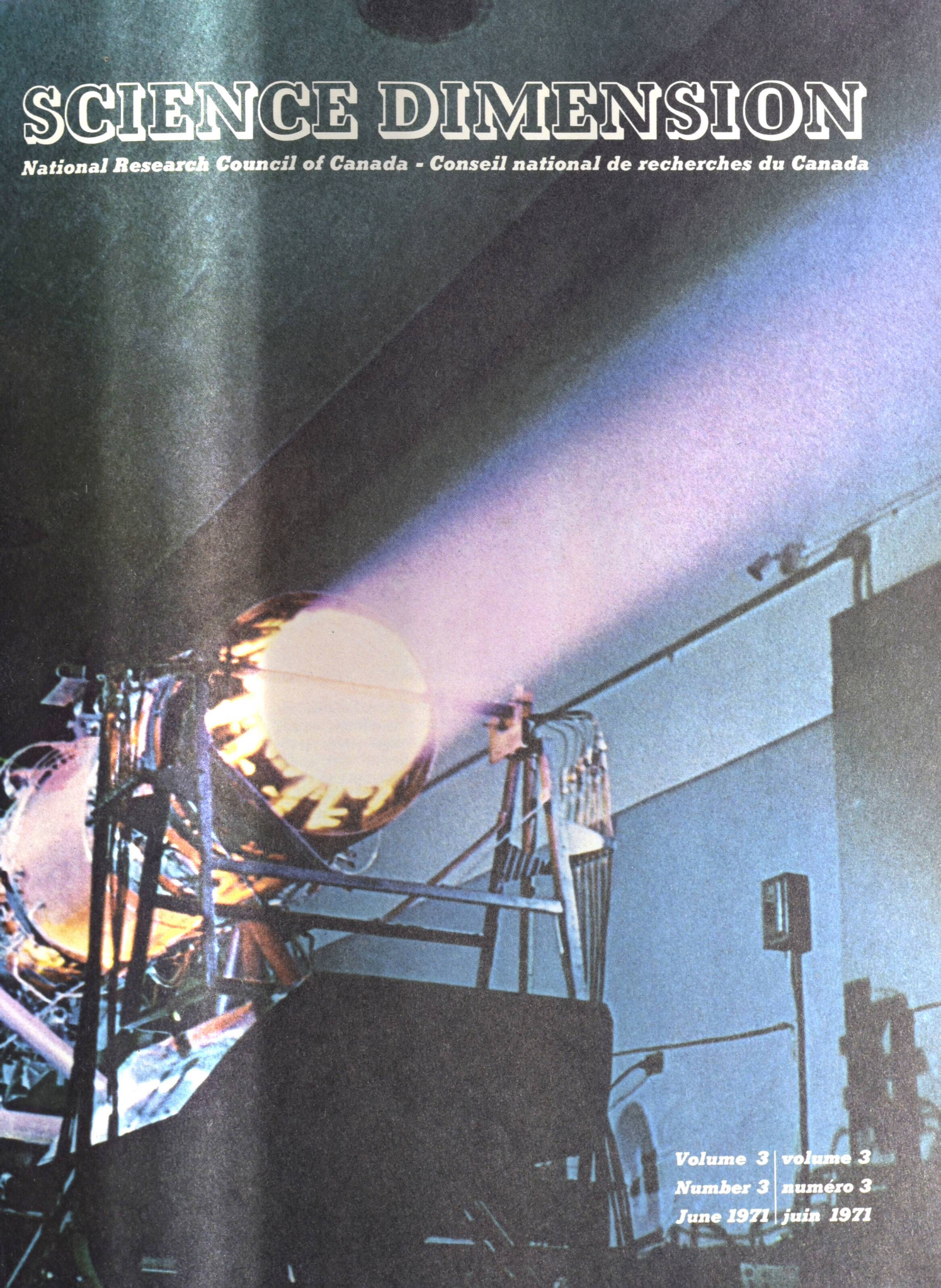


SCIENCE DIMENSION



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

Volume 3 | volume 3
Number 3 | numéro 3
June 1971 | juin 1971

CONTENTS

4. Future role for V/STOL aircraft
14. Headlight glare poses serious hazard
18. Microwaves and birds in flight
22. New thrust measuring system
28. NRC develops railway warning beacon

Cover: This infrared photograph was taken in an exceedingly hostile environment. The J85 jet engine, which is being used in the design of a thrust measuring system for jet engines, was operating at full throttle in its sealed, partially sound-proof test cell. The temperature of the gas stream was approximately 3,000 degrees Fahrenheit and the velocity of the stream was more than 1,000 feet a second. There was extreme vibration and turbulence. The noise level was about 165 decibels, compared with 70 for a loud radio. The motor-driven camera and lights were mounted on rubber pads and anchored and weighted to reduce movement to a minimum. The shutter of the camera was operated remotely from the cell's control room. Photo by Bruce Kane, NRC.



The National Aeronautical Establishment of the National Research Council of Canada has completed a report assessing the radiation hazard which will be experienced by passengers and crew on supersonic transport aircraft (SST).

A comparison of supersonic operation at altitudes of 70,000 to 80,000 feet with present subsonic operation at an altitude level of 35,000 to 40,000 feet shows that the SST would be exposed to a higher level of radiation, but for a shorter period of time. The dose received per mile over the same route at either altitude level is approximately the same for both types of aircraft.

The risk of radiation effects in SST

operations could, in all likelihood, be maintained at a level comparable with that involved in current high-performance, subsonic jet operation, at least with respect to passengers. The crew of the SST under normal scheduling might accumulate a yearly dose in excess of the recommended general public rating, but well within the limits set for radiation workers. With appropriate scheduling to restrict duty time on polar routes, where the exposure is more severe due to less shielding by the earth's magnetic field, to 200 to 300 hours a year, the exposure dose could probably be controlled sufficiently to conform to the recommended general public rating.

Photo credits: Concorde, British Aircraft Corporation; TU-144, Novosti Press Agency.

Managing Editor — René Montpetit
Editor — John E. Bird
Layout-Production — Robert Rickerd
Photography — Grant Crabtree,
Bruce Kane, Mansell Acres
Writing — Georges Desternes,
Claude Devismes, Arthur Mantell,
Earl Maser, Joan Powers Rickerd

Science Dimension is published six times a year by the Information Services Office of the National Research Council of Canada. Material may be reproduced with or without credit unless a copyright is indicated. Enquiries should be sent to Science Dimension, NRC, Ottawa, K1A 0R6, Canada. Telephone: (613) 993-9101.

SOMMAIRE

5. L'avenir des ADAC et des ADAV

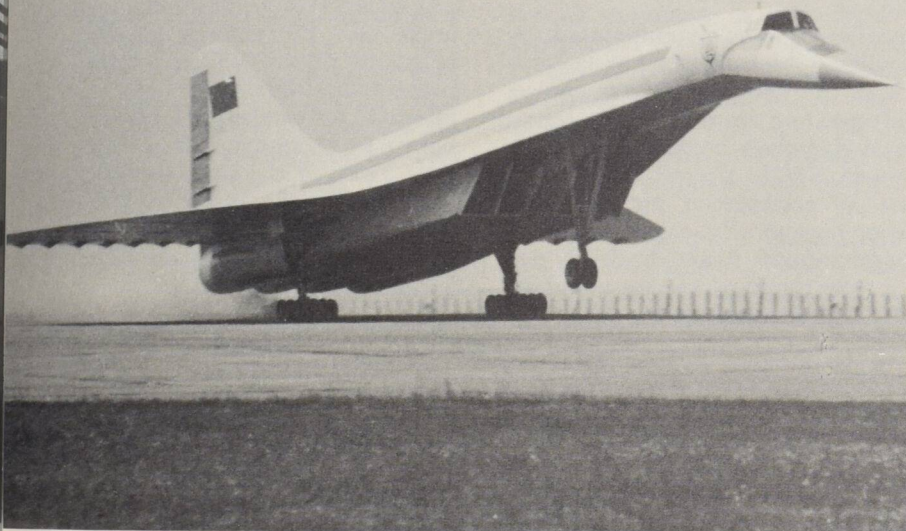
15. Le danger des phares éblouissants

19. Les micro-ondes et les oiseaux

23. Dynamomètre de poussée en vol

29. Plus de morts aux passages à niveau!

Notre couverture: Turboréacteur J85, servant à la mise au point du dynamomètre de poussée en vol, dans la cellule d'essais partiellement insonorisée. La photographie en infrarouge a été prise au régime maximum: 3 000°F, vitesse de sortie du jet supérieure à 1 000 pieds par seconde, niveau de bruit de 165 db., (un poste radio à plein volume donne 70 db.). En raison des fortes vibrations et de la turbulence, l'appareil de prise de vues motorisé et les projecteurs ont dû être montés sur des blocs de caoutchouc, amarrés et lestés. Naturellement, l'appareil était télécommandé. Photo par Bruce Kane, du CNRC.



L'Etablissement aéronautique national, du Conseil national de recherches Canada, a terminé un rapport d'évaluation des risques causés par les rayonnements auxquels seront soumis les passagers et les équipages des avions transport supersoniques (ATS).

Une comparaison de l'exploitation des avions supersoniques volant entre 50 000 et 80 000 pieds avec celle des avions subsoniques actuels volant entre 30 000 et 40 000 pieds a montré que le niveau des rayonnements à bord des ATS serait plus élevé mais durerait moins longtemps. En fin de compte, la dose totale reçue serait sensiblement la même dans les deux cas.

Selon toutes probabilités, les risques encourus par les passagers à bord

des ATS pourraient être maintenus au même niveau que ceux des passagers des avions subsoniques actuels. Quant aux équipages, il n'est pas impossible que la dose annuelle soit plus élevée que celle qui est admise pour le public en général mais demeure inférieure à celle à laquelle les personnes travaillant sur les rayonnements sont soumises. En utilisant des plans de vol restreignant les durées des vols sur les routes polaires, où la protection par le champ magnétique terrestre est moins grande, entre 200 et 300 heures par an, la dose totale pour les équipages pourrait probablement être contrôlée suffisamment bien pour ne pas dépasser le niveau admis pour le public en général.

Photographies de la B.A.C. pour le Concorde et de la Novosti Press Agency pour le TU-144.

Directeur — René Montpetit
Rédacteur en chef — John E. Bird
Mise en page-Production — Robert Rickerd
Illustrations — Grant Crabtree,
Bruce Kane, Mansell Acres
Textes — Georges Desternes,
Claude Devismes, Arthur Mantell,
Earl Maser, Joan Powers Rickerd

Publiée six fois par an par l'Office des Services d'information du Conseil national de recherches du Canada. La reproduction des textes est autorisée sauf indication contraire. Prière d'adresser toute demande de renseignements à: Science Dimension, CNRC, Ottawa, K1A 0R6, Canada. Téléphone: (613) 993-9101.

STOL - the right system at the right time?

A foreword to a special study on aeronautics prepared for the Science Council of Canada states that it seems likely that future aeronautical research and development activities in Canada may be related more to civil aviation than to the needs of the defence sector. The results of the study indicate that the most challenging avenues open to Canadian manufacturers of complete aircraft appear to be based on their existing and potential capability to design and develop short take-off and landing (STOL) aircraft systems.

The study points out that in the densely populated industrial areas of the world ground transportation systems have become saturated or are approaching saturation with no easy solution in immediate sight. Short-haul air trips of under 250 miles are hampered by existing aircraft which require vast airport areas and by ground congestion which can cause portal-to-portal travel times of up to four hours.

Development of vertical take-off and landing (VTOL) aircraft systems promises to relieve this short-haul dilemma but only when problems of VTOL noise control and economics have been solved. It is very likely that the evolution will see short take-off and landing (STOL) aircraft as an intermediate stage of development with a gradual introduction of the VTOL concept.

