (quasars).

Tous . . . à l'exception possible de VRO 42.22.01. Cette radiosource, connue également sous le nom de BL Lacertae, objet optique auquel on l'associe, est actuellement à l'étude au Conseil national de recherches du Canada. Là, on a déjà constaté que pour les émissions tant radio qu'optiques VRO est la source cosmique la plus variable qui soit. On a également découvert que la lumière émise est polarisée et on croit en outre qu'elle est polarisée circulairement, ce qui est extrêmement rare. Bref, parmi les radiosources et les sources lumineuses déjà rencontrées dans l'espace, VRO est unique.

Le Dr J. M. MacLeod, le Dr B. H. Andrew et W. J. Medd de la Section de radio-astronomie, Division de génie électrique du Conseil, étudient cet objet mystérieux. La réception des signaux et le recueil des données s'effectuent à l'Observatoire du Conseil situé au Parc Algonquin, en Ontario.

C'est le Dr MacLeod qui a pour la première fois capté les signaux radio provenant de VRO 42.22.01. C'était en 1965 lors de recherches à l'Observatoire Vermillion (VRO) de l'Université d'Illinois. (Le numéro de code, 42.22.01, sert à situer la radiosource dans l'espace).

D'où viennent les émissions radio cosmiques? Elle viennent d'électrons libres qui passent à des vitesses vertigineuses à côté de protons isolés dans l'espace ou bien qui s'élancent au sein des champs magnétiques immenses qu'abritent les ciels (processus de radiation synchrotron). La découverte d'ondes hertziennes provenant du cosmos ne date que de 38 ans. C'est la deuxième "fenêtre" donnant sur l'Univers, les ondes lumineuses étant la première. Les émissions sont captées par des radio-télescopes c'est-à-dire par des postes ultrasensibles où les astronomes "observent" les radio-

sources par le truchement des graphiques enregistrés automatiquement.

La grande "oreille" du Conseil à l'écoute de ces radiosources, est le radio-télescope situé au Parc Algonquin à 150 miles au nord-ouest d'Ottawa. Doué d'un miroir parabolique braquable ayant 46 mètres (150 pieds) de diamètre et d'une superficie globale qui dépasse 15,000 pieds carrés, ce radio-télescope de 900 tonnes peut capter de faibles émissions en provenance des étoiles, des galaxies, des quasars et d'autres radiosources éloignées de milliards d'années-lumière de notre planète.

Lors des études initiales sur VRO 42.22.01 le Dr MacLeod s'est posé trois questions sur la nature de la radiosource: Quelle est l'intensité de l'émission aux diverses fréquences du spectre? Les signaux, sont-ils polarisés, c'est-à-dire préfèrent-ils la vibration dans un plan donné à l'instar de la lumière polarisée? Et enfin, à quel objet optique peut-on associer VRO?

Le Dr MacLeod a découvert deux maximums d'intensité figurant au spectre radio de VRO 42.22.01 et a remarqué par ailleurs que les signaux les plus intenses avaient les longueurs d'ondes les plus courtes; ces deux observations laissent présumer que la radiosource est variable. L'examen de la polarisation a également donné des résultats inattendus. Celle-ci est plus forte à 4,5 centimètres qu'à 2,8 centimètres, ce qui semble confirmer l'hypothèse d'une source variable.

A quel objet optique VRO 42.22.01 peut-il être identifié? Les docteurs MacLeod et Andrew ont associé cette radiosource à un objet lumineux dans l'espace et le Dr John Schmitt, de l'Université de Toronto, a trouvé dans un répertoire d'étoiles variables un astre ayant les mêmes coordonnées spatiales que VRO 42.22.01. C'est l'étoile variable BL Lacertae. Toutefois les étoiles optiques variables ne sont pas connues jusqu'à présent comme radiosources et la nature de BL Lacertae est de nouveau remise en question.

D'autres observations de VRO effectuées une fois par mois ont donné des résultats aléatoires. On a vérifié plusieurs fois les expériences dans le but de clarifier ces données, mais sans résultat. Les signaux radio, a-t-on conclu, variaient trop rapidement pour les observer à raison d'une fois par

It was at this point that VRO was put on a special program of twice weekly observations at two different wavelengths. More frequent observations confirmed that the object was indeed an extremely rapid variable source. It was a celestial non-conformist, but what is it?

Does it belong to our galaxy? Dr. Andrew says that although the radio source is located only 10 degrees from the galactic plane, (looking along the disc of the Milky Way) it is unlikely to be situated within our galaxy. The intensity of the emissions, their variability and the radio spectrum all point to its being an extra-galactic source.

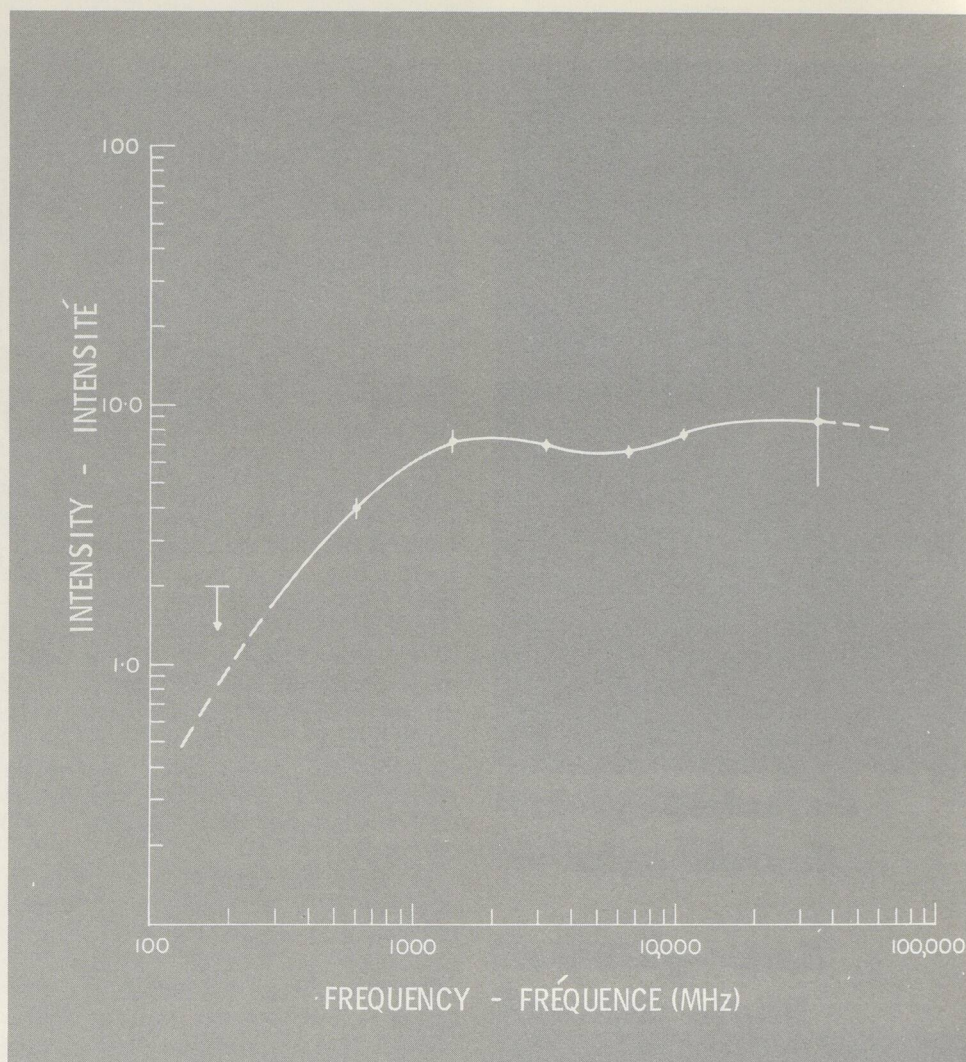
"The object is seen to 'twinkle' optically with a short fluctuation time and this implies that it is of small size, smaller than a galaxy," Dr. MacLeod says. "But in contrast, the object does have a measurable optical diameter which turns out to be too large for an optical star. In addition, its radio emission is much too strong to be produced by a star. Finally, its optical spectrum (the distribution of radiation with wavelength which depends on chemical composition and physical conditions) contains no spectral lines and the emission is 10 per cent polarized — very unusual for a star.

"The color of the object is about right for an N-galaxy, or a Seyfert galaxy," Dr. MacLeod says. "However, the fact that the optical spectrum contains no spectral lines seemingly rules out these two possibilities, for N-galaxies have characteristic spectral lines and Seyfert galaxies have broad emission lines.

"With quasars, the pros and cons are even more complex. Like many quasars, the radio emission of VRO 42.22.01 is variable; it is polarized and the polarization varies quite rapidly. From long base-line interferometry we know that the angular diameter of the radio source is small, of the same order as a quasar. Yet the optical spectrum of the source is not typical of a quasar. No spectral lines appear, yet this source is bright and bright quasars have spectral lines.

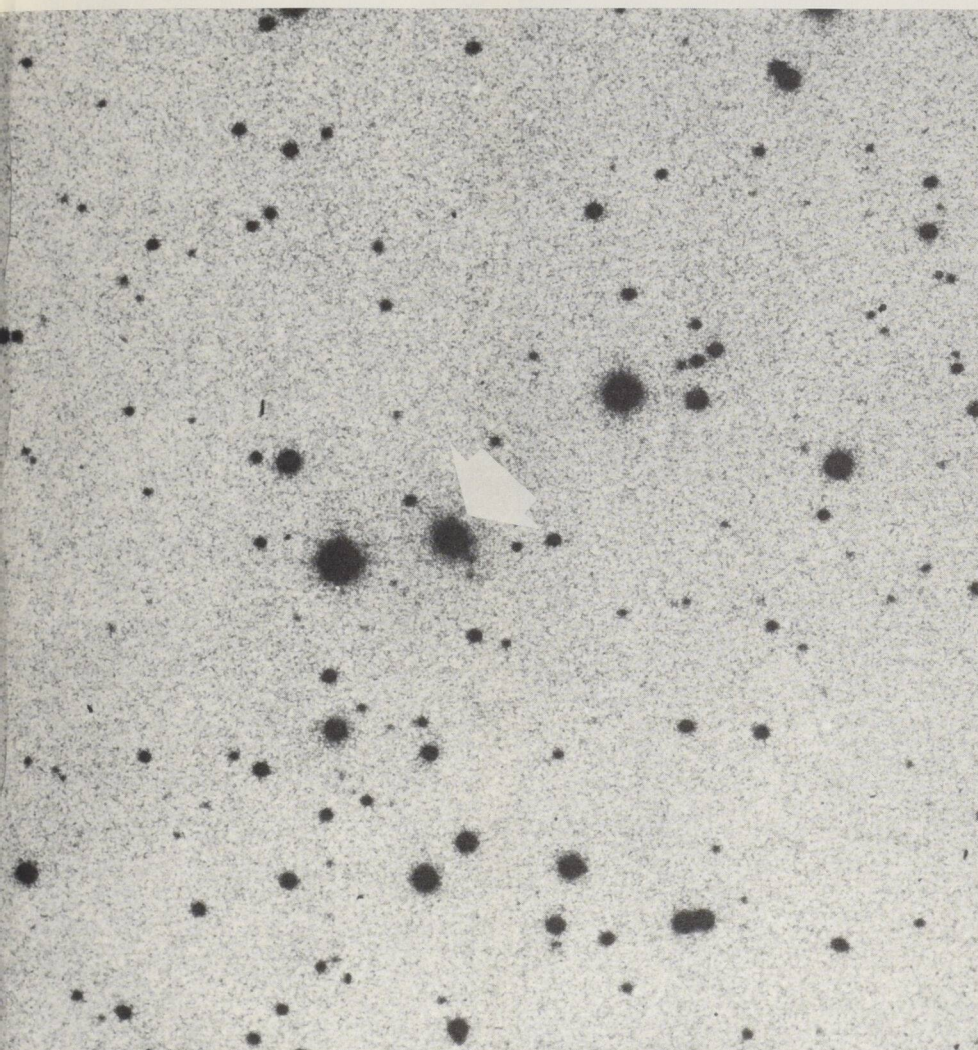
"Radio galaxies are unlikely as a possibility because the radio spectrum of the source is completely uncharacteristic of these galaxies. To add to the general confusion, the optical color of VRO 42.22.01 seems to oscillate between that typical of quasars and N-galaxies."

(Continued)



Radio spectrum of mysterious VRO 42.22.01. The two peaks and particularly the significant rise in intensity from 4.5 centimeters (6666 MHz) to 2.8 centimeters (10710 MHz) are indicative of the radio source's variable behavior.

Spectre radio du mystérieux VRO 42.22.01. Les deux sommets et surtout la forte intensité à des fréquences de 6666 MHz (longueur d'onde: 4.5 cm) et de 10710 MHz (2.8 cm) laissent présumer que la radio-source est variable.



Photographie, prise au moyen d'un télescope, de BL Lacertae, objet associé à VRO 42.22.01. Recouvert d'une enveloppe gazeuse en forme d'ellipse, cet objet ressemble à une étoile de magnitude 14.

Telescope photo of optical object BL Lacertae associated with VRO 42.22.01. The object has a star-like image and is slightly elliptical with a faint hazy envelope. It is of the 14th magnitude in brightness.

mois. En effet, ils varient plus rapidement que ceux de toute autre radio-source.

C'est donc là que le CNRC a lancé un programme d'observation de VRO à raison de deux par semaine et cela pour deux longueurs d'ondes différentes. Ainsi on a pu confirmer que VRO variait de façon extrêmement rapide. C'est un cas vraiment unique, mais qu'est-ce que VRO?