It has been estimated that Canada currently has a one to two-year lead over many other industrial countries in STOL technology. To exploit this lead, the Federal Government has been asked to give the green light to a proposal creating a new transportation system based on STOL aircraft. A consortium of 16 aerospace companies has proposed that the Government become a major partner in Regionair STOL Canada — a demonstration service designed to show that STOL aircraft are the interim answer to transportation congestion problems in densely populated areas. The Regionair proposal calls for the Government and the aerospace and air transport industries to cooperate in a two-phase operation designed to produce an operating STOL system by mid-1972.

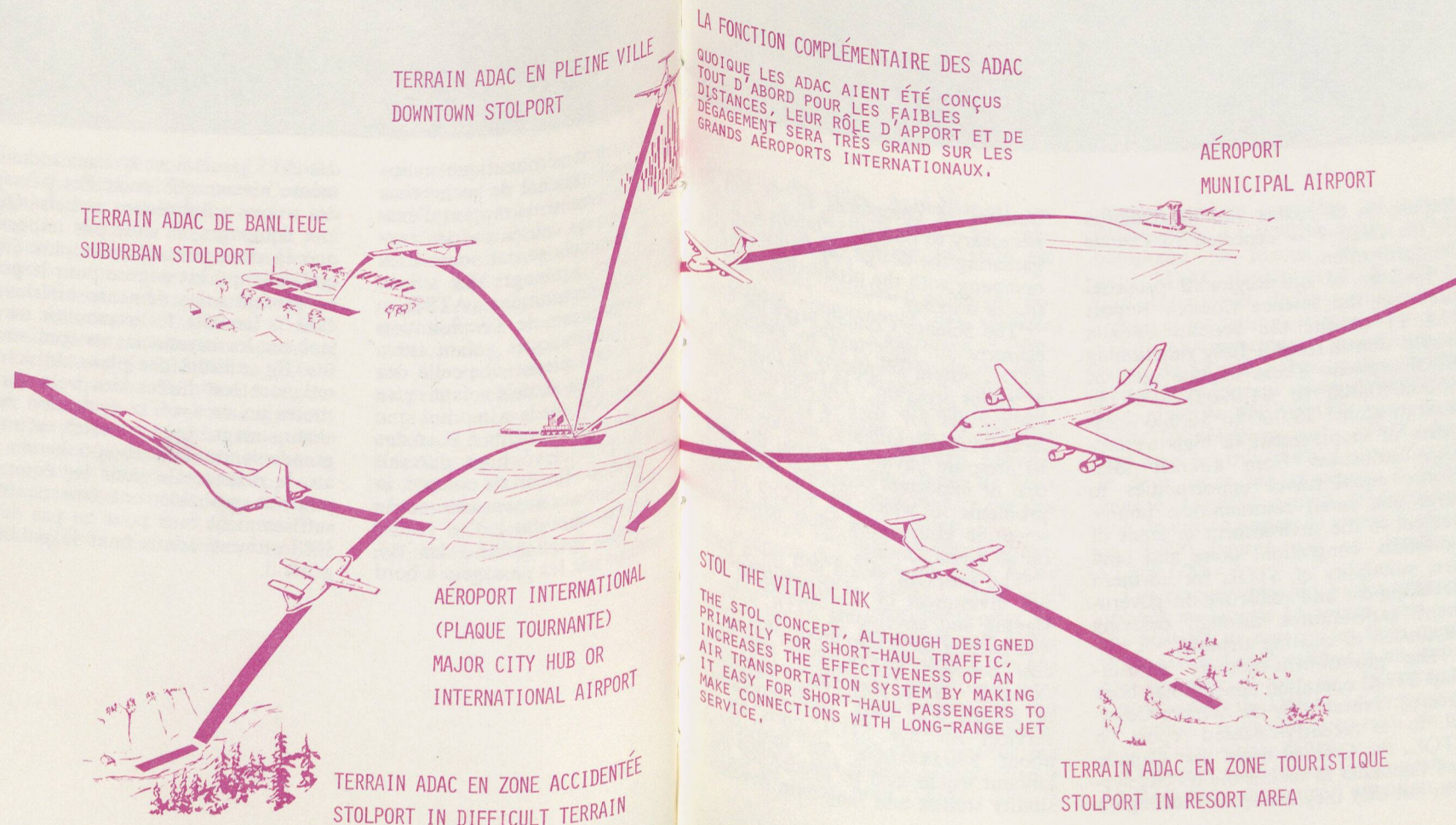
The definition of short take-off and landing is arbitrary, but the generally accepted field length is about 2,000

feet. Various means of operating from such fields have been evolved. A large wing area in relation to weight permits short take-off but gives poor ride in rough air and is inefficient. Large flaps and more direct means of boundary layer control have been used. The most promising current technique makes use of deflected propeller slipstreams to provide additional lift to an aircraft's wings.

The Twin Otter, manufactured by de Havilland Aircraft of Canada Limited, is in this category. It was chosen as the operating aircraft for the initial phase of Regionair because this Canadian-made STOL aircraft has been a success in commercial air transport operations around the world. This 14-passenger aircraft would be in service until a new mode of service could be

inaugurated — possibly by mid-1974 — using the de Havilland DHC-7, a 48-passenger, four-engine turboprop. It is the only aircraft of its size or larger that would be available in the next three to five years and meets noise criteria for city centre operation. The DHC-7 is currently undergoing final model tests and is programmed for quantity production in 1973.

Initial STOL routes under consideration call for service between two points in Vancouver and Victoria, between two points in Toronto from the Niagara peninsula, and between two points in Montreal from Ottawa with later links to the new airport at Ste. Scholastique. These are typical routes and reflect the 100-mile or less operating range dictated by choice of the Twin Otter.



Une bonne solution au bon moment: l'ADAC!

Dans la préface d'une étude spéciale sur l'aéronautique, pour le Conseil des sciences du Canada, on peut lire que la recherche et le développement aéronautique au Canada seront probablement plus consacrés à l'aviation civile qu'à l'aviation militaire. En outre, l'étude reflète, dans l'une de ses conclusions, que les domaines probablement les plus intéressants sur le plan industriel concernent les avions à décollage et à atterrissage sur courtes distances (ADAC).

On fait également remarquer que, dans le monde entier, les régions fortement industrielles et à population dense ont fait naître des problèmes de transport en surface difficiles à résoudre dans un avenir immédiat en raison de la saturation de ces régions, qu'elle soit déjà un fait accompli ou qu'elle

soit proche. D'un autre côté, le transport aérien sur des distances de moins de 250 miles est gêné par le fait que les avions actuels exigent de grands aéroports et que la circulation dans les villes est si difficile qu'un voyage du centre d'une ville à celui d'une autre peut durer en fin de compte jusqu'à 4 heures.

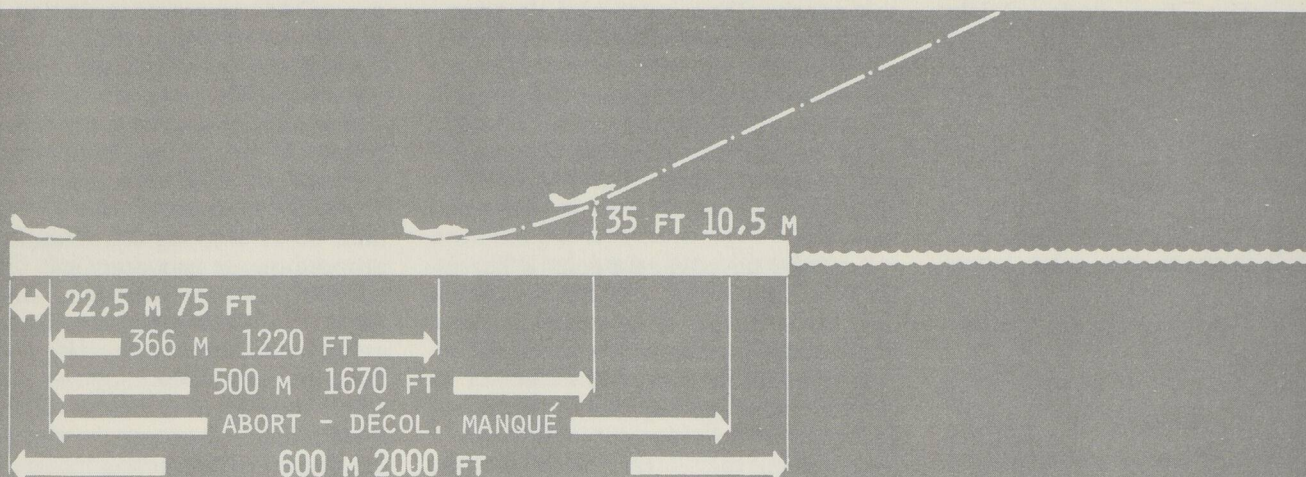
La mise au point d'avions à décollage et atterrissage vertical (ADAV) devrait permettre de résoudre le problème mais il reste encore à réduire le niveau de bruit de ces machines et à les rendre économiques. Il est donc hautement probable que les ADAC joueront un rôle intermédiaire et que les ADAV n'apparaîtront que graduellement.

On a estimé que le Canada se trouve actuellement à avoir, dans le domaine

des ADAC, une avance de une à deux années par rapport aux pays industriels connaissant la technologie des ADAC. Pour exploiter cette avance, on a demandé au gouvernement fédéral de donner le feu vert pour que l'on crée un nouveau système de transport basé sur l'utilisation d'ADAC. Un consortium de 16 compagnies aérospatiales a proposé que le gouvernement devienne un partenaire majeur dans Regionair STOL Canada, organisme conçu pour assurer un service de démonstration mettant en évidence que les ADAC constituent pour l'instant la réponse intermédiaire aux problèmes de la congestion des transports en surface dans les régions à population dense. La proposition de Regionair suppose que les industries du transport aérien et les compagnies aérospatiales coopèrent avec le gouvernement pour mettre en place un système de transport ADAC en deux phases pour le milieu de l'année 1972.

Les distances de décollage et d'atterrissage sur courtes distances sont arbitraires mais, dans l'ensemble, on pense à des pistes de 2000 pieds de longueur. Différents moyens permettant de se servir de terrains de ces dimensions ont été conçus. Une faible charge alaire appropriée pour le décollage court donne toutefois un appareil très sensible à la turbulence et de faible rendement. On s'est servi de grands volets et de moyens plus directs de contrôler la couche limite. La formule qui semble actuellement la plus intéressante est basée sur la déflexion du souffle des hélices afin d'augmenter la portance.

L'avion Twin Otter, construit par la compagnie de Havilland Aircraft of Canada Limited, se trouve dans cette catégorie. Cet appareil a été choisi pour la phase initiale de Regionair car cet ADAC canadien est une réussite sur le plan commercial dans le monde entier. Il peut transporter 14 passagers et il sera utilisé jusqu'à ce qu'il soit supplanté par un appareil plus avancé, peut-être vers le milieu de l'année 1974, c'est-à-dire par le quadriturbopropulseur DHC-7 construit par de Havilland et pouvant transporter 48 passagers. Cet appareil sera le seul de cette capacité que l'on trouvera sur le marché dans trois à cinq ans. Son niveau de bruit permettrait de l'utiliser



THESE DIAGRAMS ILLUSTRATE THE DHC-7 OPERATING FROM A 2,000 FOOT DOWNTOWN STOLPORT AT A REPRESENTATIVE GROSS WEIGHT OF 36,000 LB. MAXIMUM TAKEOFF WEIGHTS FOR OPERATION FROM A 2,000 FOOT STOLPORT AT SEA-LEVEL, ZERO WIND; RANGE FROM 37,400 LB AT 59°F TO 36,000 LB AT 90°F.

The project calls for construction of three types of STOL ports within cities — high density capacity ranging from one to four million passengers per year and low density capacity ranging from one-half to two million passengers per year. There also will be STOL strips at airports capable of handling either low- or high-density traffic. These strips will be integrated into major airports. The total STOL system incorporates aircraft, STOL ports, navigational aids, air-traffic control, and other supporting services.

Based on unchanged operation over the three routes outlined, the major capital expenditures would be \$8,400,000 for 14 Twin Otters at \$600,000 each and \$36,600,000 for seven high-density and two low-density STOL ports. Total annual operating costs for the 14 aircraft operating 3,600 hours per year is estimated at \$7,500,000.

Estimating revenues at \$1 per passenger per year, supporters of the project expect the system is not likely to break even with only 14 planes.

Expansion of routes and introduction of the DHC-7 is expected to change this projection.

Backers of the Regionair proposal draw on the Science Council Report No. 11 to cite the benefits Canada would derive from a fully functioning STOL system. These include sales of \$500,000,000 to \$1,000,000,000 in aircraft alone; 28,000 to 56,000 man-years of employment in high technology industries from aircraft sales alone; equal travel opportunities to large and small communities; improvement in the environment in areas of pollution, congestion, noise and land use; suitability of STOL for northern development and reduction in government expenditures through delaying expansion of existing airports.

The government-industry partnership STOL operation concept has been greeted favorably by the Science Council. In its recently-released report on STOL, the Council notes that Canada has the skills to tackle the STOL system but that they are spread through a

number of companies so "it will be necessary to find some means of amalgamating the design capabilities of one company with the production capabilities of another."

The Science Council urges the Government to undertake to establish a STOL system as quickly as possible as a "major program". The Science Council criteria for such a program is a large multidisciplinary, mission-oriented program having as a goal the solution of important economic and social problems in which all sectors of the scientific community must participate on an equal footing.

The program would call for a total net investment of \$150,000,000. Designing and developing STOL aircraft and putting them into production could cost between \$75,000,000 and \$80,000,000. STOL port cost is estimated at \$5,000,000 each, with supporting services for five STOL ports set at about \$50,000,000. An unspecified amount would also be needed for feasibility studies and long-term develop-

... L'ADAC!

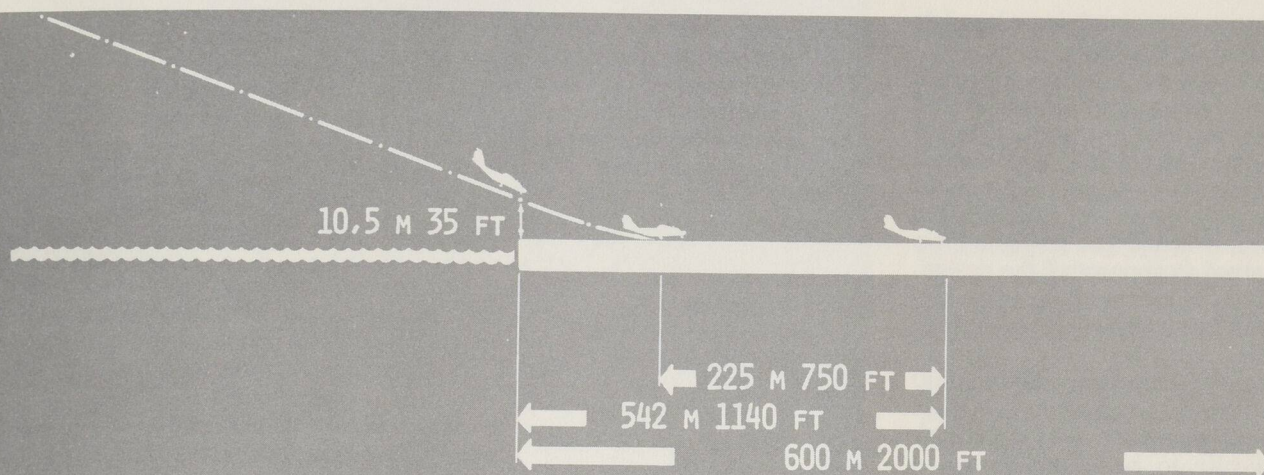


SCHÉMA ILLUSTRANT LE DÉCOLLAGE ET L'ATERRISSAGE DU DHC-7 SUR PISTE D'ADAC, DE 2 000 PIEDS, EN PLEINE VILLE; DÉCOLLAGE AU POIDS DE 37 400 LIVRES À 59°F OU DE 36 000 LIVRES À 90°F PAR VENT NUL, AU NIVEAU DE LA MER.

au centre des villes. Actuellement, on procède aux derniers essais sur maquettes et la production en série est prévue pour 1973.

Les routes initiales considérées actuellement comprennent des services de navettes entre Vancouver et Victoria, Toronto et la péninsule du Niagara, Montréal et Ottawa et, plus tard, le nouvel aéroport de Ste-Scholastique, ces navettes décollant et atterrissant dans les villes. Ces services peuvent être considérés comme types de ceux que le Twin Otter peut assurer sur des trajets inférieurs à 100 miles.

Le projet implique la construction, à l'intérieur des villes, de trois types d'aéroports pour ADAC: ceux qui seront nécessaires pour transporter un grand nombre de personnes soit de un à quatre millions de passagers par année, ceux destinés aux transports d'un nombre moins élevé de passagers soit de 500 000 à deux millions annuellement et, enfin, ceux qui constitueront des annexes des grands aéroports sous forme de pistes pour ADAC dont la

mission sera de compléter les services déjà assurés. Le système total d'ADAC comprend les avions, les aéroports pour ADAC, les appareils de navigation, le contrôle de la navigation aérienne et les autres services de soutien.

Les investissements principaux seraient de \$8 400 000 pour l'acquisition de 14 Twin Otter à raison de \$600 000 chacun et de \$36 600 000 pour construire les aéroports pour ADAC dont sept pour les transports à haute densité et deux pour les transports à faible densité. Le coût annuel de l'exploitation de ces 14 appareils volant à raison de 3 600 heures par an serait de \$7 500 000.

Les responsables du projet estiment qu'avec seulement 14 avions il ne sera pas possible de couvrir les frais même si les revenus sont estimés à un dollar par passager et par an. Par contre, l'introduction du DHC-7 et de nouvelles routes devraient permettre de ne plus se trouver en déficit.

Ceux qui soutiennent la proposition de Regionair ont attiré l'attention sur

le rapport N° 11 du Conseil des sciences où l'on peut lire quels seraient les avantages que le Canada pourrait tirer d'un système fonctionnant entièrement à base d'ADAC. On estime que les ventes pourront se situer entre 500 millions et un milliard de dollars rien que pour les ventes d'avions; ces travaux permettraient d'offrir 28 000 à 56 000 hommes-années de travail dans des industries à technologie élevée et uniquement pour couvrir les ventes d'appareils; les grandes et les petites villes bénéficieraient d'égales facilités de transport; l'environnement serait amélioré en diminuant la pollution, la congestion des voies de communications et le bruit; l'utilisation des terres serait meilleure; enfin, ce mode de transport bien adapté aux conditions du nord du pays permettrait aussi de réduire les dépenses de l'Etat par le fait qu'on pourrait étaler l'agrandissement des aéroports actuels.

Le Conseil des sciences est en faveur de ce service d'ADAC en coopération entre l'industrie et l'Etat. Dans son

STOL

ments aimed at maintaining Canada's lead in STOL technology.

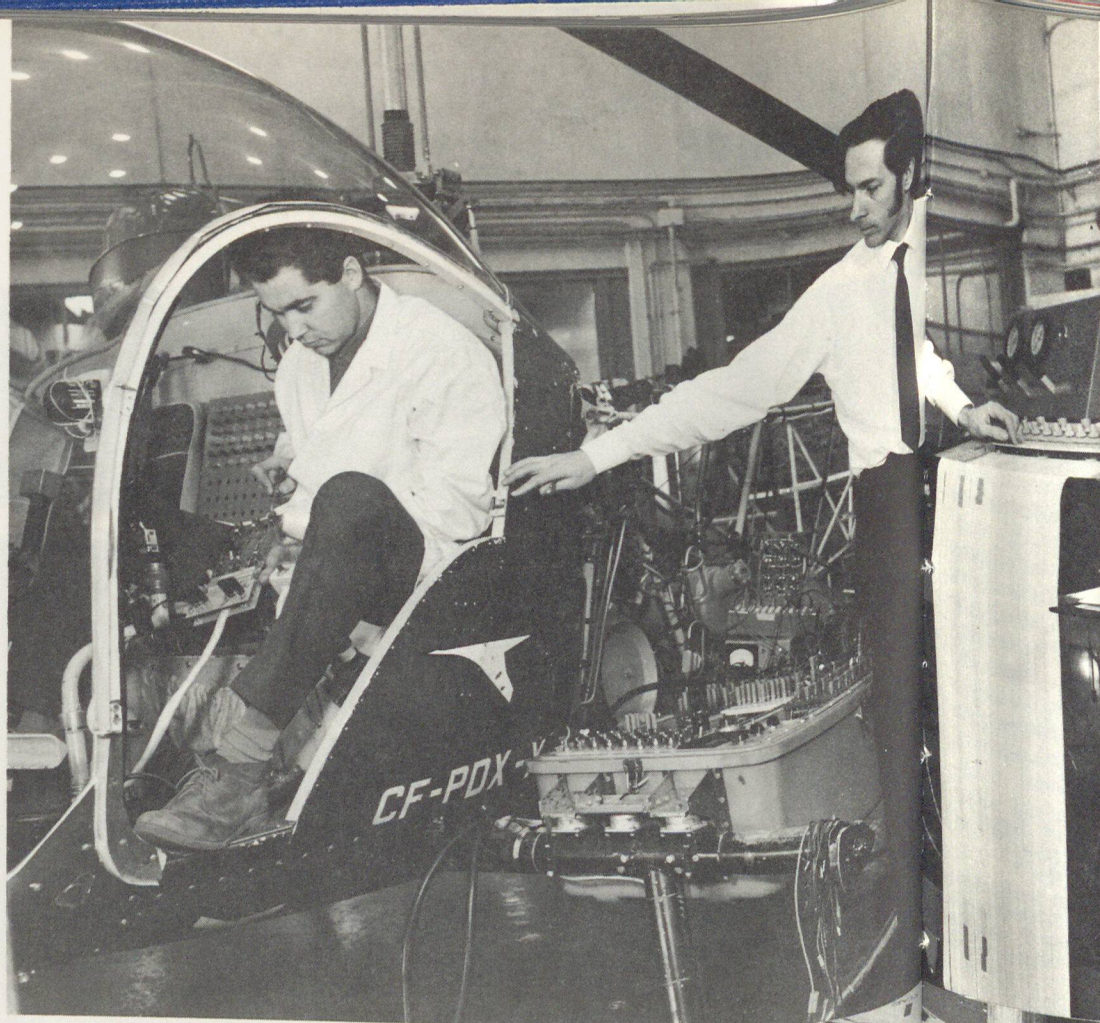
A significant portion of any such long-term development work would involve the National Research Council of Canada. The NRC laboratories, whose facilities devoted to aeronautical research carry a \$40,000,000 book value, over the last 25 years have been involved in support of the design, construction or operation of every significant aircraft and engine type built in Canada.

A recently completed \$7,000,000 low-speed wind tunnel with a 30-foot square working section, was constructed specifically to be of assistance to industry in the V/STOL fields. The first aircraft company to utilize this facility on a time-rental basis was de Havilland with a scale model of its DHC-7. Canadair Limited of Montreal followed immediately after with a propeller component for an experimental four-engine propeller-driven tilt-wing experimental V/STOL aircraft. The 30-foot wind tunnel is a major component of the Low Speed Aerodynamics Section of NRC.