VRO, fait-il partie de notre Galaxie? Le Dr Andrew répond que VRO se trouve à dix degrés seulement du plan galactique c'est-à-dire du plan contenant la Voie Lactée, mais on ignore toujours sa distance de la Terre. En outre, le spectre radio de VRO de même que l'intensité et les variations de ses émissions laissent supposer qu'il s'agit plutôt d'une radiosource extragalactique.

"L'objet optique scintille rapidement ce qui laisse présumer qu'il n'a pas la grandeur d'une galaxie", ajoute le Dr MacLeod. Mais en revanche le diamètre "optique" de l'objet est appréciable et dépasse celui d'une étoile. Par ailleurs, ses émissions sont beaucoup trop fortes pour provenir d'une étoile. Enfin, ce qui est tout aussi exceptionnel chez les étoiles, le spectre optique de VRO, c'est-à-dire les longueurs d'onde lumineuses émises par les éléments constitutifs, est non seulement sans raies spectrales, sans discontinuité, mais encore polarisé à raison de 10% de l'intensité moyenne.

"La couleur de l'objet est à peu près la bonne pour une galaxie-N ou une galaxie Seyfert" nous a dit le Dr MacLeod. "Néanmoins le spectre optique n'ayant pas de lignes, ces deux possibilités doivent être écartées car les galaxies-N ont des raies spectrales caractéristiques et les galaxies Seyfert accusent de larges bandes d'émission".

"Lorsqu'il s'agit de quasars le bilan des pour et des contre devient encore plus complexe. A l'instar de bien des quasars, la radiosource est variable et l'émission radio est polarisée et cette polarisation varie très rapidement. Enfin, le diamètre de la radiosource tel que déterminé par interférométrie n'est guère plus grand que celui du quasar. Et pourtant d'après son spectre optique, la source n'est pas typique d'un quasar. Le spectre n'a aucune raie spectrale, cependant la source est bien lumineuse mais les quasars lumineux, eux, ont tous des raies spectrales."



Dr. J. M. MacLeod (right) and Dr. B. H. Andrew examine data in an attempt to determine VRO's true identity.

Le Dr J. M. MacLeod (à droite) et le Dr B. H. Andrew examinent des données sur VRO afin de déterminer la nature de cette radiosource mystérieuse.

VRO 42.22.01,

Recent work on VRO 42.22.01 has taken an exciting turn with the discovery that, although the radio signals are variable, the variability seems to a certain extent to be regular. This has never before been observed for an extra-galactic object.

The regular nature of the bursts suggests that the object is rotating in space. The fact that the character of the bursts seem to alternate might mean that the object is contracting and expanding and that the rotation is alternately accelerating and slowing down with regularity.

On the basis of the rhythm already established, the two scientists have predicted the time when the radio signals will next reach a significant peak in intensity.

"Should this peak occur with the amplitude ratio and at the time we predict, then a significant step will have been taken toward understanding the nature of this mysterious object," Dr. Andrew says. "We might be confronted with a compact mass of ionized matter which is contracting under its own gravitational attraction until some critical point is reached. It would then blow out and the whole process would be repeated.

"The radio waves emitted throughout this process would show features of the type we have observed. Moreover, if we speculate that the radiation is beamed in preferred directions only, perhaps involving a maser mechanism, we could account for the enormous quantities of energy being generated."

"Nature appears to have presented us with an object in a very active phase of its evolution," Dr. MacLeod says. "Most radio sources found in the major source surveys of the sky tend to be well behaved at both radio and optical wave-lengths, that is, they sit quietly radiating at constant power for time scales of many years. A few sources are less well-behaved. Their radio and optical emission is not constant, but varies on a time scale of months or years.

"However, for VRO 42.22.01 the time scale of radio events is measured in days or weeks. In fact, VRO is the most rapidly varying extra-galactic radio source known."

S/D

VRO 42.22.01,

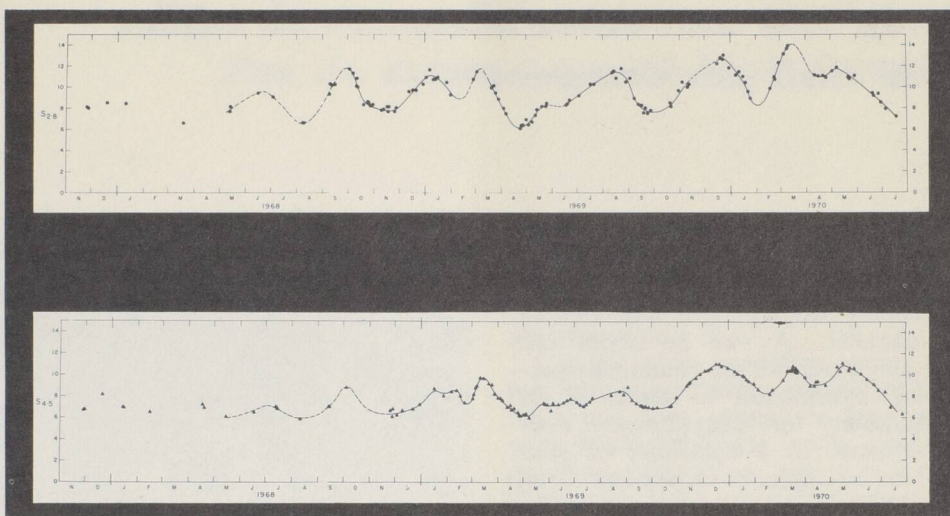
Que ce soit une radio-galaxie est peu probable car le spectre radio de la source n'est point caractéristique de ces galaxies. Pour comble de malheur, la couleur de VRO, paraît-il, oscille entre celle des quasars et celle des galaxies-N.

Mais ce n'est pas là toute l'histoire. Les chercheurs du CNRC viennent de découvrir qu'à la différence de tout autre objet extragalactique, la variabilité de la radiosource VRO 42.22.01 semble être dans une certaine mesure régulière. En particulier, selon des études effectuées au cours des trois dernières années l'intensité du signal radio de VRO semble accuser tour à tour des hauts et des bas. Ces variations suggèrent que VRO est en rotation dans l'espace. En outre, les pulsations de forte intensité nous parviennent à une cadence fixe, d'où il se peut que VRO 42.22.01 se contracte puis se dilate continuellement, sa rotation s'étant accélérée et décélérée suivant un rythme déterminé. A la lumière de cette hypothèse les chercheurs ont prévu le moment où la prochaine pulsation doit avoir lieu.

"Si cette augmentation d'intensité se produit avec l'intensité et à la date prévues nous comprendrons beaucoup mieux la nature de cet objet" dit le Dr Andrew. "Il peut s'agir d'une masse très dense d'ions qui se contracte à cause des forces de gravité jusqu'à une compacité donnée et qui alors explose pour tout recommencer. Les ondes radio ainsi émises montreraient les mêmes caractéristiques que nous avons déjà observées. D'ailleurs, si nous supposons que le rayonnement n'est pas omnidirectionnel, nous pourrions expliquer les quantités énormes d'énergie qui, semble-t-il, proviennent de VRO 42.22.01".

"La nature nous aurait présenté un objet en évolution très active," continue le Dr MacLeod. La plupart des radiosources bien connues ont tendance à émettre des signaux tant radio qu'optiques de façon presque invariable, pendant bien des années. Plusieurs sources, il est vrai, sont moins régulières. Loin d'être constante l'intensité de leurs ondes lumineuses et hertziennes varie sensiblement au cours de quelques mois ou de quelques années seulement.

"Mais VRO 42.22.01 se présente comme radiosource vraiment inhabituelle puisque ses cycles se mesurent en semaines seulement ou même en jours. Effectivement, de toutes les radiosources extragalactiques connues, VRO 42.22.01 est celle qui varie le plus rapidement."

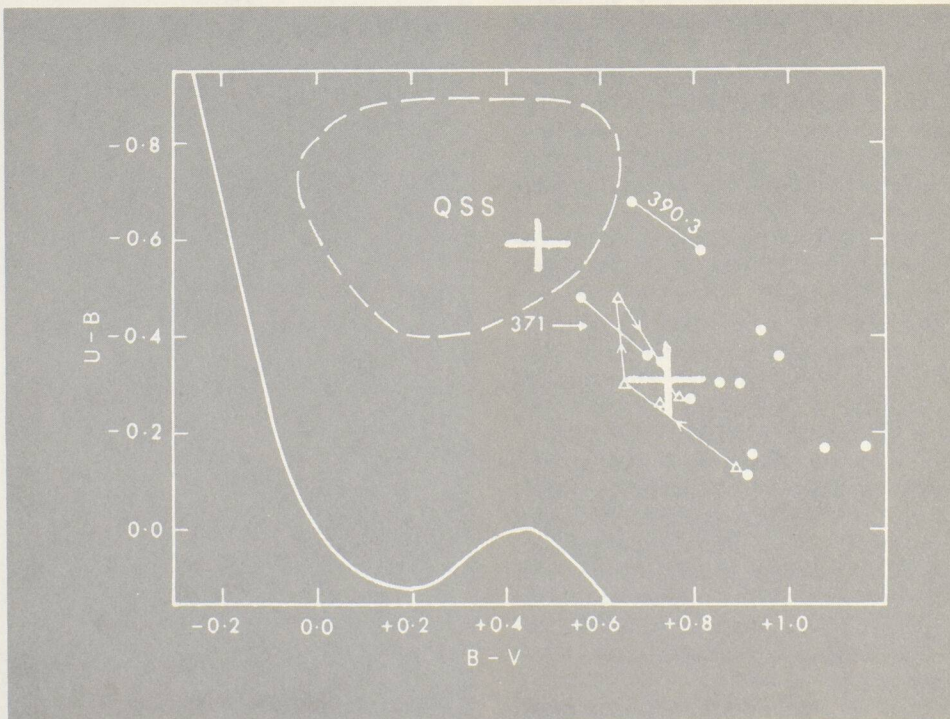


Le signal radio de VRO 42.22.01 varie plus rapidement que celui de n'importe quelle autre radiosource extra-galactique. A noter, la séquence des maximums et des minimums surtout apparente à une longueur d'onde de 2.8 centimètres (courbe du haut) mais également à 4.5 centimètres (en bas).

VRO 42.22.01's radio signal changes with time more rapidly than any other extragalactic radio source known. Note the sequence of highs (outbursts) and lows in signal strengths, particularly evident in upper chart (signal wavelength of 2.8 centimeters) and also noticeable in lower chart (4.5 centimeters).

On peut classer maints objets célestes d'après les différences d'intensité de leurs émissions dans l'ultraviolet (U), le bleu (B) et le rouge (V). La ligne courbe à gauche est la région des étoiles ordinaires, le cercle en tirets contient les quasars et les points noirs représentent les galaxies-N. Les deux croix sont aux extrémités des changements de couleur de VRO 42.22.01. En vrai caméléon, cette source semble osciller entre quasar et galaxie-N!

Many celestial objects can be categorized by the differences in intensity between their ultraviolet (U), blue (B) and red (V) radiations. Below, the solid line indicates the ordinary star region, the area enclosed by the dashes shows quasar colors and the dots denote the N-galaxy region. The two crosses are the extremes of the color change of VRO 42.22.01. Chameleon-like, it apparently oscillates between quasar and N-galaxy regions!



Sleep loss and other stresses can affect your skill performance

Had a sleepless night? How efficient and accurate were you at the controls of your car this morning?

Sleeping, like eating, is a basic need of mankind. As we go about our everyday work, we are continually processing information in terms of its predictability or uncertainty. Your performance as a controller of your car, for example, is dependent upon your ability to process the information you receive through your senses and to make the appropriate control actions. If you drive to work daily, you can predict the journey you will take to a fairly reasonable extent, the traffic you will encounter, the buildings you will pass and the streets you will travel. Generally, all these things are highly predictable and should you be suffering from lack of sleep, you probably will be able to cope with them.

But occasionally, an uncertain or improbable event occurs. Because it is improbable, it happens infrequently, and it is here that you may find yourself in trouble. If a motorist has been deprived of sleep — how will he react, and what length of time will it take for him to react? A motor car may not travel too far in a tenth of a second and a motorist may be able to take evasive action if he runs into difficulty. But what about the pilot of a jet aircraft travelling at supersonic speeds?

Since man's information processing capacity is affected by psychological stress induced by such circumstances as loss of sleep, interrupted sleep, alcohol ingestion, or fatigue, it is of critical importance to control systems designers to know the precise nature of this change.

What effect then, does sleep deprivation or any form of stress, have upon skill performance?

For the last four years, engineers and psychologists in the Control Systems Laboratory of the Division of Mechanical Engineering of the National Research Council of Canada, have been attempting to design instruments capable of determining how humans react when performing tasks under stress. This information will be used in the design of control systems which will permit the human operator to give his best possible performance in the control of the machine he operates.

(Continued)



Un des volontaires subit un essai en poursuivant le point lumineux du tensiomètre. Les ingénieurs et les psychologues enregistrent ses réactions.

Subject tracks moving light on the stress-analyzer as engineers and psychologists in the Control Systems Laboratory record his reaction and movement times.

Pour bien conduire et vous conduire, Pas de surmenage et bien dormir!

Comment vous comportez-vous au volant de votre voiture après une nuit blanche? Savez-vous que le manque de sommeil, comme le manque de nourriture, peut tuer?

Lorsque vous conduisez votre voiture vers votre travail, en suivant une route que vous connaissez bien et à votre heure habituelle, votre conduite est quasi-automatique car il y a peu d'imprévu. Le manque de sommeil se fait peu sentir car votre cerveau a fort peu à intervenir, votre conduite étant presque uniquement le résultat de réflexes, qui, on le sait, n'exigent pas un traitement de l'information par le cerveau. Si, par contre, un événement imprévu se produit, le réflexe ne suffit plus et les images fournies par vos yeux au cerveau, les sons associés à ces images et même vos sensations constituent une somme de renseignements que le cerveau doit corrélérer et analyser pour en déduire un ordre qu'il transmettra à l'organe ou au membre devant exécuter la manoeuvre salvatrice.