In addition to operating low-speed tunnels, the Section conducts independent research projects. A current one involves investigations into the "externally blown jet flap." Ten years ago it was found that a tremendous lift effect could be achieved at low speeds by directing the jet flow onto the flaps. However, with the engines of that time the hot gases burned the flaps. Turbo-fan-type engines now in use produce a cold flow. The Section is currently doing jet STOL airfoil design studies to improve on existing cold flow techniques that blow air into the wing, carry it through the wing via internal piping and direct it onto the flaps.

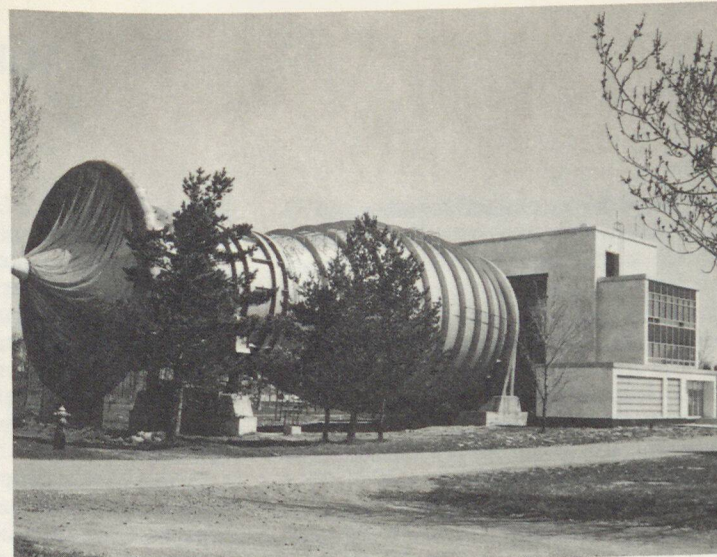
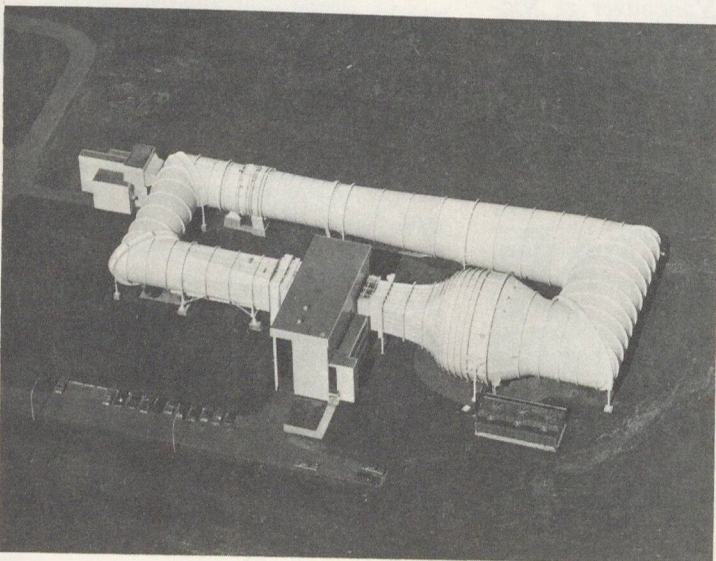
Another area of research currently under investigation by NRC's Low Speed Section is the problem of air turbulence. STOL Aircraft with large wings and slow speeds and flying at low levels are particularly vulnerable to turbulence. Researchers are currently analyzing data from tests measuring unsteady forces on propeller and wing configurations.

One of the characteristics to be found in STOL aircraft is sensitivity to crosswinds. De Havilland used NRC's helicopter airborne four degrees of



In above photo, Dr. K. H. Doetsch, engineer with the Flight Research Section, monitors chart recorder, while Wilmer Budarick makes adjustments to an electro-hydraulic force-feel system in the section's four-degrees of freedom simulator. Pod between the two men contains helicopter's analog computer. Bottom photo is an aerial view of the 30-foot low speed wind tunnel.

En haut: le Dr K. H. Doetsch, ingénieur de la Section de recherche en vol, se sert de l'enregistreur de courbes pendant que Wilmer Budarick règle le système électro-hydraulique simulant la résistance des commandes à bord du simulateur volant à quatre degrés de liberté. On aperçoit, entre ces deux spécialistes, l'ordinateur analogique embarqué. En bas: la soufflerie de 30 pieds du CNRC.



En haut: la soufflerie de propulsion du CNRC. En bas: M. R. J. Templin, Chef du Laboratoire de l'aérodynamique des basses vitesses du CNRC (à gauche) et M. R. H. Wickens, ingénieur chargé de l'étude du volet soufflé par jet externe, examinent une section de voilure dans la soufflerie à faible vitesse de 6 x 9 pieds. Le jet de soufflage est obtenu en utilisant de l'air comprimé injecté dans un turboréacteur simulé.

Propulsion tunnel is shown in above photo. In photo below, R. J. Templin, Head of NRC's Low Speed Aerodynamics Laboratory, (left) and R. H. Wickens, engineer in charge of the externally blown jet flap research project, examine an airfoil in the section's six-by-nine-foot low speed wind tunnel. Jet flow effects are achieved by piping compressed air through a simulated turbojet.



... L'ADAC!

rapport publié récemment sur les ADAC, le Conseil des sciences fait remarquer que l'on dispose au Canada du personnel capable de résoudre le problème des ADAC mais que ce personnel est disséminé et qu'il sera nécessaire d'associer le potentiel d'étude d'une compagnie au potentiel de production d'une autre."

Le Conseil des sciences a exprimé son sentiment qu'il est urgent que le gouvernement lance un important programme, bien défini et pluridisciplinaire, dans le but de résoudre des problèmes sociaux et économiques importants en coopération, sur une base d'égalité, avec tous les secteurs du monde scientifique.

Le programme implique un investissement total de 150 millions de dollars. L'étude et le développement des ADAC et le lancement de leur production pourraient coûter entre 75 et 80 millions de dollars. Les aéroports ADAC sont estimés à 5 millions chacun et les différents équipements et personnels pour en équiper cinq coûteraient environ 50 millions. Des capitaux, dont le montant n'est pas spécifié, seraient aussi nécessaires pour étudier les développements à long terme en vue d'assurer au Canada une position de pointe en technologie ADAC.

Le Conseil national de recherches du Canada aura un grand rôle à jouer dans ce développement à long terme. Les laboratoires du CNRC dont les installations de recherche aéronautique sont estimées à 40 millions de dollars ont, au cours des vingt-cinq dernières années, contribué à l'étude, à la construction et à l'utilisation de tous les appareils de quelque importance et de tous les moteurs construits au Canada.

Une soufflerie à faible vitesse, récemment terminée, de 7 millions de dollars, construite spécialement pour venir en aide aux industriels, permet d'essayer des ADAC et des ADAC dans une veine d'essais de 30 x 30 pieds. La compagnie de Havilland a été la première à s'en servir à l'occasion des essais de sa maquette du DHC-7. La compagnie Canadair Limited, de Montréal, a immédiatement suivi en faisant des essais de son groupe de propulsion à hélices destiné à équiper un ADAC-ADAC expérimental à quatre turbopropulseurs montés sur une aile basculante.

freedom simulator, developed by NRC's Flight Research Section, to modify the lateral control design for the DHC-7. In the NRC simulator, one pilot acts as safety pilot and program manager. The second is the evaluation pilot who flies the aircraft in the ordinary manner. However, instead of directly manipulating the rotors, his controls generate electrical signals. These are fed into an inboard analogue computer in which electric models of flight and control characteristics of a STOL aircraft have been set up. In response to these input signals, the computer puts out output signals which activate hydraulic servo systems controlling the rotors, causing the helicopter to adopt the characteristics of the electric model. Special instruments measure the actual motion of the helicopter and compare it with the motion required by the electric mode. The system reduces to zero the difference between the actual and required motion. The behavior of the helicopter becomes that of the model.

In a recent month-long series of tests a proposed configuration for aileron spoilers was tested to ensure that, when the first test flight of the DHC-7 took place, residual non-linearities would not detract from aircraft handling qualities and render precision manoeuvres and fine control beyond pilot capacity.

To simulate forces at the control wheel, the evaluation pilot took control and flew a realistic STOL approach task. At a prescribed height he performed a sidestep manoeuvre, used whenever a pilot finds himself off to one side of a runway and needs to line up with markers on the ground. Control passed back to the safety pilot at approximately five feet above the ground at the end of the sidestep manoeuvre.

While the Flight Research and Low Speed Sections are concerned with airframe operation, NRC's Engine Laboratory has had a role in the development of the engine that is to power the DHC-7.

Choice of de Havilland for the DHC-7 and the Twin Otter is United Aircraft of Canada's PT-6 gas turbine engine. The PT-6 has become one of Canadian industry's most significant success stories. The 4,000th PT-6 en-

gine was delivered in December, 1970. In 1969, when the engine had accounted for more than 3,000,000 hours of flying time, it achieved recognition as the most widely used powerplant of light turboprop aircraft in the world.

The Engine Laboratory, through efforts dating back to the Second World War, has won an international reputation for its work on anti-icing problems of aircraft gas turbines. The PT-6 had an alcohol anti-icing system, when it was first tested in 1960. The alcohol was sprayed on critical engine surfaces during flights through clouds, rain, snow, etc. Working with United Aircraft, Engine Laboratory engineers helped to evolve an alternative system that was certified for commercial flight in the United States and Canada in 1964.

The new system is an inertial one. Air is sent into the engine in such a way that precipitation is left behind and the engine inhales air minus rain or ice crystals.

However, the main emphasis in the Engine Laboratory has not been on current STOL aircraft — whose propulsion technology as embodied in the DHC-7/PT-6 is virtually complete — but on the short-haul vehicle of the 1980s and beyond, the VTOL aircraft. For the last 15 years, the Laboratory

has focused its effort on the fan-in-wing VTOL concept. This involves designing lifting fans to be placed in the wings of an aircraft, giving an aircraft vertical rising and hovering capability. The fans would be covered over in high-speed forward flight and would not effect the aircraft's performance in this respect since they are not used for cruising.

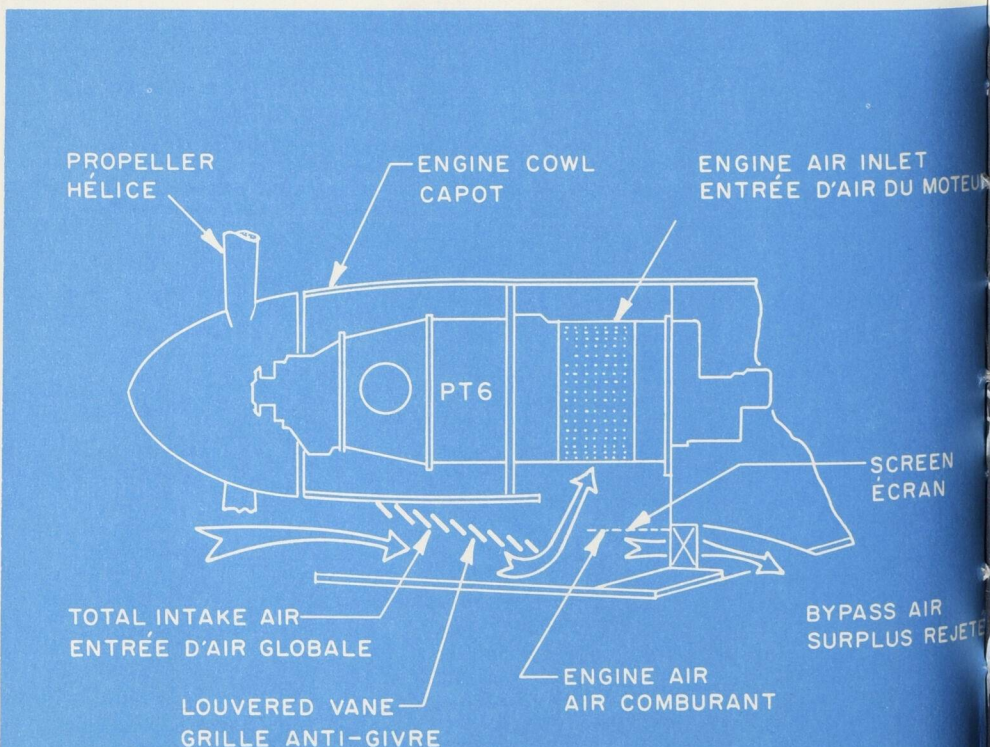
Initial work was devoted to developing on a model scale, a fan which would produce high-lift efficiency. Later work was devoted to the problem associated with the drive mechanism, since the system has an external jet engine or gas generator whose hot compressed gases are fed into a tip-mounted turbine, thereby driving the lifting fan.

INSTALLED PT6 ENGINE WITH INERTIAL SEPARATOR ANTI-ICING SYSTEM

In icing conditions, louvers and screen tend to block, forcing air to negotiate tortuous path into engine. Precipitation is largely carried away by bypass air through oil cooler.

MOTEUR PT6 MUNI DU DISPOSITIF ANTI-GIVRE INERTIEL

La plupart des gouttelettes en surfusion gèlent sur la grille et l'écran qu'elles obstruent ce qui oblige l'écoulement à tourner brusquement; les gouttelettes restantes ne pouvant tourner assez rapidement sont précipitées sur le radiateur d'huile qui les évacue avec l'air en surplus.



... L'ADAC!

En dehors des essais en soufflerie pour des clients, la section se livre à des recherches qui lui sont propres. L'une d'elles se rapporte à un "volet à jet à source externe d'énergie". Il y a dix ans, on a trouvé qu'une portance considérable pourrait être obtenue aux faibles vitesses en se servant de l'écoulement de sortie des turboréacteurs que l'on projette sur les volets. Malheureusement, à cette époque, le jet des réacteurs était si chaud que les volets en souffraient. Les moteurs à réaction d'aujourd'hui, équipés de soufflantes, donnent un écoulement considéré comme froid. La section étudie actuellement des ailes pour ADAC équipées de turbines à gaz donnant un écoulement froid que des conduites dans l'aile permettent de diriger sur les volets.

Le rotor porteur noyé dans l'aile est soumis à des études de bruit à l'extérieur de la soufflerie de propulsion du CNRC et sous l'influence d'un écoulement provenant de la soufflerie. Le banc d'essais a été insonorisé pour éliminer les bruits parasites.

Fan-in-wing model undergoes outdoor noise studies under cross-flow conditions established by flow through NRC's propulsion tunnel. The assembly holding the model has been wrapped in soundproofing material to inhibit noise reflection.

Un autre domaine de recherche en cours à la Section de l'aérodynamique des faibles vitesses est celui de la turbulence. Les ADAC ayant de grandes surfaces portantes et des vitesses de vol faibles, aux faibles altitudes, sont particulièrement vulnérables à la turbulence. On étudie donc l'effet des forces instationnaires sur des configurations d'ailes et de groupes propulseurs.

Une des caractéristiques communes à tous les ADAC est leur sensibilité au vent de travers. Dans ce domaine, de Havilland s'est servi du simulateur volant, à quatre degrés de liberté, utilisant un hélicoptère, appartenant au CNRC et mis au point par la Section de recherches en vol de l'Etablissement aéronautique national, afin de modifier le concept présidant au contrôle du DHC-7 en roulis. Le simulateur volant permet à l'un des deux pilotes d'agir en pilote de sécurité et de directeur du programme tandis que le deuxième évalue la machine et la pilote comme s'il s'agissait d'un hélicoptère ordinaire. Cependant, le pilote n'a pas d'action directe sur les rotors car ses mouvements sont transformés en impulsions électriques envoyées dans un ordinateur analogique embarqué comportant les modèles électriques des caractéristiques de vol et de contrôle de l'ADAC. En réponse à ces impulsions,

l'ordinateur donne des paramètres de sortie qui agissent sur les asservissements hydrauliques ayant eux-mêmes action sur les rotors, de sorte que l'hélicoptère vole suivant les caractéristiques du modèle électrique. Des instruments spéciaux mesurent le mouvement réel de l'hélicoptère et ce mouvement est comparé à celui qui est exigé par le modèle électrique. Le système est conçu pour réduire à zéro les différences pouvant exister, de sorte que le comportement de l'hélicoptère devienne celui qui est imposé par le modèle.

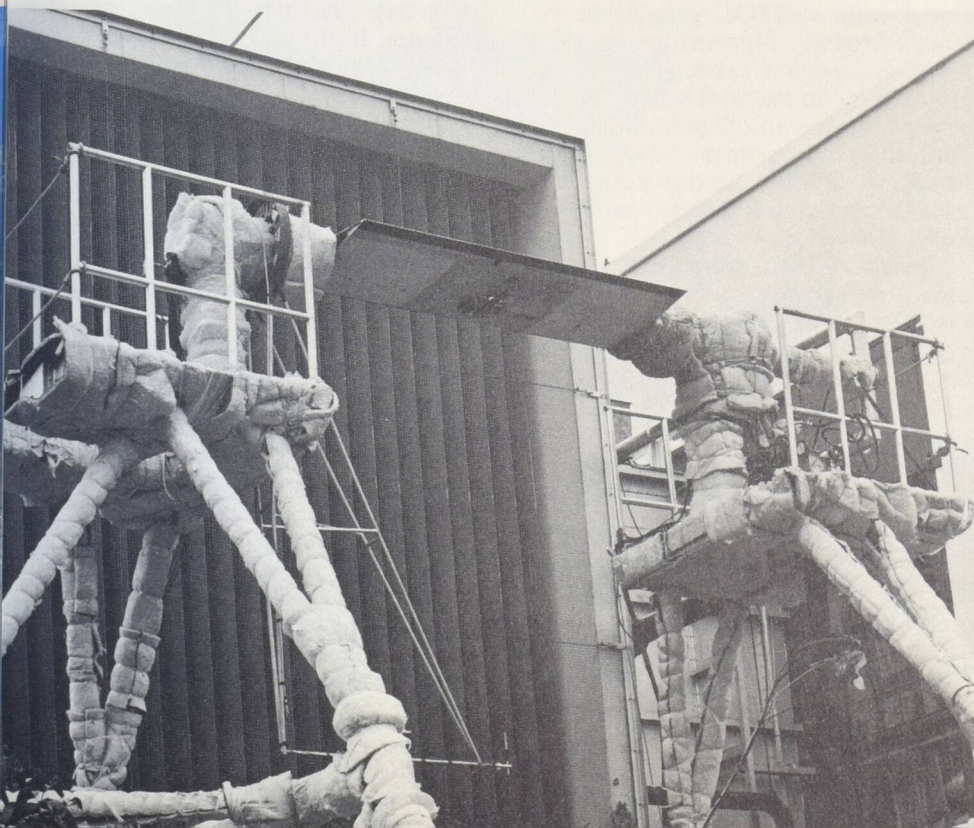
Au cours d'une série d'essais ayant duré un mois, on a essayé des spoilers faisant fonction d'ailerons pour s'assurer que, lors du premier vol du DHC-7, les non-linéarités résiduelles ne réduiraient pas les qualités de pilotage au point que le pilote ne puisse plus piloter.

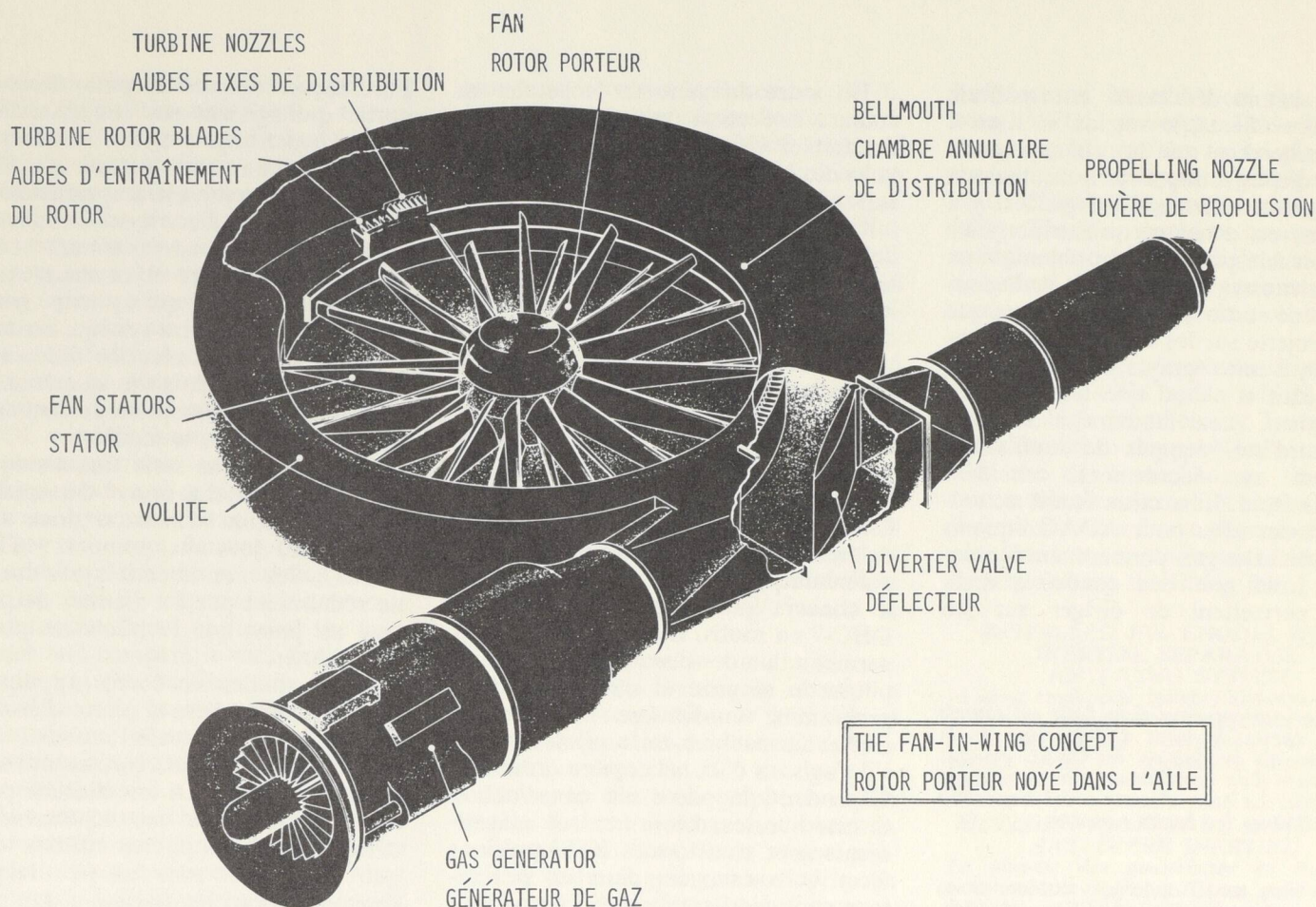
Pour simuler les forces appliquées sur les commandes, le pilote d'évaluation a piloté l'appareil suivant une méthode d'approche représentative de celle d'un ADAC. A une altitude prescrite, il a exécuté une manœuvre en dérapage que les pilotes utilisent chaque fois qu'ils sont un peu trop à droite ou à gauche de l'axe d'une piste et doivent s'aligner sur des balises au sol. Lorsque l'appareil n'était plus qu'à cinq pieds au-dessus du sol et que la manœuvre de dérapage était terminée, le pilote de sécurité de l'hélicoptère a repris les commandes.