Mais que peut faire le cerveau s'il n'a pas "dormi", s'il est très fatigué, s'il est surpris dans un demi-sommeil? Son analyse sera certainement lente et peu sûre et ses "performances techniques" seront certainement très diminuées ce qui vous gênera beaucoup au volant mais qui risque de vous mener à la mort si vous êtes aux commandes d'une machine se déplaçant à très grande vitesse comme ce serait le cas si vous pilotiez un avion supersonique.

Puisque l'aptitude de l'homme à analyser l'information est affectée par la fatigue psychologique induite par des facteurs tels que l'insuffisance ou l'interruption du sommeil, l'absorption d'alcool, la fatigue en général, il est indispensable que les ingénieurs, mettant au point des systèmes de commandes, connaissent bien l'effet de ces facteurs sur les facultés d'analyse.

Dans quelle mesure donc l'adresse d'un individu peut-elle être affectée par la privation de sommeil ou par toute autre forme de fatigue?

Au cours des quatre dernières années, des ingénieurs et des psychologues du Laboratoire des systèmes de commande de la Division de génie mécanique, au Conseil national de recherches du Canada, se sont efforcés de mettre au point des instruments

skill performance

You may ask why psychologists are involved in this research. As well as being a controller, the human being is also a machine, and the psychologist must obtain some knowledge of how that machine works — how the human controls his own behavior — in order to assist the engineer.

In 1966, the late Dr. C. B. Gibbs joined NRC's Control Systems Laboratory to continue work he had first begun during the Second World War on the design of control systems. In order to study movement control — the relation between what you see happening with your eyes and what you feel is happening with your limbs, Dr. Gibbs invented an instrument known as the stressalyzer. It consists of a steering wheel which controls the movement of a pointer. Behind the pointer are five positions which can be lit up in turn. The subject's task is to align the pointer with the illuminated position, and to follow the light as it jumps between positions. One feature of the instrument is that the pointer moves the opposite way to the steering wheel. But its more critical feature lies in the fact that the possibility of predicting the next movement, changes from position to position.

"Suppose," says Dr. Leslie Buck, a graduate psychologist from London University, who joined the Control Systems Laboratory in 1967, "that the operator is aligning the pointer with the far left position. He knows that on the next movement the light will change and he will have to move to the right. Similarly, movement from the far right position is what is called unequivocally determined."

From the middle position, however, the operator may have to move to the left or the right, each possibility being equally probable — or equiprobable. From the intermediate position, again, left versus right movements are possible in the ratio 1:3.

"Thus," says Dr. Buck, "from these positions movements towards the centre of the display are more probable, and movements towards the extremity are improbable."

As the subject tracks the moving light, the probability of the movement he will have to make next varies continuously, and it may be unequivocally determined (that is, completely predictable), probable, equiprobable, or improbable.

"This feature of the stressalyzer is a very important one because we have

discovered that the effect stress has upon performance depends upon the probability of which way the light moves," Dr. Buck says.

What happens when a subject works under stress or adverse conditions? If a machine is made to work under adverse conditions to the point where it develops faults, one can infer from this how the machine works. Similarly for humans. If humans are subjected to stress so that they commit errors, then from the nature of the errors, one can infer what kind of a machine they are.

Using sleep deprivation as the stress, the Control Systems Laboratory tested a dozen paid volunteers, ranging in age from 15 to 18, who remained awake for 48 hours — from Friday morning until Sunday morning. They were tested on the stressalyzer to measure first their reaction time — the time taken to decide which way to move the wheel — and secondly, their movement time — the time actually taken in moving it.

Subjects got through the first day without difficulty, but as midnight Friday approached, their performance deteriorated. This bears out the circadian rhythm effect that performance fluctuates during a 24-hour period, with peak periods and low periods. Body temperature plays a part, reaching a peak in the afternoon and a low point about two in the morning.

During the night the youths kept each other awake with the help of their supervisors and were tested at four-hour intervals. The most difficult period came with sunrise — about five o'clock in the morning. By seven o'clock the group had to fight to remain awake, so they walked around,

washed, talked, etc. They recovered about nine o'clock on Saturday morning, and spent the remainder of the day being tested, playing chess, eating, reading and watching television. They were able to remain awake during the second night, but again, the most difficult period was at sunrise. By this time they were completely exhausted and, says Dr. Buck, "some of them later told me they went home and slept the clock around."

A second weekend of testing produced virtually the same results. On both weekends, it took the subjects longer to respond to an improbable situation than a probable one, but the effect of sleep deprivation, which was to slow down their responses was most obvious with respect to improbable events.

The performance of many extremely complicated systems — automobiles, aircraft, cranes, bulldozers, complicated industrial machinery, etc. — is a function of the characteristics of the human operator combined with those of the mechanical system. Hence, the practical aim of this research, is the improvement in man-machine control systems. In addition to trying to assist management in industrial plants which employ shift workers who may be subjected to increased sleep loss, the Laboratory is also attempting to obtain standards, as there are standards for materials, physical standards, structural standards, etc.

"Whether we study stress from the practical or theoretical point of view," says Dr. Buck, "we have to have some kind of instrument to detect it. The stressalyzer may be this device, so this is another reason for the study — to test the stressalyzer itself." S/D



During sleep deprivation studies, subjects lived in for the entire 48-hour period and were given four meals between 9 a.m. and 12 midnight. A wide range of activities was planned to keep them awake during periods when they were not being tested — card playing, chess, watching television, reading, etc.

Pendant ces 48 heures sans sommeil, les cobayes ont bénéficié de quatre repas entre 9 heures du matin et minuit. Pour se maintenir éveillés pendant deux jours et deux nuits, les volontaires ont joué aux cartes et aux échecs; ils ont aussi lu et regardé la télévision.

...bien dormir!

capables de déterminer la réaction des êtres humains exécutant certaines tâches sous l'influence d'un "stress", c'est-à-dire d'une surcharge ou d'une tension plus ou moins permanente ou répétée. Les données que ces instruments permettront de recueillir serviront à mettre au point des systèmes de commande permettant à l'utilisateur humain de donner son maximum une fois aux commandes.

Peut-être vous demandez-vous quel peut être le rôle de psychologues dans cette recherche? L'homme étant à la fois le maître de la machine tout en étant quelque peu lui-même une machine largement inconnue, le psychologue doit collaborer avec l'ingénieur si l'on veut que l'ingénieur réussisse et que le psychologue comprenne mieux le détail des processus physiques ou chimiques qui, dans le tréfonds de l'âme, décident grandement du comportement de l'homme.

Le regretté Dr C. B. Gibbs est entré au Laboratoire de systèmes de commande du CNRC en 1966 pour continuer les travaux qu'il avait commencés au cours de la seconde Guerre mondiale sur la mise au point de systèmes de commande. Afin d'éclaircir l'origine du mouvement, relation dans certains cas entre ce que l'on observe visuellement et ce que l'on ressent physiquement, le Dr Gibbs a inventé un instrument connu sous le nom de "stressalyzer" que l'on pourrait traduire par tensiomètre. Cet appareil est constitué d'un volant agissant sur une aiguille qui se déplace sur un cadran comportant un point lumineux

pouvant sauter d'une position à une autre parmi cinq positions fixes. Le sujet doit, à l'aide du volant dont la rotation est inverse par rapport au déplacement de l'aiguille, faire en sorte que l'aiguille suive bien le point lumineux dans ses déplacements. Il est à remarquer que la probabilité du sens du déplacement est nulle dans les positions extrêmes c'est-à-dire que le sujet est sûr du sens du déplacement tandis que son incertitude est maximum dans la position centrale comme l'a fait remarquer le Dr Leslie Buck, psychologue diplômé de l'Université de Londres, entré au Laboratoire des systèmes de commande en 1967.

"Cette caractéristique du tensiomètre est très importante car nous avons découvert que l'effet que le stress aura sur l'exécution de la manoeuvre dépendra de la probabilité de la direction dans laquelle le point lumineux se déplacera," conclut le Dr Buck.

Que se passe-t-il lorsque le sujet travaille sous l'influence de la fatigue ou dans de mauvaises conditions? Si l'on fait fonctionner une machine dans de mauvaises conditions au point que son fonctionnement s'en trouve affecté il est parfois possible d'en déduire quelques caractéristiques de son fonctionnement. C'est un peu la même chose pour l'homme qui, soumis à la fatigue, fait des erreurs d'où l'on peut déduire des conclusions sur ce qu'il est.

En se servant du manque de sommeil comme "stress", le Laboratoire des systèmes de commande a étudié le comportement d'une douzaine de volontaires, de 15 à 18 ans, maintenus éveillés du vendredi matin au dimanche soir. On les a d'abord soumis au tensiomètre pour mesurer deux temps de réponse, celui de leur système nerveux

et celui du tensiomètre.

Le premier jour les sujets n'ont eu aucune difficulté, mais vers minuit le vendredi, leurs facultés ont baissé. Ce fait est en accord avec le rythme circadien selon lequel la qualité du travail varie au cours d'une journée entière et présente des maximums et des minimums tout comme la température du corps qui joue un rôle et dont le maximum se situe dans l'après-midi et le minimum vers deux heures du matin.

Au cours de la nuit, les jeunes maintenus éveillés ont été examinés toutes les quatre heures. Le moment le plus difficile s'est situé à l'aurore vers cinq heures du matin. A sept heures, il a fallu causer, marcher, etc., pour rester éveillé. Vers neuf heures le rythme normal s'est rétabli et le reste de la journée s'est passé à subir des examens, à jouer aux échecs, à manger, à lire et à regarder la télévision. Ils sont parvenus à se maintenir éveillés au cours de la seconde nuit, mais là encore, la période la plus difficile s'est manifestée au lever du soleil. Ils étaient alors complètement épuisés et, remarque le Dr Buck, "certains d'entre eux m'ont dit qu'ils étaient rentrés à la maison et qu'ils avaient dormi pendant 24 heures."

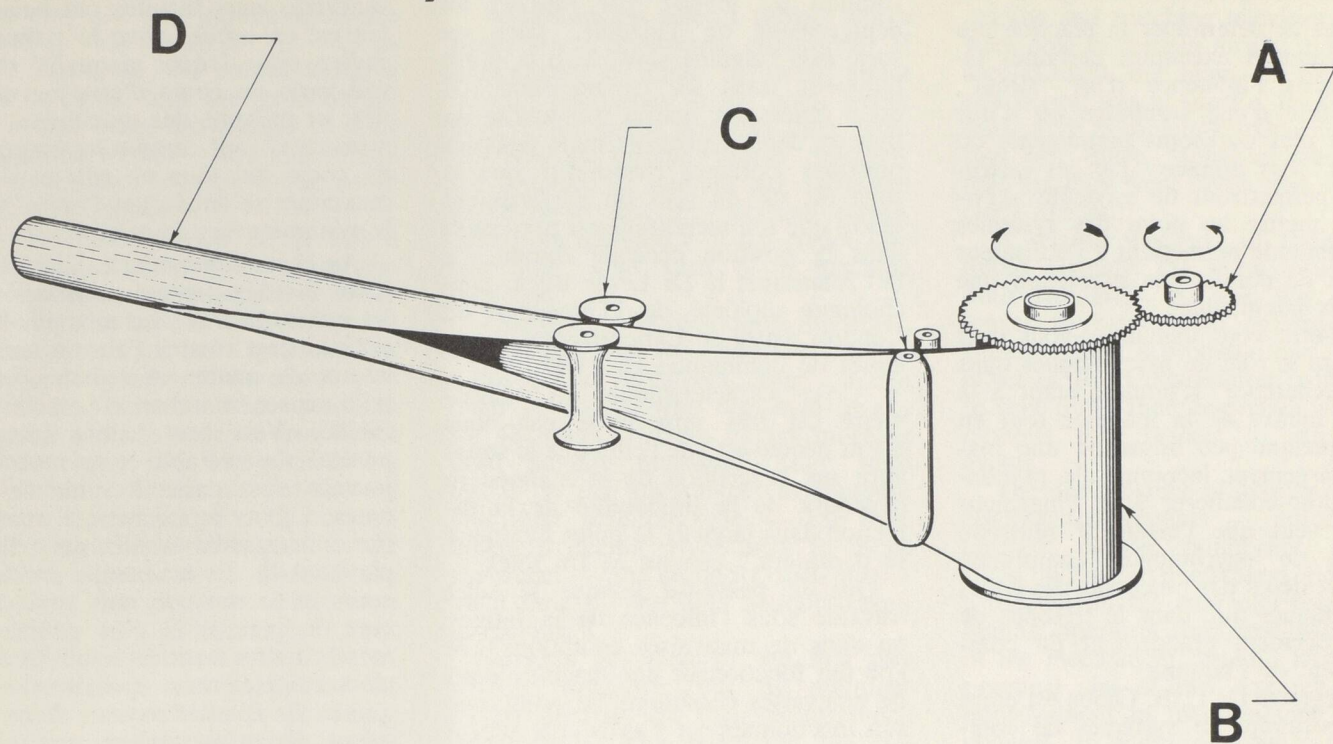
Une deuxième fin de semaine consacrée aux essais a donné virtuellement les mêmes résultats c'est-à-dire que le temps de réponse des sujets a été plus long dans les cas d'incertitude que dans les cas de certitude surtout après un manque prolongé de sommeil.

Les performances de nombreux systèmes extrêmement complexes tels que les automobiles, les aéronefs, les grues, les bulldozers, certaines machines utilisées par l'industrie, etc., sont intimement liées aux caractéristiques techniques de la machine et aux temps de réponse des hommes qui les commandent. Il est donc intéressant d'étudier l'intégration homme-machine de manière à trouver le trait d'union optimum entre l'homme et la machine c'est-à-dire la commande optimum. Le Laboratoire essaye non seulement d'aider les industriels dont le personnel travaillant par roulement peut manquer de plus en plus de sommeil, mais aussi d'établir des normes comme il en existe dans d'autres domaines tels que ceux des matériaux, des poids et mesures, des charpentes, etc.