Les sections de l'aérodynamique des basses vitesses et des recherches en vol ont la responsabilité des cellules tandis que le Laboratoire des moteurs a un rôle à jouer dans le développement du moteur du DHC-7.

Pour le DHC-7 et le Twin Otter, de Havilland a choisi une turbine à gaz PT-6 fabriquée par United Aircraft of Canada, turbine à gaz qui est devenue l'une des plus belles réussites de l'industrie canadienne puisque 4000 avaient été livrées en décembre 1970. En 1969, lorsque ce moteur avait accumulé plus de trois millions d'heures de vol, il était acquis dans le monde entier que c'était le moteur le plus utilisé pour les petits avions à turbopropulseurs.

Le Laboratoire des moteurs, grâce à ses travaux depuis la Deuxième guerre mondiale, a acquis une réputation internationale dans le dégivrage.





THE FAN-IN-WING CONCEPT
 ROTOR PORTEUR NOYÉ DANS L'AILE

Current efforts are focused on the much more challenging problem of how the lifting fan behaves as the aircraft starts to move forward. There is a flow over the wings as well as through the wing due to the action of the fan. The fan is subjected to an extremely distorted air inflow which tends to deteriorate its aerodynamic performance. Additionally, the airflow loads the fan mechanically in a manner that produces high vibratory forces, which must be coped with in the fan design. In co-operation with NRC's Gas Dynamics Laboratory crossflow studies on a one-foot diameter fan-in-wing model have been undertaken in the propulsion tunnel.

Designed and operated for V/STOL propulsion research by the Gas Dynamics Laboratory, the tunnel has a 10-foot wide by 20-foot high by 40-foot long working section. This facility was constructed in 1962 specifically for the investigation of problems of safety,

economy, noise and performance associated with V/STOL propulsion systems. Models representing possible full-scale engine arrangements are powered by an external source of compressed air (up to 50 pounds per second) and develop up to 1,000 pounds thrust. A 26-foot diameter fan subjects the model to a mainstream flow of about 200 miles per hour.

Several VTOL propulsion systems are currently under active study by the Gas Dynamics Laboratory. These include experimental studies conducted on a single engine system used to power both lift and forward propulsion (similar to the Pegasus engine used in the British VTOL fighter, the Harrier) and on separate lift engine systems designed specifically for low operating noise levels, e.g. Rolls Royce's RB 202 lift fan.

With the Harrier type engine, the engine intakes are always facing forward and thrust direction, either ver-

tical or horizontal, is changed by exhausting the jets through rotatable nozzles. In the separate lift engine concept, the lift engines (fans) are installed in a near vertical attitude. On completion of the lifting function these engines are shut down and separate propulsion engines are used for forward drive. As with the fan-in-wing arrangement this lift engine receives a disturbed non-uniform air flow in the transition from hovering to wingborne flight.

A great deal of the work in this area of lifting performance has been done in the propulsion tunnel, initially with simple wooden models and later with powered models limited to single isolated thrusting fans. Tunnel personnel are now into the next stage — the study of crossflow effects on a tandem installation of three one-quarter-scale models of the RB 202 lift-fan. This study is expected to contribute materially to the first actual aircraft projects employing this engine.

... L'ADAC!

Le moteur PT-6 disposait d'un système antigivre à base d'alcool lorsqu'il a été mis au point en 1960, mais cet alcool atteignait des surfaces critiques lors de vols dans les nuages, la pluie, la neige, etc. En travaillant avec United Aircraft of Canada, les ingénieurs du Laboratoire des moteurs ont pu mettre au point un système qui a été accepté pour les avions commerciaux américains et canadiens en 1964.

Il s'agit d'un système inertiel en ce sens que l'air qui parvient au moteur ne contient plus d'eau de pluie ou de cristaux de glace.

Cependant, les travaux principaux au Laboratoire des moteurs n'ont pas concerné la technologie actuelle des ADAC, représentée par le DHC-7, mais plutôt celle des ADAV, appareils à faibles rayons d'action devant apparaître après 1980. Au cours des quinze dernières années, on a surtout exploré les rotors porteurs noyés dans l'aile pour décoller verticalement. En vol de croisière, ces rotors seraient arrêtés et recouverts d'un carénage de sorte que les performances de l'avion ne seraient pas réduites.

Les premiers travaux ont été consacrés à la mise au point d'une maquette de rotor devant donner un bon rendement. Plus tard, on s'est heurté aux problèmes liés au mécanisme d'entraînement des rotors qui est basé sur l'utilisation d'un générateur de gaz dont les gaz chauds à haute pression actionnent la turbine périphérique montée sur le rotor porteur.

Actuellement, on étudie surtout le comportement de ces rotors porteurs en vol de translation, car à l'écoulement autour de l'aile, s'ajoute celui qui est forcé à travers l'aile par les rotors. Ces rotors étant soumis à des écoulements extrêmement déformés, durant le vol en translation, ont des performances aérodynamiques diminuées. En outre, l'écoulement à travers ces rotors donne des forces instationnaires élevées dont il faut tenir compte lors du calcul des rotors.

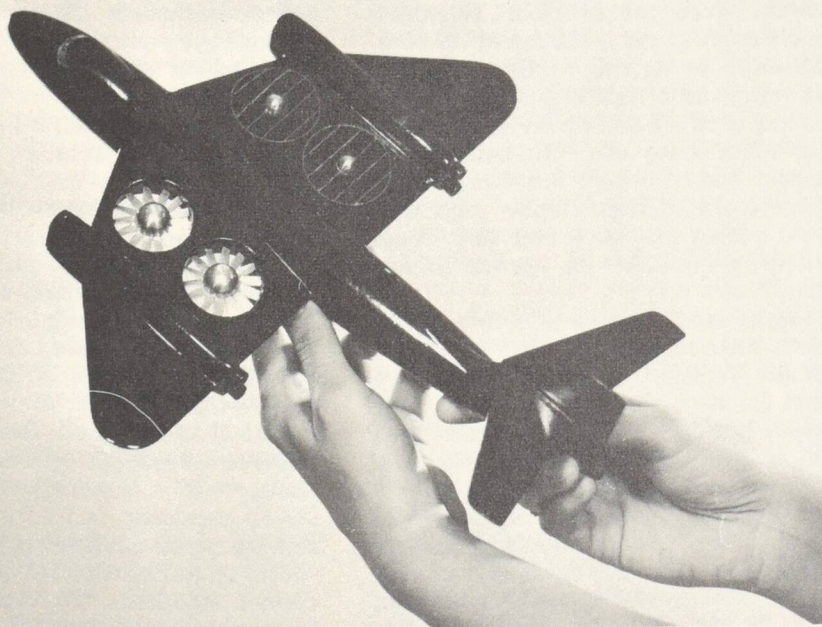
En coopération avec le Laboratoire de la dynamique des gaz, les études de l'influence des écoulements transversaux sur une maquette d'ailes équipées d'un rotor de 1 pied de diamètre ont été entreprises à la soufflerie de pro-

pulsion. Cette soufflerie a été construite en 1962 pour l'étude des ADAC et des ADAV; sa veine d'essais a 10 pieds de large, 20 de haut et 40 de longueur. Les maquettes représentant les configurations possibles de moteurs, à échelle grandeur, sont entraînées par une source externe d'air comprimé atteignant 50 livres de débit par seconde et pouvant donner jusqu'à 1 000 livres de poussée. La soufflerie est équipée d'un ventilateur de 26 pieds de diamètre donnant un écoulement d'environ 200 miles à l'heure dans la veine d'essais.

Plusieurs dispositifs de propulsion pour ADAV sont à l'étude au Laboratoire de la dynamique des gaz. La soufflerie de propulsion a été construite dans le but d'étudier les problèmes de sécurité, d'économie et de bruit liés aux appareils ADAC et ADAV. Depuis cette époque, des études expérimentales ont été conduites sur un système à moteur unique utilisé à la fois pour la propulsion et la portance, semblable au moteur Pegasus du chasseur anglais "Harrier", et sur un système à moteurs de portance indépendants de faibles niveaux de bruits comme il est possible de le réaliser avec des moteurs Rolls Royce RB 202.

Dans le cas du Harrier, le vecteur poussé est orienté de la verticale à l'horizontale en faisant pivoter les tuyères de sortie. Dans le cas de moteurs de portance indépendants, ces moteurs sont installés dans une position proche de la verticale; en vol de croisière, ils sont arrêtés et la propulsion est assurée par des moteurs classiques. Naturellement, les petits réacteurs de portance se trouvent, comme les rotors noyés dans l'aile, dans un écoulement non uniforme pendant le vol de transition.

La portance de ces dispositifs a été étudiée avec soin dans la soufflerie de propulsion, d'abord avec des maquettes en bois, puis avec des maquettes motorisées ne comportant qu'un seul rotor porteur noyé dans l'aile. Actuellement, les ingénieurs étudient en soufflerie l'influence de l'écoulement transversal sur une configuration de trois rotors porteurs de RB 202, en tandem dans le sens du courant libre et à l'échelle un quart. On pense que cette étude sera fort utile au moment où l'on étudiera le premier avion équipé de ces moteurs.



Au décollage et à l'atterrissage, les rotors sont utilisés (aile gauche). En vol de translation, ils sont masqués (aile droite).

Model shows fan-in-wing engines as they would appear in forward flight (covered) and in vertical take-off or landing (uncovered).

Danger from headlight glare: Blind man's buff at 60 mph



Photograph of light distribution of an SAE standard headlight in the passing mode. Note lack of definition on left hand side.

"COULDN'T STOP IN TIME."

Nightly, on crowded city streets, on monotonous stretches of highway, these words are repeated over and over. Words uttered in anger, in surprise, in fear, in shock, in grief. Words repeated endlessly, now over crumpled fenders, now over mangled metallic hulks.

"COULDN'T STOP IN TIME."

What do these words really mean? Statistics show that competent motorists driving on good roads are involved in more than 80 percent of all accidents. What these words most often mean, then, is this. "An automobile accident has happened to a competent driver on a good road, because his seeing distance was less than his vehicle's stopping distance."

For every "couldn't stop in time" accident which occurs during the day, at least two take place at night. Why? Blame headlight glare.

The veiling glare from approaching vehicles wears the driver down and subjects him to bothersome eyestrain. But, what is worse, the incessantly looming beams are capable of causing temporary blindness. This paves the way for misjudging distance, for overdriving (the term for driving such that the stopping distance exceeds the seeing distance) and, in too many cases, for the fateful clash of metal against metal.

The National Research Council of

Canada, in collaboration with the Department of Transport, is currently involved in a long-range program to investigate and improve headlights, hitting hard at the core of night driving accidents. This project is part of an extensive NRC program covering many aspects of road safety.

There is a basic paradox at the root of the headlight problem. Engineers and designers are often intent on combatting it by striving to alleviate glare, the attribute of headlights which most etches itself in the viewer's consciousness. But many are "blinded" by this aspect and overlook the fundamental requirement that headlights must provide seeing distances over and above stopping distances for normal driving conditions.

Most methods of cutting down glare also cut the visibility in front of a motor vehicle. This paradox is such that for even the most modern sealed beam headlights, the legal speed limit on freeways and autoroutes often encourages overdriving.

"The NRC program on headlights will comprise three phases of investigation," says R. G. Brown of the Structures and Materials Laboratory of NRC's National Aeronautical Establishment. Mr. Brown, together with P. M. Huculak, G. F. McCaffrey and A. H. Hall, Head of the Laboratory,

Photographie de la répartition de la lumière émise par un feu de croisement nord américain. A noter, à gauche, les contours flous de la lumière.

are conducting these experiments.

The first project involves laboratory tests on various types of headlamps in order to characterize their performance. For example, by determining the distribution of their light intensity, the NRC scientists obtain a "map" showing contours of the same luminous intensity at a given distance. These maps, called isocandela diagrams, are not unlike the meteorologist's weather maps which mark out equal-pressure regions.

In a new Photometric Laboratory at NRC's Uplands complex in Ottawa, the NRC team is investigating headlamps mounted on cars or on a goniometer, an angle-measuring instrument to hold and accurately aim the lamps.

"We measure the light at regulation distance, point by point, using a delicate photometer sensing probe which is moved on a portable 30 by eight foot matte-white screen," Mr. Brown says. "This distance is 60 feet for North American headlight systems, following Society of Automotive Engineers (SAE) standards, and 25 metres or 82 feet for those on European cars measuring up to Economic Commission for Europe standards. To ensure that no extraneous light enters, the 108-by 32-foot laboratory is provided with shuttered windows covered with black drapes. In addition, a special flat (non-

Pleins feux sur la sécurité de la route

Photographie de la répartition de la lumière émise par un feu de croisement européen. A gauche, on voit que l'on passe brusquement de l'obscurité à la lumière.

Photograph of light distribution of an ECE standard headlight in the passing mode. Note well-defined cut-off on left hand side.

Dans les rues bondées, le long des autoroutes, on entend chaque soir les mêmes mots terribles: "Je n'ai pu arrêter la voiture à temps". Parfois on les chuchote, parfois on les hurle, parfois on dit ces mots en sanglotant. Ces mots s'entendent ici auprès d'un pare-choc légèrement endommagé, là à côté d'une voiture totalement anéantie.

Mais, en réalité, que veulent dire ces mots? D'après les statistiques, dans plus de quatre-vingt pour cent des accidents on trouve de bonnes conditions de route et des conducteurs compétents. Donc par ces mots on entend ceci: Un accident de la route est arrivé à un conducteur compétent car il a vu l'obstacle trop tard.

Deux sur trois de ces accidents ont lieu le soir. Pourquoi? A cause de l'éblouissement dû aux phares.

La lumière éblouissante des feux a pour effet non seulement de fatiguer le conducteur mais également de nuire à sa vue au point où, pendant une fraction de seconde, il devient aveugle. Dès lors, malgré lui, il s'expose à un accident.

Le Conseil national de recherches du Canada, de concert avec le Ministère des transports, s'occupe actuellement des recherches à long terme visant à étudier et à améliorer les feux et ainsi, à la longue, à réduire les accidents de la route qui se produisent au

coucher du soleil et pendant la nuit. Ces investigations se situent dans le cadre d'un vaste programme de recherches s'intéressant à maints aspects de la sécurité routière.

A la base du problème des feux de voiture il y a un paradoxe: les responsables de la conception et la fabrication des feux pensent pouvoir combattre ce problème en réduisant l'éblouissement. Mais, ce faisant, beaucoup font abstraction de la nécessité fondamentale d'assurer que la portée de vue du conducteur dépasse la distance requise pour freiner la voiture.

Si on réduit l'éclat des phares pour les autres, par ce fait même on diminue la portée de vue du conducteur.

Ce paradoxe est si frappant qu'avec les phares utilisés aujourd'hui, même les plus modernes, les limites de vitesse pour les grandes routes entraînent souvent les accidents de voiture occasionnés par les phares.

"Nos recherches sur les feux comprendront trois phases" nous dit R. G. Brown, du Laboratoire des structures et matériaux de l'Etablissement aéronautique national du CNRC. MM. Brown, P. M. Huculak, G. F. McCaffrey et A. H. Hall, Chef du laboratoire, constituent l'équipe de recherches.

"D'abord on va étudier au laboratoire les diverses marques de phares afin de les caractériser. Par exemple,

après avoir déterminé la répartition de la lumière émise par les phares, les chercheurs préparent une "carte" où figurent des courbes de même intensité lumineuse à une distance donnée. Ces cartes font penser aux cartes météorologiques où les courbes isobares accusent les régions de pression égale."

Au nouveau laboratoire photométrique situé à l'aérogare d'Uplands, à Ottawa, l'équipe du CNRC étudie actuellement les phares fixés sur des voitures ou montés sur un goniomètre, appareil qui permet de viser le feu et de mesurer avec beaucoup de précision l'angle qu'il fait avec l'horizontale ou la verticale.

"Nous mesurons l'intensité lumineuse à une distance particulière grâce à un détecteur très sensible attaché à un photomètre et qu'on peut déplacer ça et là sur un écran blanc mesurant trente pieds sur huit. La distance entre le feu et l'écran est de 60 pieds (18.3 mètres) lorsqu'il s'agit de phares nord américains suivant les normes de la Society of Automotive Engineers (SAE) et de 25 mètres, soit 82 pieds, pour ceux employés sur les voitures européennes selon les normes de la Commission économique pour l'Europe. Au laboratoire, l'étanchéité à la lumière est assurée par des fenêtres aux volets fermés qui sont par ailleurs couverts d'une étoffe noire. En outre,

headlights

specular) black floor and walls minimize reflected light."

On the agenda for phase two are studies on private stretches of road, restricted sections of new highways and possibly public thoroughfares. Targets representative of the animals, pedestrians, other cars and obstacles which present hazards to normal highway travel will be placed on the road.

Continuous recording of data of these and other tests involving other aspects of traffic safety will be possible through the use of an instrumented vehicle developed by R. C. Baker of the Structures and Materials Laboratory. Data-gathering apparatus, including a small computer, all placed so as not to affect the performance of vehicle or driver, will make it possible to record car speed, time to detect and reach target, illumination of the target, glare at the driver's eyes and electrical data on headlight performance with high accuracy. All data gathered in the instrumented vehicle are controlled by an accurate clock which, if synchronized with other clocks in other vehicles used in the tests, permits simultaneous recording of data in the vehicles to a high degree of accuracy.

"Phase three, it is expected, will involve field tests with highway conditions similar to those in phase two," Mr. Huculak says. "Here, however,

emphasis would be placed on the physiological effect of different headlight systems and situations on the driver. Eye motion studies and a general time history of the eyes during the eye-headlight interaction would be among the main points of the study."

"Phase one results on illumination from fixed headlights come from no less than 630 readings per test," Mr. Brown says. "This gives us quite complete distribution of the luminous intensity at all angles for many varieties of European and SAE sealed-beam standard headlights we study. Although the European lights are much brighter, these two kinds of headlights differ little with respect to the distribution of light intensity for regular beams (brights). This is not the case though for the depressed beams (dims) where there is a significant difference between SAE and European models. Our 50 or so isocandela diagrams from two to three dozen different headlights should really bring this out."

Keen interest in the NRC traffic safety research on headlamps has been shown by members of the International Commission on Illumination, an autonomous organization which grew spontaneously out of the interest of individuals working in illumination. This Commission is generally recognized as representing the best authority on illu-

mination and provides an important international forum for all matters relating to the science and art of lighting. Canada is among the 29 member nations of this Commission and the Canadian National Committee of the Commission is appointed by the National Research Council.

"Our principal aim is to study the driver-headlight interaction in order to reduce accidents," Mr. Brown says. "Once headlights now in use have been analyzed and catalogued, it will be possible to formulate recommendations regarding how they might be built, focused, powered, installed and so on, for greater safety. Windshields may also enter into the picture."

"We are particularly interested in determining what effect two different types of interacting headlights have on driving," Mr. Hall says. "We hope to uncover any unsuspected factor which could be hazardous in such a case. Our results will provide data for possible changes in safety regulations covering the importation of headlight beams to be mixed with SAE beams. They will also play a part in considerations regarding the relative candlepower requirements of the two headlight types and regarding methods for introducing headlights of greater intensity in future motor vehicles."

R. G. Brown aligning headlamp in goniometer during tests. Goniometer allows precise positioning of fixed headlight in vertical and horizontal directions.

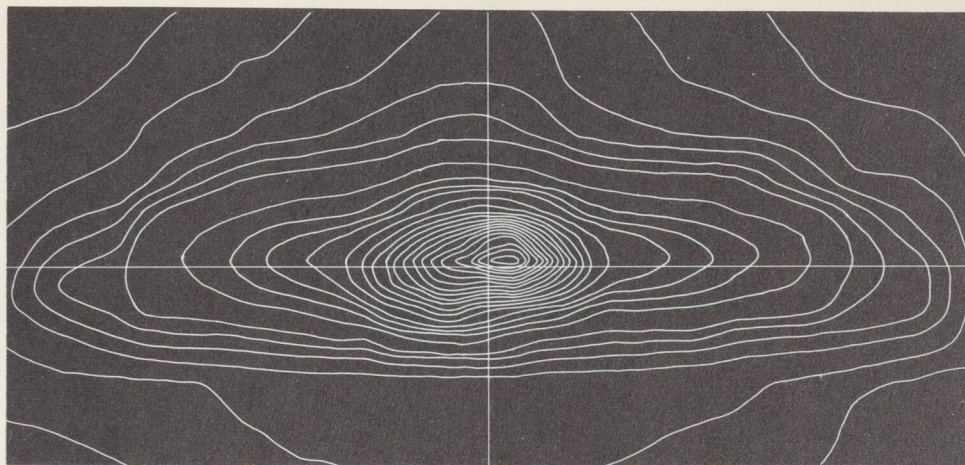


Lors des tests, R. G. Brown ajuste le phare dans un goniomètre, appareil qui permet de mesurer avec beaucoup de précision l'angle que fait le feu avec l'horizontale ou la verticale.

... phares

Quelle est l'intensité lumineuse en un point donné? Grâce à des cartes isocandelas du type ci-dessus, d'un feu de route nord américain, on voit d'un coup d'oeil la répartition de la lumière.

How bright is a headlight's beam at a given point? Each curve of this isocandela diagram (of a high beam SAE headlight) runs through points of the same luminous intensity and the diagram thus shows how the light is distributed.



le plancher et les murs sont recouverts en noir au moyen d'une peinture non-réfléchissante.

Quant à la deuxième étape des recherches, on projette des études sur des rubans de route isolés et peut-être même au milieu de la circulation. Lors des tests on emploiera des cibles en forme de piétons, d'animaux et d'autres voitures qui simuleront les situations dangereuses auxquelles le conducteur devra faire face.

Un véhicule spécialement équipé, mis au point par R. G. Baker, du Laboratoire des structures et matériaux, permettra l'enregistrement sans interruption des données découlant de ces tests ainsi que d'autres dans divers domaines de la sécurité routière. A l'intérieur de la voiture on a installé un petit ordinateur de façon à n'influencer ni les performances du conducteur, ni celles de la voiture. Au moyen de l'ordinateur on est à même d'enregistrer avec précision et sans interruption la vitesse de la voiture, le temps nécessaire pour détecter et atteindre la cible, l'intensité lumineuse de la cible, l'éblouissement des phares aux yeux du conducteur et les données concernant le rendement de ces phares.

Toutes les données recueillies par l'ensemble des instruments dans la voiture sont contrôlées par une horloge précise. Si celle-ci, lors des tests, est synchronisée avec d'autres horloges déposées dans d'autres véhicules, on pourra enregistrer simultanément avec grande précision les données provenant de toutes les voitures.