Le Dr Buck nous a dit: "Pour étudier la fatigue et le surmenage sur les plans théorique et pratique, nous devons disposer d'un instrument de mesure et notre "tensiomètre" est cet instrument qui, bien sûr, doit être essayé et ces essais justifient en partie l'étude en cours."



NRC's STEM antenna -- Industrial success story



It has been 18 years since George Klein, then a research engineer with the National Research Council of Canada, coiled a strip of spring steel inside a tube, heated both to just below the tempering temperature of the steel and produced the first STEM (Storable Tubular Extendible Member) element.

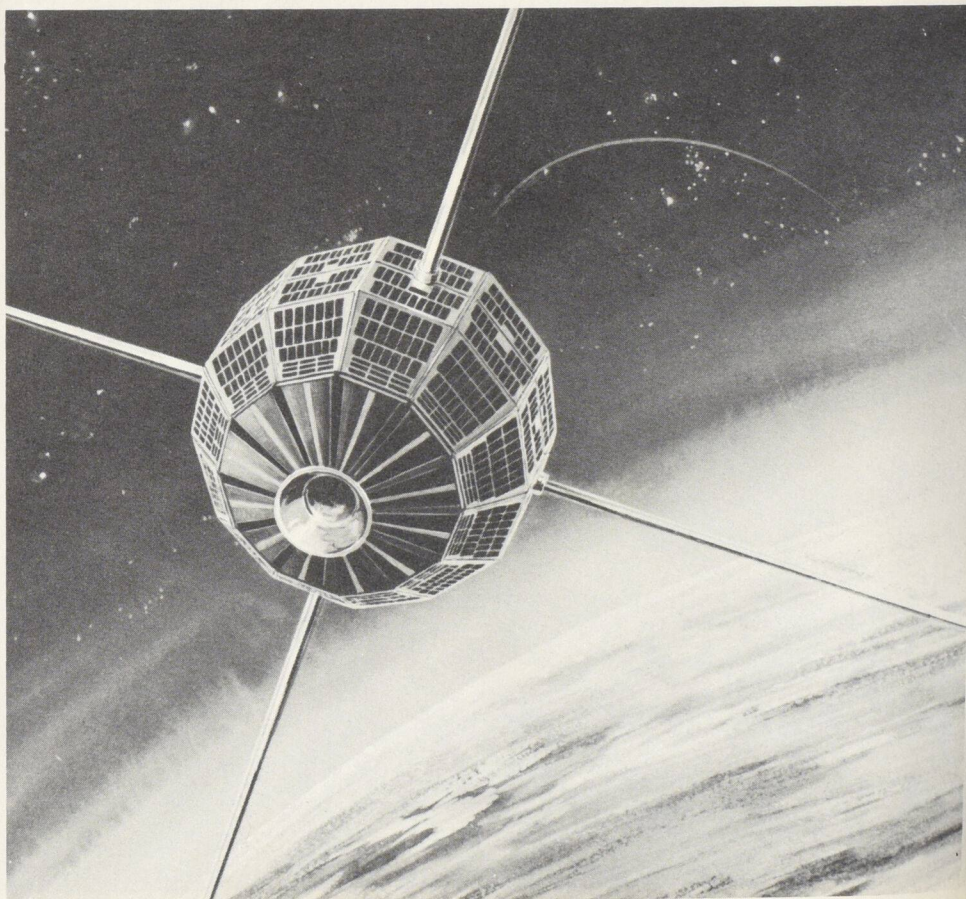
The discovery led to what has been described as a new form of linear motion. The STEM, essentially, is a tape of thin material which is heat-treated to assume a tubular shape of high strength when extended and can be stored in a minimum of space when coiled in a drum. Its first use was as a device for extending antennae on Canada's Alouette I satellite. For Alouette I, four STEM devices were used as crossed dipoles. Two STEMs extended 75 feet and two 37.5 feet. The STEM elements were 0.75 inch in diameter and were stored in a mechanism only 24 inches long, seven inches wide and seven inches deep. The two 75-foot antennae on Alouette I weighed only 16 pounds.

Today, thanks to its initial involvement in the development of the Alouette satellite, SPAR Aerospace Products Limited of Toronto is the world's foremost designer and manufacturer of STEM devices. More than 400 have been successfully flown on various United States, Canadian and European space vehicles and one is scheduled to fly on a soon-to-be-

(Continued)

The STEM principle. A—drive pinion; B—storage drum; C—guide rollers; D—unfurling element. Below—artist's conception of the four STEM devices used as crossed dipoles on Alouette I.

Principe de fonctionnement des STEM. A—entraînement; B—tambour d'enroulement; C—rouleaux de guidage; D—poutre. Ci-dessous, croquis montrant comment les quatre poutres STEM servent d'antennes dipôles sur le satellite Alouette I.



Les antennes STEM du CNRC.

Une belle réussite industrielle.

George Klein tient le prototype de l'antenne STEM qu'il a mise au point en 1952.

George Klein with prototype of the STEM antenna he developed in 1952.



Il y a 18 ans, George Klein, alors ingénieur de recherches au Conseil national de recherches du Canada, enroulait une mince bande d'acier à l'intérieur d'un tube, chauffait la bande et le tube jusqu'à une température légèrement inférieure à celle du recuit et obtenait ainsi le premier élément "STEM" (Storable Tubular Extendible Member), c'est-à-dire une poutre tubulaire enroulable.

En fait tous les STEM consistent essentiellement en une mince bande de métal ayant subi un traitement thermique et pouvant soit être enroulée sur un tambour pour tenir le minimum de place, soit être déroulée pour donner une poutre très rigide pour son poids. Les STEM ont été utilisés pour la première fois à bord du satellite Alouette I comme dipôles croisés; deux STEM donnaient deux antennes de 75 pieds (22,5 m) pour un poids total de 16 livres (7,2 kg) et deux autres STEM des antennes de 37,5 pieds (11,25 m). Enroulées, ces poutres de 0.75 pouce de diamètre (19 mm) tenaient dans un espace de 24x7x7 pouces (61x17, 8x17, 8 cm.).

Aujourd'hui, grâce à ces travaux sur le satellite Alouette, la compagnie SPAR Aerospace Ltd., à Toronto, fait autorité en ce domaine et plus de 400 STEM ont été montés sur des véhicules spatiaux canadiens, américains et européens; bientôt un satellite japonais en sera équipé. A terre et en mer, 40 STEM ont été utilisés comme mâts et comme antennes et, aujourd'hui, c'est le système "SPAR-lite" qui est lancé sur le marché; il s'agit d'un STEM qui, en se déployant, fait monter une lumière de secours au-dessus de véhicules comme les voitures de la police. SPAR-lite se vend \$1 000 seulement. Ce système est susceptible de rendre des services s'il est appliqué à la peinture au pistolet, aux équipements de neutralisation de bombes, aux machines-outils, aux emballages, à l'éclairage dans les spectacles, à l'ouverture des portes de garage, etc.

La compagnie SPAR Aerospace emploie sur ses STEM 30 ingénieurs et techniciens mais elle utilise aussi les services de 30 autres; plus de 10% du personnel travaille sur les STEM. A ce jour on a vendu pour \$12 000 000 d'équipements STEM depuis la mise en service du premier sur Alouette I.

STEM antenna

launched Japanese satellite. In addition, more than 40 STEMs have seen service as ground and seaborne masts and antennae. A burgeoning consumer products market is also developing for the SPAR-lite — an electro-mechanical actuator for deploying an emergency light above police cruisers and other emergency vehicles. Selling at under \$1,000, this is the first successful low-cost version of the STEM principle and has potential in many other fields, such as in the spray painting, machine tool, and packaging industries and in such sensitive areas as bomb disposal equipment. SPAR is also working with manufacturers in the stage lighting and garage door industries on other uses for actuators.

The STEM Products Department of SPAR Aerospace, which employs 30 engineers, designers and technicians directly, and another 30 employees indirectly, accounts for over 10 per cent of SPAR Aerospace's staff. To date the department has accounted for over \$12,000,000 in gross sales of STEM actuators since Alouette I.

The Department of National Defence originally set up a special signals section devoted to adapting the STEM for use as a tank antenna. When plans for designing the Alouette were in the formative stage, a Defence Research Board scientist, who worked on this project, remembered the STEM and recommended it for use on the Alouette.

DeHavilland Aircraft of Canada was given the contract for building the Alouette I structure. DeHavilland's Special Products and Applied Research Division (soon to become an independent company) was given the responsibility for Alouette's STEM antenna. SPAR, the STEM and George Klein came together for the first time in 1961 when Mr. Klein arrived in Toronto to hand over details of his invention.

In the intervening years SPAR has made impressive strides over virgin territory. D. P. Robertson, SPAR executive Vice-President, says the problem has been and continues to be how to find markets for a new form of linear motion.

"Very little is known of this type of tubing and we don't have the text books to obtain design data beyond what we have developed ourselves," he says. "One of our approaches will be, in future, to try to penetrate the schools and universities and at least let it be known there are other forms of creating motion other than the piston

and cylinder, rack and pinion, the nut and screw . . ."

Right now SPAR is preparing to fill a \$140,000 Japanese order for 10 STEM antenna units. They are currently manufacturing a number of underwater units for use by U.S. astronauts practicing zero gravity simulations in a deep water tank for future Apollo space missions when actuators will transport items to and from the space capsule, freeing the astronauts from having to "walk, swim or fly" for them. On Apollo missions 16 and 17 the astronauts plan to have a SPAR-lite type actuator extend 30 feet to carry a gamma ray spectrometer for analysing certain aspects of the near lunar environment.

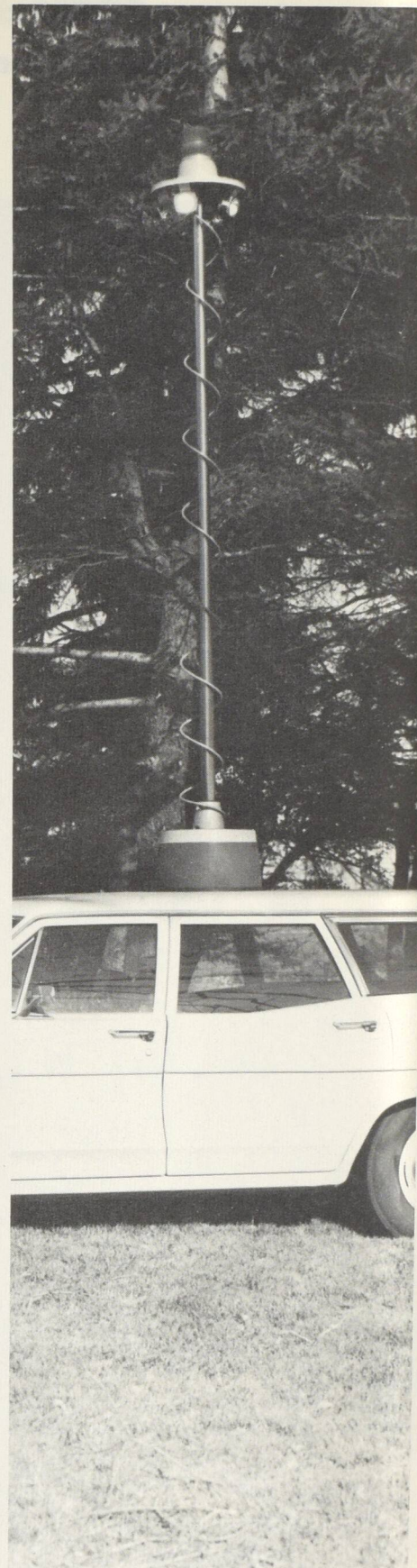
Closer to earth, a small STEM actuator in the half-inch range is selling well as a very high precision device for controlling the speed at which micro-circuit silicon wafers are withdrawn from an electric diffusion furnace during their manufacturing process.

Mr. Klein still serves as a consultant to SPAR although he retired from the Council in 1966 after 40 years with its Division of Mechanical Engineering. Highlights of a distinguished career include the development of the STEM; the co-invention of a surgical device for mechanically suturing severed arteries; responsibility for the mechanical design of ZEEP, the low energy atomic energy reactor at Chalk River (and the first reactor outside the U.S. to produce a self-sustained chain reaction in September, 1945); and a considerable share in the development and design of the weasel — a wartime developed American over-snow vehicle that has seen work in Arctic and Antarctic expeditions.

Today a hale, hearty 66 Mr. Klein lives quietly in Ottawa. His time is still at a premium. He serves as a part-time lecturer at Carleton University in Mechanical Engineering; sits as a member of the Ottawa Parking Authority and acts as a consultant to several industrial companies.

The STEM has been patented by Canadian Patents and Development Limited, a subsidiary of NRC with responsibility for patenting and licensing of government inventions, and Mr. Klein receives the occasional small royalty cheque for the standard share due an inventor working for the government. However, he doesn't find this particularly relevant.

"In retrospect I feel the fact that I made a contribution to the creation of an industry in Canada is the thing that matters," he says. S/D



Version of STEM antenna used for deploying emergency lights above police cruisers and other emergency vehicles.

Poutre STEM élevant des lampes ou des projecteurs au-dessus de véhicules de secours tels que ceux de la police.

les antennes STEM...

Le Ministère de la Défense nationale était intéressé à utiliser le STEM à bord des tanks comme antennes et à créer une section pour étudier cette application. Lorsque l'on étudiait le lancement du satellite Alouette, un ingénieur de recherche de la Défense s'est souvenu de l'existence du STEM et il l'a recommandé pour les Alouettes.

Le contrat de construction de Alouette I a été accordé à la compagnie DeHavilland Aircraft of Canada dont la Division des recherches appliquées et des produits spéciaux, division qui est devenue plus tard une compagnie indépendante, a eu la responsabilité d'employer les STEM. C'est en 1961 que, pour la première fois, M. Klein est allé à Toronto pour communiquer à SPAR certains détails sur son invention.

Avec le temps, SPAR a fait des progrès impressionnants mais son vice-président, M. D. P. Robertson, nous a dit que le problème demeure de trouver de nouveaux marchés pour cette "nouvelle forme de mouvement linéaire" et il a ajouté: "on connaît peu de choses sur ce type de tubes et nous n'avons pas d'étude théorique à ce sujet en dehors de ce que nous avons trouvé nous-mêmes... A l'avenir, nous essaierons de faire connaître ce système dans les écoles et les universités pour que l'on sache qu'il existe d'autres formes de mouvement en dehors du piston et du cylindre, du pignon et de la crémaillère, de l'écrou et de la vis...".

En ce moment SPAR se prépare à livrer 10 antennes STEM au Japon pour la somme de \$140 000. On fabrique également un certain nombre d'unités étudiées pour l'entraînement des astronautes américains en impesanteur sous l'eau et où les STEM permettront de déplacer des objets, ce qui n'obligera plus les astronautes "à marcher, à voler ou à nager" dans l'espace.

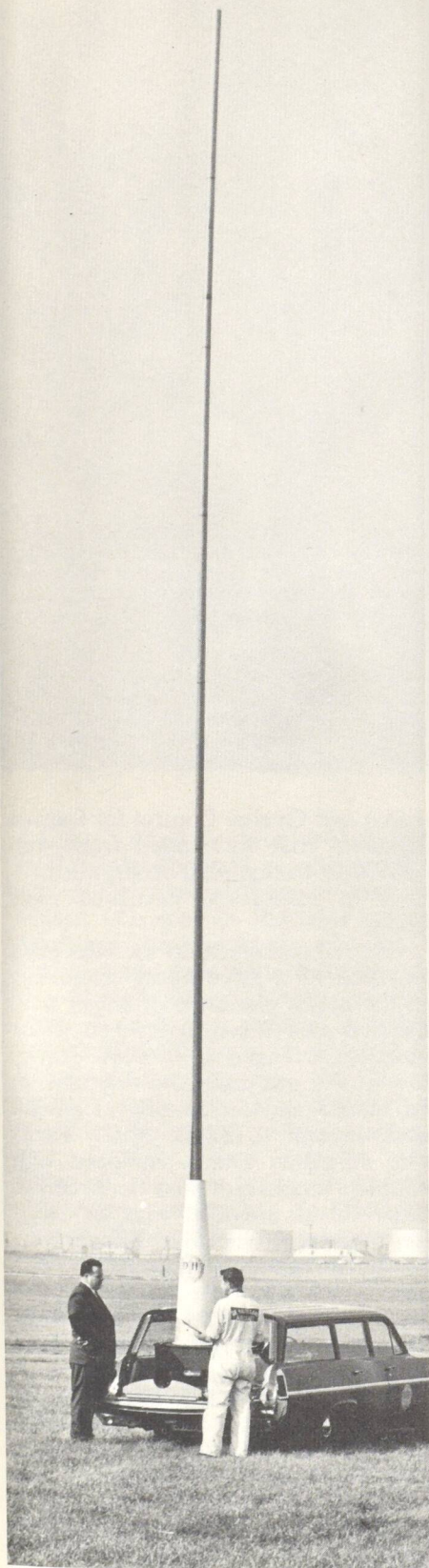
Au cours des missions Apollo 16 et 17, les astronautes disposeront de "SPAR-lite" de 30 pieds adaptés à l'ambiance proche de la Lune pour porter un spectromètre d'étude des rayons gamma.

Une autre application touche un petit STEM de l'ordre du demi-pouce, très précis, se vendant bien et grâce auquel on peut régler la vitesse à laquelle des éléments microminiaturisés au silicium sont retirés d'un four électrique à diffusion au cours de leur processus de fabrication.

Quoique M. Klein ait pris sa retraite en 1966 après 40 années à la Division de génie mécanique du CNRC, il continue de servir d'ingénieur-conseil à la compagnie SPAR. Ingénieur remarquable, M. Klein est connu pour son STEM, mais aussi pour avoir participé à l'invention d'un dispositif chirurgical qui permet la suture mécanique d'artères coupées, pour le rôle qu'il a joué dans la conception mécanique du réacteur atomique à faible énergie ZEEP, de Chalk River (le premier réacteur hors les États-Unis à donner en septembre 1945 une réaction en chaîne auto-entretenu), pour la part considérable qu'il a prise dans la conception et le développement du Weasel, le véhicule mis au point pendant la guerre par les Américains pour les déplacements sur la neige et qui a été utilisé lors d'expéditions dans l'Arctique et dans l'Antarctique.

Aujourd'hui, M. Klein a 66 ans et il vit dans le calme à Ottawa mais il est toujours en très bonne santé, aussi dynamique, aussi cordial et aussi occupé puisqu'il fait des cours en génie mécanique à l'Université Carleton, est membre de la Ottawa Parking Authority et reste ingénieur-conseil auprès de plusieurs compagnies.

Le STEM a fait l'objet d'un brevet pris par la Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée, filiale du CNRC, dont la responsabilité est de prendre des brevets et d'accorder des licences lorsqu'il s'agit d'inventions faites par des ingénieurs travaillant pour le gouvernement; de temps à autre, M. Klein reçoit une petite redevance mais ce chèque ne lui donne pas sa satisfaction principale car, nous a-t-il dit, "en me penchant sur le passé, je pense que le plus important est d'avoir contribué à la création d'une industrie au Canada."



L'utilisation des STEM se répand comme le montre ce mât mobile de 50 pieds de hauteur.

STEM antennae are being used for an increasing number of purposes such as this 50-foot portable mast.



IRAP grant assists project "backfill"

Canada Cement's Belleville Laboratory where research on stabilizing mine tailings with cement has been assisted by grants from NRC's Industrial Research Assistance Program over the last four years.

Vue des mélangeurs du Laboratoire de Canada Cement à Belleville. Ce laboratoire fait des recherches sur les stériles cimentés grâce à une subvention, au titre de PARI, du Conseil national de recherches du Canada.

The ages of man — Stone, Bronze, Iron — have long been associated with the extraction of metals and minerals from the mines of the world. The Romans mined extensively, spreading novel mining techniques throughout Europe, the British Isles and into Asia Minor. However, the fall of the Empire brought decreased interest in mining and no revival took place until about the 15th century. At that time, a demand for copper and silver spurred activity in some European countries but the importation of silver from the New World discouraged such operations.

Modern mining may be said to have originated with the introduction of coal as fuel. Today, mining falls into three categories: placer, open-pit and underground. In placer mining, metals such as tin, copper, silver and gold are recovered from surface sands and gravels. Open pit mining is used when large quantities of ore are close to the surface. However, when deposits are located too deep to be reached by open-pit methods, underground mining operations are required.

One method of underground mining is stoping. Ore is drilled and blasted into fragments that can be easily loaded and removed. As the ore is mined in successive layers, caverns are formed which are called stopes.

When stope chambers have been completely excavated, they are frequently filled with tailings. Tailings are the fine crushed particles of host rock remaining after extraction of the desired minerals.

Modern mining and mineral processing has given rise to very large quantities of these tailings. During the last 20 years an increasing number of mines have adopted the practice of backfilling with available tailings. This is achieved hydraulically with tailings in water suspension. However there is a problem inherent with hydraulic backfill. Except in the case of certain Pyrrhotite tailings which are self-consolidating, most backfill lacks cohesion and cannot maintain a vertical face without support.

During the period 1957-1961, Falconbridge Nickel Mines Limited developed techniques for pouring "mucking floors" (loading areas) with tailings mixed with cement. Independently, International Nickel Company Limited developed similar methods for stabilizing mass backfill.

In 1961, Canada Cement Company Limited established a specialized laboratory in Hull, Quebec, for the study of mucking floor mixes and cement tailings.

"It must be borne in mind", says Dr. W. S. Weaver, Manager of Re-

search and Quality Control for Canada Cement, "that we started fresh with very little background from which to draw in respect to cemented mine tailings."

Original equipment at the Hull plant consisted of a three-storey scaffolding on the upper platforms of which were installed two mixer-agitated batching tanks, so arranged as to allow gravity flow of the mix from the first tank to the second and discharging at ground level through a flexible hose. Tanks were 45-gallon drums, equipped with two-inch discharge lines and appropriate valves provided with air injection to prevent blockage. Mixers were driven by one-third horsepower variable speed motors, each actuating a single propeller shaft. A moist room for storage of test cylinders was fogged by water sprays and maintained at about 73° Fahrenheit and 100 per cent relative humidity. A special designed, spherically seated, head was made for the compression testing machine. Accuracy of the machine was well within one per cent of applied load.

In October, 1966, an entirely new, greatly improved, pilot plant and laboratory was constructed at Belleville, Ontario. Since then, research on stabilizing mine tailings with cement, has

(Continued)

Les subventions PARI dans l'opération "Remblais"



Grillages cylindriques prêts à être incorporés dans les échantillons d'essais de stériles cimentés.

Wire-mesh cylindrical test forms placed in a vertical box ready to be filled with about 1½ tons of tailings mixed with cement.

C'est à l'âge de bronze et à l'âge du fer que l'homme a commencé à extraire des minerais pour en tirer des métaux. Ce sont les Romains qui ont développé l'exploitation minière et l'ont répandu dans toute l'Europe, des Îles britanniques à l'Asie mineure. Mais, du fait des grandes invasions par les Barbares, on n'a retrouvé les techniques minières que vers le 15^e siècle. A cette époque, la demande en cuivre et en argent provoqua un regain d'activité, dans certains pays d'Europe, toutefois limité par l'apport en argent provenant du Nouveau Monde. Aujourd'hui, on peut dire que l'extraction minière moderne est née de l'utilisation du charbon comme combustible. Les métaux proviennent de trois sources: des alluvions d'où l'on tire l'étain, le cuivre, l'argent, etc., des exploitations à ciel ouvert si le minerai est en surface et des mines dans le cas contraire.

Une des méthodes employées dans les mines pour progresser consiste à utiliser la coupe en gradins. Le minerai est attaqué à la foreuse et fragmenté pour en faciliter le chargement et l'évacuation. L'extraction du minerai donne une excavation dont la voûte, où le sol, est en gradins selon que les mineurs abattent le minerai ou le tirent du sol. Après épuisement, les

excavations sont comblées à l'aide de résidus, appelés parfois stériles, additionnés d'eau pour renforcer les parois des galeries et limiter les risques d'affaissements. Toutefois, ces remblayages sont loin d'assurer une structure de soutien idéale et c'est ce qui a conduit à faire des recherches sur les moyens d'améliorer leur résistance.

Ces vingt dernières années on a employé de plus en plus le remblayage hydraulique mais on a remarqué qu'en dépit de son faible coût, ce type de remblai manque de cohésion et ne peut donner une paroi verticale sans soutènement.

De 1957 à 1961, la compagnie Falconbridge Nickel Mines Limited a mis au point une technique de coulage de résidus cimentés pour les aires de chargement. La compagnie International Nickel a, de son côté, mis au point des méthodes semblables.

En 1961, la compagnie Canada Cement Ltd. a créé un laboratoire spécial à Hull, au Québec, pour étudier le comportement des résidus cimentés.

M. W. S. Weaver, Directeur de la recherche et du contrôle de la qualité chez Canada Cement Ltd. nous a dit: "Nous n'avions aucune expérience en ce domaine."

Pour commencer on ne disposait guère pour les essais que d'un échaf-

audage à deux plates-formes sur chacune desquelles on avait installé un malaxeur. Le malaxeur supérieur donnait un mélange s'écoulant dans l'autre par gravité et, de là, le mélange était dirigé par une conduite souple vers les moules des éprouvettes au sol. Ces malaxeurs étaient constitués de barils de 45 gallons placés debout et ouverts à leur partie supérieure; une conduite de deux pouces de diamètre et une injection d'air comprimé permettaient l'écoulement et d'éviter les engorgements. Les rotors uniques des malaxeurs étaient mis en mouvement par des moteurs de 0,25 kw. On emmagasinait les éprouvettes dans une chambre équipée de dispositifs de pulvérisation d'eau et où l'on maintenait la température à 73 degrés F et l'humidité relative à 100%. Un banc d'essai en compression pouvait donner deux gammes de charges allant jusqu'à 90 000 livres; il était équipé d'une tête sphérique spéciale. La précision des résultats des essais a été d'au moins 1%.

En octobre 1966, on a construit une usine pilote et un nouveau laboratoire à Belleville, dans l'Ontario. Grâce à une subvention de \$72,200 du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du Conseil national de

project "backfill"

Larger tanks and more powerful mixers at the Belleville Laboratory permitted increased mixing capacity, two separate pours to be prepared simultaneously, and the storage of several hundred test cylinders.

Préparation des échantillons devant être essayés après un certain temps de stockage. Plusieurs centaines de ces échantillons en forme de cylindres peuvent être stockés avant les essais.



been assisted by three grants totalling \$72,200 from the National Research Council of Canada's Industrial Research Assistance Program. The purpose of the program is to stimulate and promote industrial research in Canadian manufacturing industries. The objectives are to provide careers for Canadian scientists, to increase Canadian productivity and employment, and to maintain Canada in a foremost position in the world's market.

At Canada Cement's Belleville Laboratory, two 60-gallon tanks with 1.5 horsepower mixers were installed. This provided increased mixing capacity and permitted two separate pours to be prepared simultaneously. A large moist room was built, allowing for storage of several hundred test cylinders. Temperature and humidity were maintained at the same levels as previously. An important addition to the new laboratory was a 20,000-pound capacity compression testing machine. This unit permitted test cylinders to be tested not only uniaxially (without confinement) but also triaxially (with applied restraint in two axial directions). The uniaxial test, yielding only one parameter, can lead to an oversimplification of the behavior of cement-stabilized mine tailings, whereas the

triaxial test provides supplementary, important information with regard to stress and strain, shear and cohesion. As in the original laboratory in Hull, the new Belleville laboratory was equipped for other determinations; fineness of cement and tailings, percolation rates, chemical analysis, specific gravity, mortar-cube strengths, etc.

"During this period," says Dr. W. S. Weaver, "we have been able to establish a comprehensive knowledge of this material in both plastic and hardened stages. It has been shown that addition of Portland cement to hydraulic backfill in rather small percentages stabilizes tailings, eliminating the need for timber retaining fences in cut-and-fill and square-set stopes. Increased recovery of pillars is possible. Larger additions of Portland cement permit the placing of strong mucking floors, reducing expenses and minimizing loss of ore.

"We have established a facility and have secured the know-how for continued work, whether it be along research lines or for technical service," states Dr. Weaver. "As a result of our work, which was conducted in close cooperation with major mining companies, we have seen a growth of

the cement market. This application of Portland cement is currently at a level in Canada of about 300,000 tons with excellent potential for further enlargement."

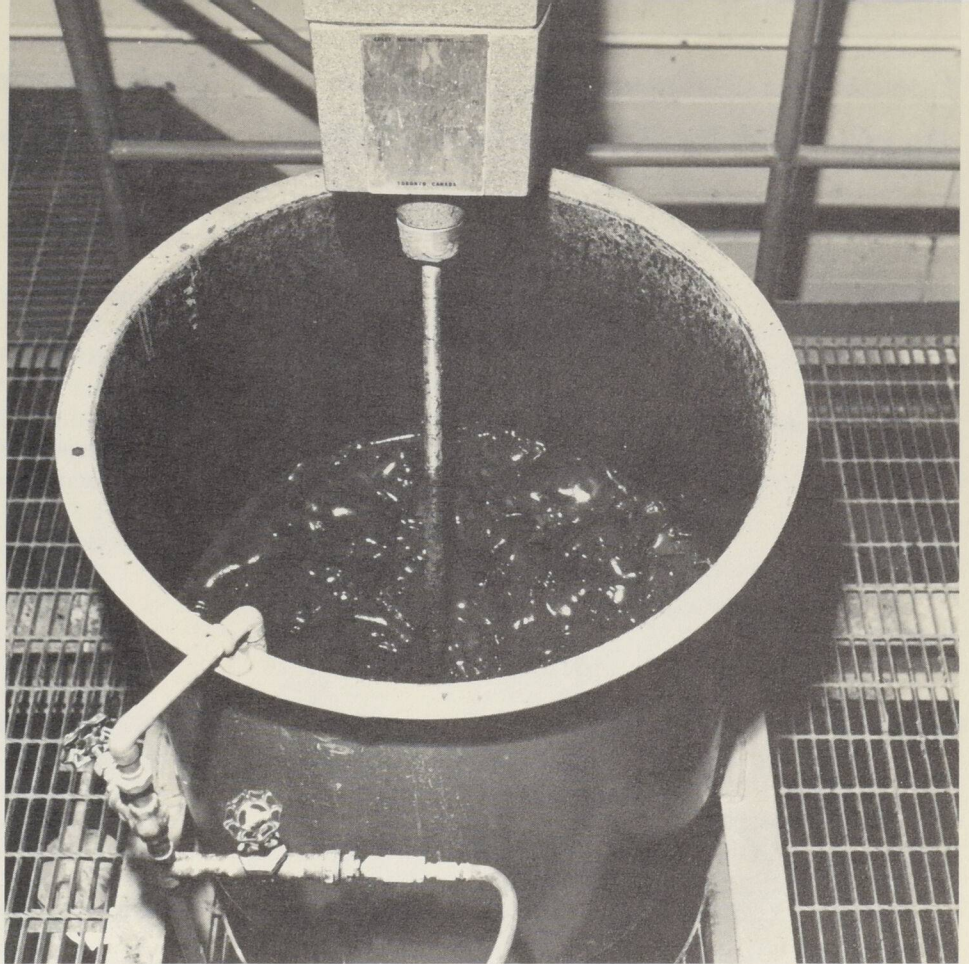
G. A. Luffman, Secretary of Canada Cement Company Limited (now Canada Cement Lafarge Limited) expressed deep appreciation of the assistance that has been provided by the National Research Council by means of the Industrial Research Assistance Program.

"In turn," he says, "I feel we have made a significant contribution to the mining industry. During the last ten years of our involvement in this activity, the technology of stabilizing mine tailings with cement has been introduced at many Canadian mines."

"A less tangible, but very important contribution," says Dr. Weaver, "was also made by the project's Liaison Officer appointed by NRC, Dr. D. F. Coates, Head, Mining Research Centre, Mines Branch, Department of Energy, Mines and Resources. His assistance in terms of helpful suggestions and discussions should be recorded, as well as the assistance from H. M. Woodrooffe, Chief, Mineral Processing Division, Mines Branch."

S/D

"Remblais" ...



Du ciment Portland ajouté aux stériles leur donne une meilleure résistance. Actuellement, on en utilise 300,000 tonnes au Canada et l'on envisage une plus grande consommation.

Addition of Portland cement to hydraulic backfill in small percentages stabilizes mine tailings. This application is currently at a level of about 300,000 tons in Canada with excellent potential for future enlargement.

recherches du Canada, les recherches ont pu être continuées. Ce programme avait été lancé en 1962, soit une année après le début de l'étude de la compagnie Canada Cement. Nous soulignons ici, que si le but immédiat de ce programme est d'encourager la recherche industrielle au Canada, son objectif final est à la fois d'utiliser les compétences des scientifiques canadiens pour le progrès et pour augmenter la production industrielle canadienne ce qui placera le Canada dans une position prépondérante sur les marchés mondiaux.

Deux malaxeurs d'une capacité de 60 gallons chacun et d'une puissance légèrement supérieure à un kilowatt ont été installés au Laboratoire de Belleville ce qui a permis de préparer deux coulées simultanées. Une plus grande chambre humide permettant le stockage de plusieurs centaines d'éprouvettes a été construite. La plus importante acquisition de ce nouveau laboratoire a été une machine d'essais en compression d'une puissance de 20,000 livres grâce à laquelle on a pu faire des essais tri-axiaux donnant des renseignements plus complets sur les contraintes en traction, en compression et en cisaillement, sur les déformations résultant de ces efforts et enfin

sur l'importance de la cohésion.

A l'instar du premier laboratoire de Hull, celui de Belleville a été prévu pour fournir d'autres paramètres concernant la granulométrie du ciment et des résidus, la porosité, le suintement, la composition chimique, la masse spécifique, la résistance des éprouvettes, etc.

"Grâce à ces études, nous avons pu évaluer ces nouveaux matériaux du stade plastique à celui du matériau durci," nous a dit M. Weaver.

Les résultats obtenus au cours des 42 derniers mois ont montré que la stabilisation des matériaux de remblayage en utilisant de trois à six pour cent de ciment Portland compense le manque de cohésion antérieurement constaté et permet d'éliminer l'éclayage en bois de mine fort coûteux. Les résidus additionnés de 10 à 20 pour cent de ciment peuvent également être utilisés pour les aires de chargement dont la résistance sous les charges doit être plus grande qu'en soutènement.

"Nous avons mis en place une installation expérimentale et nous possédons les connaissances nécessaires pour continuer les travaux que ce soit dans le domaine de la recherche appliquée ou dans celui du développement . . . nous avons pu constater

que notre étroite collaboration avec les grandes compagnies minières dans le cadre de ces travaux a eu pour résultat de développer le marché du ciment qui est actuellement d'environ 300 000 tonnes . . . les possibilités de développement sont excellentes" a conclu M. Weaver.

M. G. A. Luffman, Secrétaire de la compagnie Canada Cement, a dit qu'il apprécie beaucoup l'aide du Conseil national de recherches grâce à laquelle sa compagnie a pu grandement contribuer au progrès de l'industrie minière et il a ajouté: "une contribution très importante quoique moins tangible a été apportée par l'ingénieur de liaison nommé par le CNRC, le Dr D. F. Coates, Chef du Centre de recherches minières à la Direction des mines, au Ministère de l'énergie, des mines et des ressources, dont les suggestions et la participation aux discussions ont été fort appréciées, de même, d'ailleurs, que l'aide apportée par M. H. M. Woodroffe, Chef de la Division de traitement des minerais à la Direction des mines".

Depuis presque dix ans, de nombreuses mines canadiennes ont adopté cette technique consistant à se servir de résidus stabilisés à l'aide de ciment.

Accélérateurs

Comment maîtriser un agent mortel — 1:3 (août '69) 28-31

Accelerators

Two new accelerators at NRC — 1:3 (Aug '69) 24-27

Acoustics

Acoustic experts seek methods to silence the noisy jet — 1:5 (Dec '69) 24, 26

Acoustique

Les acousticiens s'attaquent au bruit des réacteurs — 1:5 (déc '69) 25, 27

Adaptability, Human

Five-year eskimo study underway at Igloolik — 1:4 (Oct '69) 8

Adaptation de l'être humain (Facultés D')

Le P.B.I., le Conseil et les esquimaux — 1:4 (oct '69) 9

Aerospace Research

Acoustic experts seek methods to silence the noisy jet — 1:5 (Dec '69) 24, 26

Balloons, rockets and satellites study earth's atmosphere — 1:5 (Dec '69) 4, 6

Bird flight physiology study — 1:1 (Apr '69) 28

Canadian astronomers develop new scientific uses for radio telescopes — 2:1 (Feb '70) 24, 26

Flight research engineers seek methods to "birdproof" aircraft — 2:5 (Oct '70) 11, 12, 14

High altitude turbulence sought by operation "coldscan" — 1:5 (Dec '69) 28, 30

Instrument based on Canadian design placed on Moon by Apollo 12 — 1:5 (Dec '69) 4, 6

New airborne simulator acquired by NRC for V/STOL research — 2:2 (Apr '70) 10, 12

NRC completes new facility for development of V/STOL aircraft — 1:5 (Dec '69) 8, 10; 2:6 Dec '70) 3, 4, 6

NRC scientists form closer kinship with the stars — 2:5 (Oct '70) 4, 6, 8, 10

NRC's STEM antenna — Industrial success story — 2:6 (Dec '70) 22, 24

Secrets of space unravelled through cosmic fingerprints — 1:5 (Dec '69) 18, 20, 22

Support structures for mirrors in orbiting telescopes — 1:5 (Dec '69) 16

University of Western Ontario telescope third largest in Canada — 2:3 (Jun '70) 30

Aérospatiales (Recherches)

Ballons, fusées et satellites dans la haute atmosphère — 1:5 (déc '69) 13, 15

Bientôt en service, une nouvelle soufflerie pour ADAV et ADAC — 1:5 (déc '69) 9, 11; 2:6 (déc '70) 3, 5, 7

Des astronomes canadiens étudient de nouvelles applications des radiotélescopes — 2:1 (fév '70) 25, 27

Est-ce que les mauvaises herbes vont réduire le risque aviaire? — 2:1 (fév '70) 29, 31

Étude sur la physiologie des oiseaux pendant le vol — 1:1 (avr '69) 29, 30

Instrument de conception canadienne amené sur la Lune par Apollo 12 — 1:5 (déc '69) 5, 7

Les acousticiens s'attaquent au bruit des réacteurs — 1:5 (déc '69) 25, 27

Les antennes STEM du CNRC, une belle réussite industrielle — 2:6 (déc '70) 23, 25

Les secrets du cosmos révélés par les "empreintes" de la matière — 1:5 (déc '69) 19, 21, 23

Nos savants de plus en plus fascinés par le monde mystérieux des étoiles — 2:5 (oct '70) 5, 7, 9

Nouveau simulateur volant pour l'étude des ADAV et ADAC — 1:5 (déc '69) 9, 11; 2:6 (déc '70)

Puissant télescope à l'Université de Western Ontario — 2:3 (juin '70) 31

Recherches en vol sur la turbulence en air clair — 1:5 (déc '69) 29, 31

Structures soutenant des miroirs de télescope satellisés — 1:5 (déc '69) 17

Vers des avions résistant aux impacts d'oiseaux — 2:5 (oct '70) 11, 13, 15

Alimentation, (Technologie de L')

Déshydratation contrôlée du beurre par les hyperfréquences — 2:2 (avr '70) 25

Grâce au gaz carbonique, on conserve mieux la viande de boeuf — 2:1 (fév '70) 15, 17

Perspectives encourageantes pour les moissons océanes — 2:1 (fév '70) 5, 7

Synthèse des protéines en partant de l'azote atmosphérique? — 2:4 (août '70) 11, 13

Algues marines

Perspectives encourageantes pour les moissons océanes — 2:1 (fév '70) 5, 7

Anthropologie

Le P.B.I., le Conseil et les esquimaux — 1:4 (oct '69) 9

Anthropology

Five-year eskimo study underway at Igloolik — 1:4 (Oct '69) 8

Appointments

Dr. B. A. Gingras — 1:1 (Apr '69) 31

Dr. J. B. Marshall — 1:2 (June '69) 13

Astronomie

Caméléon d'une mascarade cosmique, VRO 42.22.01, qui êtes-vous? — 2:6 (déc '70)

Les secrets du cosmos révélés par les "empreintes" de la matière — 1:5 (déc '69) 19, 21, 23

Nos savants de plus en plus fascinés par le monde mystérieux des étoiles — 2:5 (oct '70) 5, 7, 9

Puissant télescope à l'Université de Western Ontario — 2:3 (juin '70) 31

Structures soutenant des miroirs de télescopes satellisés — 1:5 (déc '69) 17

- Astronomy**
 Chameleon in a cosmic masquerade, VRO 42.22.01, what are you? — 2:6 (Dec '70) 12, 14, 16
 NRC scientists form closer kinship with the stars — 2:5 (Oct '70) 4, 6, 8, 10
 Secrets of space unravelled through cosmic fingerprints — 1:5 (Dec '69) 18, 20, 22
 Support structures for mirrors in orbiting telescopes — 1:5 (Dec '69) 16
 University of Western Ontario telescope third largest in Canada — 2:3 (Jun '70) 30
- Atlantic Regional Laboratory**
 Prospects are promising for crops from the sea — 2:1 (Feb '70) 4, 6
- Aveugles, (Instruments pour les)**
 Lecteur de cartes perforées — 1:2 (juin '69) 24-25
- Awards**
 Dr. G. Herzberg — 1:3 (Aug '69) 11
 Dr. R. F. Legget — 1:3 (Aug '69) 11
 Dr. W. G. Schneider — 1:3 (Aug '69) 11
- Bâtiment, (Recherches en)**
 Immeubles et intempéries — 1:3 (août '69) 18-19
 Manuel de l'ingénieur travaillant dans des régions marécageuses — 2:2 (avr '70) 31
 Prévision: vent de 40 miles à l'heure, rafales de 60 — 2:4 (août '70) 17, 19, 21
- Bibliothèque scientifique nationale**
 La BSN: sa croissance prodigieuse — 1:4 (oct '69) 25, 27, 29, 30
- Biochemistry (see also Molecular Biology)**
 A serine protease found in a soil bacterium — The anatomy of an enzyme — 2:1 (Feb '70) 8, 10, 12
- Biochimie (voir également Biologie moléculaire)**
 Enzymes du sol et enzymes du pancréas sont homologues — 2:1 (fév '70) 9, 11, 13
- Biologie**
 Synthèse des protéines en partant de l'azote atmosphérique? — 2:4 (août '70) 11, 13
- Biologie marine**
 Perspectives encourageantes pour les moissons océanes — 2:1 (fév '70) 5, 7
- Biologie moléculaire**
 L'ADN: programmeur de l'hérédité — 1:4 (oct '69) 11, 13, 15
 Recherches sur l'un des moins connus des processus de la vie — 2:4 (août '70) 15
 Rôle de l'AMP — cyclique dans la cellule? "Sage-femme" pour l'ADN — 2:3 (juin '70) 19, 21, 23
- Biology**
 A key to an increased world protein supply biological nitrogen fixation — 2:4 (Aug '70) 10, 12
- Bird Hazards to Aircraft**
 Flight research engineers seek methods to "birdproof" aircraft — 2:5 (Oct '70) 11, 12, 14
 The garden's prime pest may be useful as ground cover for airports — 2:1 (Feb '70) 28, 30
- Blind, Aids for**
 Punched-card reader — 1:2 (Jun '69) 22-23
- Botanique**
 La production de plantes à partir de cellules — 1:4 (oct '69) 5, 7
- Nouvelle méthode chimique pour l'identification des plantes — 2:3 (juin '70) 25, 27, 29
- Botany**
 New technique for plant breeding — 1:4 (Oct '69) 4, 6
 NRC chemists develop new tool for identification of plants — 2:3 (Jun '70) 24, 26, 28
- Building Research**
 Forecast: cloudy with winds to 40 mph gusting to 60 — 2:4 (Aug '70) 16, 18, 20
 Important guide for engineers working in muskeg areas — 2:2 (Apr '70) 30
 Unique research laboratory — 1:3 (Aug '69) 16-17
- Cartographie**
 La photo aérienne et la cartographie urbaine — 1:4 (oct '69) 17, 18
- Cells**
 Cyclic AMP, key agent in cell reproduction, is a mid-wife in birth of DNA — 2:3 (Jun '70) 18, 20, 22
 Scientists study one of the lesser-known facts of life — 2:4 (Aug '70) 14
- Cellules**
 Recherches sur l'un des moins connus des processus de la vie — 2:4 (août '70) 15
 Rôle de l'AMP — cyclique dans la cellule? "Sage-femme" pour l'ADN — 2:3 (juin '70) 19, 21, 23
- Chemical Engineering**
 New use for reverse osmosis — 1:1 (Apr '69) 20, 21
 Spherical agglomeration process — 1:3 (Aug '69) 20-21
- Chemins de fer, (Recherches)**
 Voyages en chemin de fer enfin sans clic-clic 1:1 (avr '69) 7-9
- Chemistry, Physical**
 In the wake of polywater two new hydrogen oxides identified — 2:4 (Aug '70) 28, 30
- Chemistry, Separation techniques**
 Spherical agglomeration process — 1:3 (Aug '69) 20-21
- Chemistry, Textile**
 New family of fungicides developed by NRC to control mildew — 2:1 (Feb '70) 18, 20, 22
- Chimie appliquée**
 L'agglomération: un procédé qui promet — 1:3 (août '69) 22-23
 Nouvelles utilisations de l'osmose inversée — 1:1 (avr '69) 22, 23
- Chimie des textiles**
 Nouvelle famille de fongicides contre le mildiou — 2:1 (fév '70) 19, 21, 23
- Chimie physique**
 Après l'eau et le peroxyde, voici les polyoxydes d'hydrogène — 2:4 (août '70) 29, 31
- Chimie, (Techniques de séparation)**
 L'agglomération: un procédé qui promet — 1:3 (août '69) 22-23
- Computers**
 Computers and the information explosion a latch for Pandora's box — 2:4 (Aug '70) 3
 From Handel and Haydn to the headless musician — 2:3 (Jun '70) 8, 10, 12
 Machine translation research — 1:1 (Apr '69) 16, 17
 New method for producing lists of cultures — 1:2 (Jun '69) 26-28
 Punched-card reader — 1:2 (Jun '69) 22-23

- Second phase of research in computer-aided learning systems — 2:2 (Apr '70) 4, 6, 8
Teaching computers to see — 2:4 (Aug '70) 22, 24, 26
- Control Systems**
Methods sought to restore locomotion to paralysed lower limbs — 2:2 (Apr '70) 14, 16, 18
Sleep loss and other stresses can affect your skill performance — 2:6 (Dec '70) 18, 20
- Distinctions**
Dr G. Herzberg — 1:3 (août '69) 11
Dr R. F. Legget — 1:3 (août '69) 11
Dr W. G. Schneider — 1:3 (août '69) 11
- Education**
Second phase of research in computer-aided learning systems — 2:2 (Apr '70) 4, 6, 8
Teaching computers to see — 2:4 (Aug '70) 22, 24, 26
- Électrons**
Pour analyser les couches minces, l'électron à deux visages — 2:5 (oct. '70) 21, 23, 25, 27
Que sait-on du mouvement des électrons dans les métaux? — 2:2 (avr '70) 27, 29
Seek understanding of movement of electrons in metal — 2:2 (Apr '70) 26, 28
Taming a paradox: thin film analysis with Jekyll and Hyde electrons — 2:5 (Oct. '70) 20, 22, 24, 26
- Enseignement**
L'ordinateur aux yeux de lynx — 2:4 (août '70) 23, 25, 27
Ordinateurs appliqués à l'enseignement, deuxième phase — 2:2 (avr '70) 5, 7, 9
- Enzymes**
A serine protease found in a soil bacterium — The anatomy of an enzyme — 2:1 (Feb '70) 8, 10, 12
Enzymes du sol et enzymes du pancréas sont homologues — 2:1 (fév '70) 9, 11, 13
- Étalons**
Comment maîtriser un agent mortel — 1:3 (août '69) 28-31
Le laser et l'étalon de longueur — 1:1 (avr '69) 13-15
Une horloge remarquable: le maser à hydrogène — 1:3 (août '69) 6-7
- Fongicides**
Nouvelle famille de fongicides contre le mildiou — 2:1 (fév '70) 19, 21, 23
- Food Technology**
A key to an increased world protein supply biological nitrogen fixation — 2:4 (Aug '70) 10, 12
NRC develops microwave instrument to measure moisture content of butter — 2:2 (Apr '70) 24
Prospects are promising for crops from the sea — 2:1 (Feb '70) 4, 6
Shelf-life of beef extended as NRC scientists garnish with CO₂ — 2:1 (Feb '70) 14, 16
- Forestry**
Forest inventories with NRC altimeter-radar and ligneous gold — 2:5 (Oct '70) 28, 30
- Forêts et Génie forestier**
L'inventaire des forêts facilité grâce à un nouvel altimètre radar — 2:5 (oct '70) 29, 31
- Fungicides**
New family of fungicides developed by NRC to control mildew — 2:1 (Feb '70) 18, 20, 22
- Génétique**
L'ADN: programmeur de l'hérédité — 1:4 (oct '69) 11, 13, 15
- Génie mécanique**
Le jet d'eau violent, couteau de l'avenir? — 2:5 (oct '70) 17, 19
Nouvelle technique chirurgicale grâce à un échangeur de chaleur spécial — 2:2 (avr '70) 21, 23
Perfectionnement du stimulateur cardiaque — 1:4 (oct '69) 21, 23
Pourra-t-on faire marcher de nouveau les paralysés des jambes? — 2:2 (avr '70) 15, 17, 19
Structures soutenant des miroirs de télescopes satellisés — 1:5 (déc '69) 17
Traitement contre les taches de vin sur la peau — 1:2 (juin '69) 16-17
Voyages en chemin de fer enfin sans clic-clic — 1:1 (avr '69) 7-9
- Genetic Engineering**
DNA: gateway to genetic engineering — 1:4 (Oct '69) 10, 12, 14
- Gouvernement (Féd) — (Recherches en collaboration)**
Des astronomes canadiens étudient de nouvelles applications des radiotélescopes — 2:1 (fév '70) 25, 27
Étude de l'orientation de la houle en cours au lac Huron — 1:2 (juin '69) 20-21
Le Canada fait bon usage du détecteur d'infrarouges — 1:2 (juin '69) 7-9
L'inventaire des forêts facilité grâce à un nouvel altimètre radar — 2:5 (oct '70) 29, 31
- Government (Fed) — Research Assistance to**
Canadian astronomers develop new scientific uses for radio telescopes — 2:1 (Feb '70) 24, 26
Develop infrared scanner for Canadian uses — 1:2 (Jun '69) 4, 6
Forest inventories with NRC altimeter — radar and ligneous gold — 2:5 (Oct '70) 28, 30
Lake Huron wave direction study — 1:2 (Jun '69) 18-19
- Gouvernement (Prov) — (Recherches en collaboration)**
La photo aérienne et la cartographie urbaine — 1:4 (oct '69) 17, 18
L'inventaire des forêts facilité grâce à un nouvel altimètre radar — 2:5 (oct '70) 29, 31
Un radar spécial facilite l'étude des orages de grêle — 1:1 (avr '69) 26, 27
- Government (Prov) — Research Assistance to**
Forest inventories with NRC altimeter — radar and ligneous gold — 2:5 (Oct '70) 28, 30
Radar for hail storm studies — 1:1 (Apr '69) 24, 25
Urban photomapping initiated by NRC — 1:4 (Oct '69) 16, 18
- Hydraulics**
Sensing sea currents with a turbulent jet — 2:6 (Dec '70) 8, 10
- Hydraulique**
Détection de courants marins par la déviation de jets — 2:6 (déc '70) 9, 11
- Hyperfréquences**
Déshydratation contrôlée du beurre par les hyperfréquences — 2:2 (avr '70) 25

Industrial Research Assistance Program (IRAP)

IRAP grant assists project "backfill" — 2:6 (Dec '70) 26, 28

NRC stimulates industrial research — 1:3 (Aug '69) 12-13

Industries — (Aide à la recherche industrielle)

Les subventions PARI dans l'opération "Remblais" — 2:6 (déc '70)

Comment stimuler la recherche industrielle au Canada? — 1:3 (août '69) 14-15

Industry — Financial Assistance to

NRC stimulates industrial research — 1:3 (Aug '69) 12-13

Infrared Rays

Develop infrared scanner for Canadian uses — 1:2 (Jun '69) 4-6

In the wake of polywater two new hydrogen oxides identified — 2:4 (Aug '70) 28, 30

Infrarouge (Rayonnement)

Après l'eau et le peroxyde, voici les polyoxydes d'hydrogène — 2:4 (août '70) 29, 31

Le Canada fait bon usage du détecteur d'infrarouges — 1:2 (juin '69) 7-9

International Biological Program

Five-year eskimo study underway at Igloolik — 1:4 (Oct '69) 8

Scientists study effects of pollutants in Arctic lakes — 2:3 (Jun '70) 4, 6

Laboratoire régional des prairies

La production de plantes à partir de cellules — 1:4 (oct '69) 5, 7

Nouvelle méthode chimique pour l'identification des plantes — 2:3 (juin '70) 25, 27, 29

Synthèse des protéines en partant de l'azote atmosphérique? — 2:4 (août '70) 11, 13

Laboratoire régional de l'Atlantique

Perspectives encourageantes pour les moissons océanes — 2:1 (fév '70) 5, 7

Lasers

Le laser et l'étalon de longueur — 1:1 (avr '69) 13-15

Seek to improve length standard — 1:1 (Apr '69) 10-12

Library, National Science

National Science Library experiences phenomenal growth — 1:4 (Oct '69) 24, 26, 28, 30

Mechanical Engineering

Clickety clack removed from rail travel — 1:1 (Apr '69) 4-6

Methods sought to restore locomotion to paralysed lower limbs — 2:2 (Apr '70) 14, 16, 18

New brain and artery surgery made possible by NRC blood cooler — 2:2 (Apr '70) 20, 22

New improvements to NRC pacemaker — 1:4 (Oct '69) 20, 22

New treatment for birthmarks — 1:2 (Jun '69) 14-15

Support structures for mirrors in orbiting telescopes — 1:5 (Dec '69) 16

The high-speed water jet, cutting tool of the future? — 2:5 (Oct '70) 16, 18

Magnetism

McGill's magnet laboratory — 1:3 (Aug '69) 8-9

Magnétisme

Laboratoire magnétique de l'université McGill — 1:3 (août '69) 10

Marine Biology

Prospects are promising for crops from the sea — 2:1 (Feb '70) 4, 6

Masers

Time studies with hydrogen maser — 1:3 (Aug '69) 3-5

Une horloge remarquable: le maser à hydrogène — 1:3 (août '69) 6-7

Médecine, (Instrumentation pour la)

Nouvelle technique chirurgicale grâce à un échangeur de chaleur spécial — 2:2 (avr '70) 21, 23

Perfectionnement du stimulateur cardiaque — 1:4 (oct '69) 21, 23

Pour bien conduire et vous conduire pas de surmenage et bien dormir! — 2:6 (déc '70) 19, 21

Pourra-t-on faire marcher de nouveau les paralysés des jambes? — 2:2 (avr '70) 15, 17, 19

Traitement contre les taches de vin sur la peau — 1:2 (juin '69) 16-17

Medical Engineering

Methods sought to restore locomotion to paralysed lower limbs — 2:2 (Apr '70) 14, 16, 18

New brain and artery surgery made possible by NRC blood cooler — 2:2 (Apr '70) 20, 22

New improvements to NRC pacemaker — 1:4 (Oct '69) 20, 22

New treatment for birthmarks — 1:2 (Jun '69) 14-15

Sleep loss and other stresses can affect your skill performance — 2:6 (Dec '70) 18, 20

Métallurgie

Que sait-on du mouvement des électrons dans les métaux? — 2:2 (avr '70) 27, 29

Metallurgy

Seek understanding of movement of electrons in metal — 2:2 (Apr '70) 26, 28

Microwaves

NRC develops microwave instrument to measure moisture content of butter — 2:2 (Apr '70) 24

Météorologie

Un radar spécial facilite l'étude des orages de grêle — 1:1 (avr '69) 26, 27

Meteorology

Radar for hail storm studies — 1:1 (Apr '69) 24, 25

Microbiologie

Nouvelle méthode pour établir des listes de cultures — 1:2 (juin '69) 29-30

Microbiology

New method for producing lists of cultures — 1:2 (Jun '69) 26-28

Molecular Biology

Cyclic AMP, key agent in cell reproduction, is a midwife in birth of DNA — 2:3 (Jun '70) 18, 20, 22

DNA: gateway to genetic engineering — 1:4 (Oct '69) 10, 12, 14

Scientists study one of the lesser-known facts of life — 2:4 (Aug '70) 14

Music

From Handel and Haydn to the headless musician — 2:3 (Jun '70) 8, 10, 12

Musique

De Haendel et Haydn au compositeur électronique — 2:3 (juin '70) 9, 11, 13

Muskeg

Important guide for engineers working in muskeg areas — 2:2 (Apr '70) 30

Manuel de l'ingénieur travaillant dans des régions marécageuses — 2:2 (avr '70) 31

Navigation

Étude de l'orientation de la houle en cours au lac Huron — 1:2 (juin '69) 20-21

Nominations

Dr. B. A. Gingras — 1:1 (avr '69) 31

Dr. J. B. Marshall — 1:2 (juin '69) 13

Nuclear Physics

Two new accelerators at NRC — 1:3 (Aug '69) 24-27

Océanographie

Détection de courants marin par la déviation de jets — 2:6 (déc '70)

Oceanography

Sensing sea currents with a turbulent jet — 2:6 (Dec '70) 8, 10

Ordinateurs

De Haendel et Haydn au compositeur électronique — 2:3 (juin '70) 9, 11, 13

Lecteur de cartes perforées — 1:2 (juin '69) 24-25

Les ordinateurs entrent dans la lutte contre la masse des données — 2:4 (août '70) 4

L'ordinateur aux yeux de lynx — 2:4 (août '70) 23, 25, 27

Nouvelle méthode pour établir des listes de cultures — 1:2 (juin '69) 29-30

Ordinateurs appliqués à l'enseignement, deuxième phase — 2:2 (avr '70) 5, 7, 9

Péril aviaire

Est-ce que les mauvaises herbes vont réduire le risque aviaire? — 2:1 (fév '70) 29, 31

Vers des avions résistant aux impacts d'oiseaux — 2:5 (oct '70) 11, 13, 15

Photogrammetric Research

Urban photomapping initiated by NRC — 1:4 (Oct '69) 16, 18

Photogrammétrie

La photo aérienne et la cartographie urbaine — 1:4 (oct '69) 17, 18

Photomapping

Urban photomapping initiated by NRC — 1:4 (Oct '69) 16, 18

Physique nucléaire

Comment maîtriser un agent mortel — 1:3 (août '69) 28-31

Phytogénétique

La production des plantes à partir de cellules — 1:4 (oct '69) 5, 7

Plant Breeding

New technique for plant breeding — 1:4 (Oct '69) 4, 6

Pollution

Acoustic experts seek methods to silence the noisy jet — 1:5 (Dec '69) 24, 26

Develop infrared scanner for Canadian uses — 1:2 (Jun '69) 4-6

La pollution dans les lacs Arctiques — 2:3 (juin '70) 5, 7

La pollution menace l'équilibre écologique — 2:4 (août '70) 7, 9

Le Canada fait bon usage du détecteur d'infrarouges — 1:2 (juin '69) 7-9

Les acousticiens s'attaquent au bruit des réacteurs — 1:5 (déc '69) 25, 27

New use for reverse osmosis — 1:1 (Apr '69) 20, 21

Nouvelles utilisations de l'osmose inversée — 1:1 (avr '69) 22, 23

Scientists study effects of pollutants in Arctic lakes — 2:3 (Jun '70) 4, 6

Toward the fight against pollution threat to balance of nature — 2:4 (Aug '70) 6, 8

Prairie Regional Laboratory

A key to an increased world protein supply biological nitrogen fixation — 2:4 (Aug '70) 10, 12

New technique for plant breeding — 1:4 (Oct '69) 4, 6

NRC chemists develop new tool for identification of plants — 2:3 (Jun '70) 24, 26, 28

Programme biologique international (PBI)

La pollution dans les lacs arctiques — 2:3 (juin '70) 5, 7

Le P.B.I., le Conseil et les Esquimaux — 1:4 (oct '69) 9

Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI)

Comment stimuler la recherche industrielle au Canada? — 1:3 (août '69) 14-15

Les subventions PARI dans l'opération "Remblais" — 2:6 (déc '70) 27, 29

Psychology

Teaching computers to see — 2:4 (Aug '70) 22, 24, 26

Psychologie

L'ordinateur aux yeux de lynx — 2:4 (août '70) 23, 25, 27

Radio-astronomie

Caméléon d'une mascarade cosmique, VRO 42.22.01, qui êtes-vous? — 2:6 (dec '70) 13, 15, 17

Des astronomes canadiens étudient de nouvelles applications des radiotélescopes — 2:1 (fév '70) 25, 27

Nos savants de plus en plus fascinés par le monde mystérieux des étoiles — 2:5 (oct '70)

Radio Astronomy

Canadian astronomers develop new scientific uses for radio telescopes — 2:1 (Feb '70) 24, 26

Chameleon in a cosmic masquerade, VRO 42.22.01, what are you? — 2:6 (Dec '70) 12, 14, 16

NRC scientists form closer kinship with the stars — 2:5 (Oct '70) 4, 6, 8, 10

Radio Communication and Telemetry

Balloons, rockets and satellites study earth's atmosphere — 1:5 (Dec '69) 12, 14

Bird flight physiology study — 1:1 (Apr '69) 28

Instrument based on Canadian design placed on Moon by Apollo 12 — 1:5 (Dec '69) 4, 6

Radiocommunication et télémesure

Ballons, fusées et satellites dans la haute atmosphère — 1:5 (déc '69) 13, 15

Étude sur la physiologie des oiseaux pendant le vol — 1:1 (avr '69) 29, 30

Instrument de conception canadienne amené sur la Lune par Apollo 12 — 1:5 (déc '69) 5, 7

Railway Research

Clickety clack removed from rail travel — 1:1 (Apr '69) 4-6

Seaweed

Prospects are promising for crops from the sea — 2:1 (Feb '70) 4, 6

Service des renseignements techniques

Déshydratation contrôlée du beurre par les hyperfréquences — 2:2 (avr '70) 25

Shipping

Lake Huron wave direction study — 1:2 (Jun '69) 18-19

Simulateurs

Nouveau simulateur volant pour l'étude des ADAV et ADAC — 2:2 (avr '70) 11, 13

Simulators

New airborne simulator acquired by NRC for V/STOL research — 2:2 (Apr '70) 10, 12

Souffleries

Bientôt en service, une nouvelle soufflerie pour ADAV et ADAC — 1:5 (déc '69) 9, 11; 2:6 (déc '70) 3, 5, 7

Space Research

Balloons, rockets and satellites study earth's atmosphere — 1:5 (Dec '69) 12, 14

Instrument based on Canadian design placed on Moon by Apollo 12 — 1:5 (Dec '69) 4, 6

Support structures for mirrors in orbiting telescopes — 1:5 (Dec '69) 16

Spectroscopie

Les secrets du cosmos révélés par les "empreintes" de la matière — 1:5 (déc '69) 19, 21, 23

Spectroscopy

Secrets of space unravelled through cosmic fingerprints — 1:5 (Dec '69) 18, 20, 22

Standards

Seek to improve length standard — 1:1 (Apr '69) 10-12

Time studies with hydrogen maser — 1:3 (Aug '69) 3-5

Two new accelerators at NRC — 1:3 (Aug '69) 24-27

Surface Science

Accommodation pumping: using surfaces for directing atomic traffic — 2:3 (Jun '70) 14, 16

Seek understanding of movement of electrons in metal — 2:2 (Apr '70) 26, 28

Taming a paradox: thin film analysis with Jekyll and Hyde electrons — 2:5 (Oct '70) 20, 22, 24, 26

Surfaces (Propriétés des discontinuités)

Le pompage par "accommodation" mène à l'ultra-vide — 2:3 (juin '70) 15, 17

Pour analyser les couches minces, l'électron à deux visages — 2:5 (oct '70) 21, 23, 25, 27

Que sait-on du mouvement des électrons dans les métaux? — 2:2 (avr '70) 27, 29

Systèmes de commande

Pour bien conduire et vous conduire, pas de surmenage et bien dormir! — 2:6 (déc '70) 19, 21

Pourra-t-on faire marcher de nouveau les paralysés des jambes? — 2:2 (avr '70) 15, 17, 19

Taxonomie

Nouvelle méthode chimique pour l'identification des plantes — 2:3 (juin '70) 25, 27, 29

Taxonomy

NRC chemists develop new tool for identification of plants — 2:3 (Jun '70) 24, 26, 28

Technical Information Service

NRC develops microwave instrument to measure moisture content of butter — 2:2 (Apr '70) 24

Traduction automatique

Thème et version chez l'ordinateur — 1:1 (avr '69) 18, 19

Translations, Machine

Machine translation research — 1:1 (Apr '69) 16, 17

Turbulence

High altitude turbulence sought by operation "cold-scan" — 1:5 (Dec '69) 28, 30

Recherches en vol sur la turbulence en air clair — 1:5 (déc '69) 29, 31

Universités, (Aide à la recherche universitaire)

Aide à la recherche universitaire — 1:2 (juin '69) 12

Ballons, fusées et satellites dans la haute atmosphère — 1:5 (déc '69) 13, 15

Laboratoire magnétique de l'Université McGill — 1:3 (août '69) 10

Recherches sur l'un des moins connus des processus de la vie — 2:4 (août '70) 15

Structures soutenant des miroirs de télescopes satellisés — 1:5 (déc '69) 17

Puissant télescope à l'Université de Western Ontario — 2:3 (juin '70) 31

Universités (Recherches en collaboration)

Des astronomes canadiens étudient de nouvelles applications des radiotélescopes — 2:1 (fév '70) 25, 27

Universities — Financial Assistance to

Balloons, rockets and satellites study earth's atmosphere — 1:5 (Dec '69) 12, 14

McGill's magnet laboratory — 1:3 (Aug '69) 8-9

NRC assistance to universities — 1:2 (Jun '69) 10-11

Scientists study one of the lesser-known facts of life — 2:4 (Aug '70) 14

Support structures for mirrors in orbiting telescopes — 1:5 (Dec '69) 16

University of Western Ontario telescope third largest in Canada — 2:3 (Jun '70) 30

Universities — Research Assistance to

Canadian astronomers develop new scientific uses for radio telescopes — 2:1 (Feb '70) 24, 26

Vacuum Technology

Accommodation pumping: using surfaces for directing atomic traffic — 2:3 (Jun '70) 14, 16

Instrument based on Canadian design placed on Moon by Apollo 12 — 1:5 (Dec '69) 4, 6

Vides et ultravides

Instrument de conception canadienne amené sur la Lune par Apollo 12 — 1:5 (déc '69) 5, 7

Le pompage par "accommodation" mène à l'ultra-vide — 2:3 (juin '70) 15, 17

Wind Tunnels

NRC completes new facility for development of V/STOL aircraft — 1:5 (Dec '69) 8, 10; 2:6 Dec '70) 3, 4, 6

Zoologie

Étude sur la physiologie des oiseaux pendant le vol — 1:1 (avr '69) 29, 30

Zoology

Bird flight physiology study — 1:1 (Apr '69) 28