"On s'attend à ce que la troisième partie de nos recherches concernent également des essais sur la route, mais

là, on va examiner de près l'influence physiologique des divers systèmes de phares sur le conducteur", nous dit M. Huculak. "On espère étudier le mouvement des yeux, par exemple, dans le cadre des recherches destinées à établir le bilan de tout ce qui se passe alors que les yeux du conducteur sont éblouis par les phares".

"Pour l'étude déjà en cours, on mesure l'intensité lumineuse sur l'écran à pas moins de 630 endroits différents pour chaque phare" nous dit Monsieur Brown. "Ceci nous donne la répartition complète de l'intensité à tous les angles pour les nombreux types de phares nord américains et européens, que nous mettons à l'étude. Bien que la lumière émise par des feux de route européens soit beaucoup plus intense, la répartition de cette lumière dans l'espace diffère très peu de celle des feux de route nord américains. Mais, il en va tout autrement lorsqu'il s'agit de feux de croisement. Là, il existe une différence appréciable entre la répartition des feux européens et celle des feux nord américains. Nos cartes d'intensité, dont il y aura environ cinquante pour une trentaine de phares, devraient bien mettre cette différence en relief".

Les recherches du CNRC visant à améliorer la sécurité routière et, en particulier, les investigations sur les caractéristiques des phares ont suscité beaucoup d'intérêt chez les membres de la Commission internationale de l'éclairage (CIE). Organisme autonome, la CIE est née de l'intérêt des individus ayant affaire à l'éclairage. Généralement reconnue comme étant la meilleure autorité sur les problèmes

d'éclairage, la CIE met à la disposition des intéressés un forum international important pour tout ce qui a trait à la science et à l'art de l'éclairage. C'est le CNRC qui nomme les membres représentant le Canada parmi les 29 pays qui appartiennent à la CIE.

"Notre but principal est d'étudier l'interaction du conducteur et des phares afin de réduire les accidents de la route" nous dit Monsieur Brown. "Une fois les phares sur les voitures actuelles, caractérisés et classés, il nous sera possible de formuler nos recommandations vis-à-vis de leur fabrication, leur installation, leur réglage etc. afin de minimiser les accidents qu'ils occasionnent. Il se peut bien que les pare-brises entrent en jeu également".

"Voici ce qui nous intéresse particulièrement", nous dit Monsieur Hall: "Mettons que deux voitures, l'une américaine, l'autre fabriquée en Europe s'approchent l'une de l'autre le soir. Quelle est alors l'influence des deux types de phares sur les conducteurs? Nous espérons découvrir toutes les sources possibles de danger dans un tel cas. Nos résultats fourniraient des données de base pouvant aboutir à des modifications de règlements de sécurité routière dans le domaine de l'importation des phares destinés à être employés au milieu des phares nord américains. En outre, ces résultats entreront en jeu lors des délibérations sur les exigences d'intensité des deux types de phares. Enfin, ils seront utiles pour la mise au point des moyens d'introduire des phares plus intenses sur les voitures de l'avenir.

Scientists tune in on Wavelengths of birds

Man's feathered friends have inhabited the earth for millions of years — the most ancient fossils known are more than 150 million years old, and the oldest American species are about 100 million years. Today, there are over 8,000 species of birds ranging in size from two inches in length to the ostrich which stands some eight feet in height. Most birds live on the land with each species doing its particular part to maintain a balance in nature.

Birds are the most mobile of all animals and can travel great distances at high speed. Ducks have been reported flying at speeds of up to nearly 60 miles an hour, while some small song birds may fly at speeds as high as 37 miles an hour. Pilots of light planes travelling at 90 miles an hour, have reported being passed by sandpipers and peregrine falcons.

Birds have better vision than any other animal, so that when they are travelling faster or at about the same speed as an aircraft, they have time to avoid it, and there is little danger they will come into actual contact with it. However, as aircraft flying speeds have increased, the risk of collision also has increased. A jet travelling at over 600 miles an hour closes so rapidly upon a bird that the bird is unable to take avoiding action.

The incidence of bird strikes, including cases in which birds were ingested into air intakes of jet engines, has reached serious proportions. Statistics compiled by Air Canada show that in one year alone there were 187 bird strikes. One single incident cost the Company some \$50,000 when a snowy owl was ingested into the engine of a Vanguard aircraft during takeoff at Toronto International Airport. Over a period of three years, Canada lost seven CF104 fighter aircraft at a cost of \$10 million due to birds.

At the present time, bird movements are closely monitored by radar in some areas to enable airline operators to advise pilots of the locations of large concentrations of birds. Even though appropriate diversionary action can be taken, complete avoidance of birds is virtually impossible and the strike hazard remains ominously present.

Much effort is being expended both nationally and internationally in devising means to discourage birds from

congregating on and around airports.

Since the early days of radar during the Second World War, observations have appeared in the literature from time to time that birds become disoriented and confused when they intercept a radar beam. On closer examination, these reports revealed that in each case the microwave field through which the birds were flying was of very low intensity, too low in fact for the disorientation to be explained in terms of thermal effects produced in the organism by the conversation of microwave energy to heat.

"A medium that shows some promise for both ground and airborne applications is a pulsed microwave field," says Dr. Alan Tanner, Head of the Control Systems Laboratory of the National Research Council of Canada's Division of Mechanical Engineering.

Since 1966, this laboratory has been conducting studies using electromagnetic fields to confirm the hypothesis that microwaves can profoundly influence birds. Aim of the program, being carried out in cooperation with the Department of Anatomy at Queen's University, is to design microwave fields that will have the greatest possible effect on birds for the least expenditure of power.

When exposed to microwaves, birds in general manifest an escape reaction. Although there are behavioral differences between species, Dr. Tanner and his colleagues found that the escape reaction dominated the behavior patterns of domestic fowl, pigeons and seagulls tested in the Laboratory. A few seconds after the microwave field was switched on, in three species of domestic fowl for instance, the wing outside the field of radiation became collapsed and the opposite wing became extended. A similar phenomenon was observed with the legs. The birds inclined their heads so that the eye closest to the field of radiation was oriented to the field and the sagittal axis of the head was kept in line with the appropriate axis of the body. The bird turned down (heeled over) to the outside of the field following this axis of the body. In the turning reaction, the outer side of the animal became paralyzed and when the bird reached the floor of the cage the reaction manifested itself by increased extensor re-

action of the inner side, with the head turned to face the centre of the field. In other words, the microwave beam interacted with the nervous system of the birds in such a way that they became temporarily immobilized. Pigeons and seagulls reacted similarly, though the seagulls were more inclined to initiate flight.

Tests both outdoors and under laboratory conditions showed that radiation of a feeding area also had a deterrent effect on birds approaching that area.

These findings prompted Dr. Tanner's laboratory to take a closer look at the physiological correlates in an attempt to identify the control hierarchy and sensory mechanisms involved.

"Once these are established," he says, "it may be possible to design a microwave field to produce a desired avoidance reaction."

"The biological effects of microwaves are not well understood," explains Dr. Tanner. "Environmental conditions play an important part and in order to arrive at a practical solution, we have to know the influence of such environmental factors as temperature and humidity, and how each affects the physiology of the bird. Another consideration is that birds on the ground present a different type of problem to birds in the air. On the ground, our concern is to discourage them from feeding in certain areas; in the air, they must be dispersed rapidly so that collision does not occur."

Electrophysiological studies have revealed that all areas of a bird show changes when the bird is subjected to pulsed microwave radiation. During trials, for example, in a flight tunnel 40 feet long, specially built by the Control Systems Laboratory to observe the reaction of parakeets in flight, increased humidity did not affect the birds and they behaved normally, performing tasks they had learned during a month's training session. But when the microwave beam was switched on, the compound effect was such that in most of the trials the birds strongly avoided the field. After a number of trials, they showed signs of sickness, disorientation or extinction of their previously learned behavior. Subsequent trials under normal environmental conditions, without radiation, revealed persistence in

Les oiseaux existent sur la terre depuis des millions d'années puisque l'on a trouvé des fossiles qui ont conduit à la conclusion que les oiseaux existent dans le monde depuis 150 millions d'années et, en Amérique, depuis 100 millions d'années. Aujourd'hui, on a trouvé qu'il existe plus de 8 000 espèces d'oiseaux allant de 2 pouces de longueur à 8 pieds de hauteur comme l'autruche. La plupart des oiseaux vivent sur terre et chaque espèce contribue à l'équilibre de la nature.

Les oiseaux sont les animaux qui se déplacent le plus et ils peuvent voyager très loin et très vite. La vitesse maximum de vol des canards peut être de 60 miles à l'heure environ tandis que celle des petits oiseaux peut atteindre 37 miles. Les pilotes de petits avions volant à 90 miles à l'heure ont mentionné qu'ils ont été parfois dépassés par de petites bécasses et des faucons pèlerins.

Les oiseaux ont une vision supérieure à celle des autres animaux et c'est la raison pour laquelle lorsqu'ils

volent très vite ou à une vitesse sensiblement la même que celle d'un avion, ils peuvent éviter l'obstacle et, en fait, il y a peu de chances qu'il y ait une collision. Cependant, ce risque de collision existe au fur et à mesure que la vitesse des avions augmente et un avion à réaction volant à plus de 600 miles à l'heure se rapproche si rapidement de l'oiseau que ce dernier n'a pas le temps de faire la manœuvre lui permettant d'éviter l'impact.

L'augmentation des impacts d'oiseaux sur les avions est si grande que l'on commence à être inquiet. Il s'est même produit que des oiseaux soient absorbés par les prises d'air des réacteurs. Les statistiques, selon Air Canada, montrent qu'en une année il y a eu 187 impacts d'oiseaux. Une seule de ces rencontres a coûté à la compagnie 50 000 dollars environ du fait qu'un harfang des neiges a été absorbé par une des prises d'air d'un Vanguard, au décollage, à l'aéroport de Toronto. En trois ans, le Canada a perdu sept chasseurs CF104, soit 10 millions de

dollars du fait des impacts d'oiseaux.

Actuellement, on suit de près au radar les mouvements des oiseaux, tout au moins dans certaines régions, pour permettre aux compagnies aériennes de signaler à leurs pilotes les endroits où ils risquent d'en trouver de grandes concentrations. Même si l'on peut faire quelque chose, d'éliminer complètement le risque de rencontrer des oiseaux est pratiquement impossible. On recherche actuellement, non seulement au Canada mais à l'étranger, des moyens permettant de décourager les oiseaux de vivre en bandes aux environs des aéroports ou sur les aéroports eux-mêmes.

Dès le début du radar durant la Deuxième Guerre mondiale, on s'est aperçu de temps à autre que les oiseaux semblaient désorientés par les faisceaux radar. En étudiant des rapports de plus près, on s'est aperçu que le champ des micro-ondes dans lequel les oiseaux volaient était de très faible intensité et trop faible pour que la désorientation de l'animal soit expliquée en fonction des effets thermiques produits sur l'organisme par la conversion de l'énergie des micro-ondes en chaleur.

Le Dr Alan Tanner nous a dit: "Un moyen qui semble quelque peu prometteur pour des applications tant au sol qu'en vol réside dans le champ de micro-ondes pulsées." Le Dr A. Tanner est chef du laboratoire des systèmes de contrôle de la division de génie mécanique du Conseil national de recherches du Canada.

Depuis 1966, ce laboratoire se livre à des études sur les champs électromagnétiques dans le but de confirmer l'hypothèse selon laquelle les micro-ondes peuvent influencer profondément les oiseaux. Le but du programme, exécuté en coopération avec le Département d'anatomie de l'Université Queen's, est de concevoir des champs de micro-ondes qui auront le plus grand effet possible sur les oiseaux et au moindre prix.

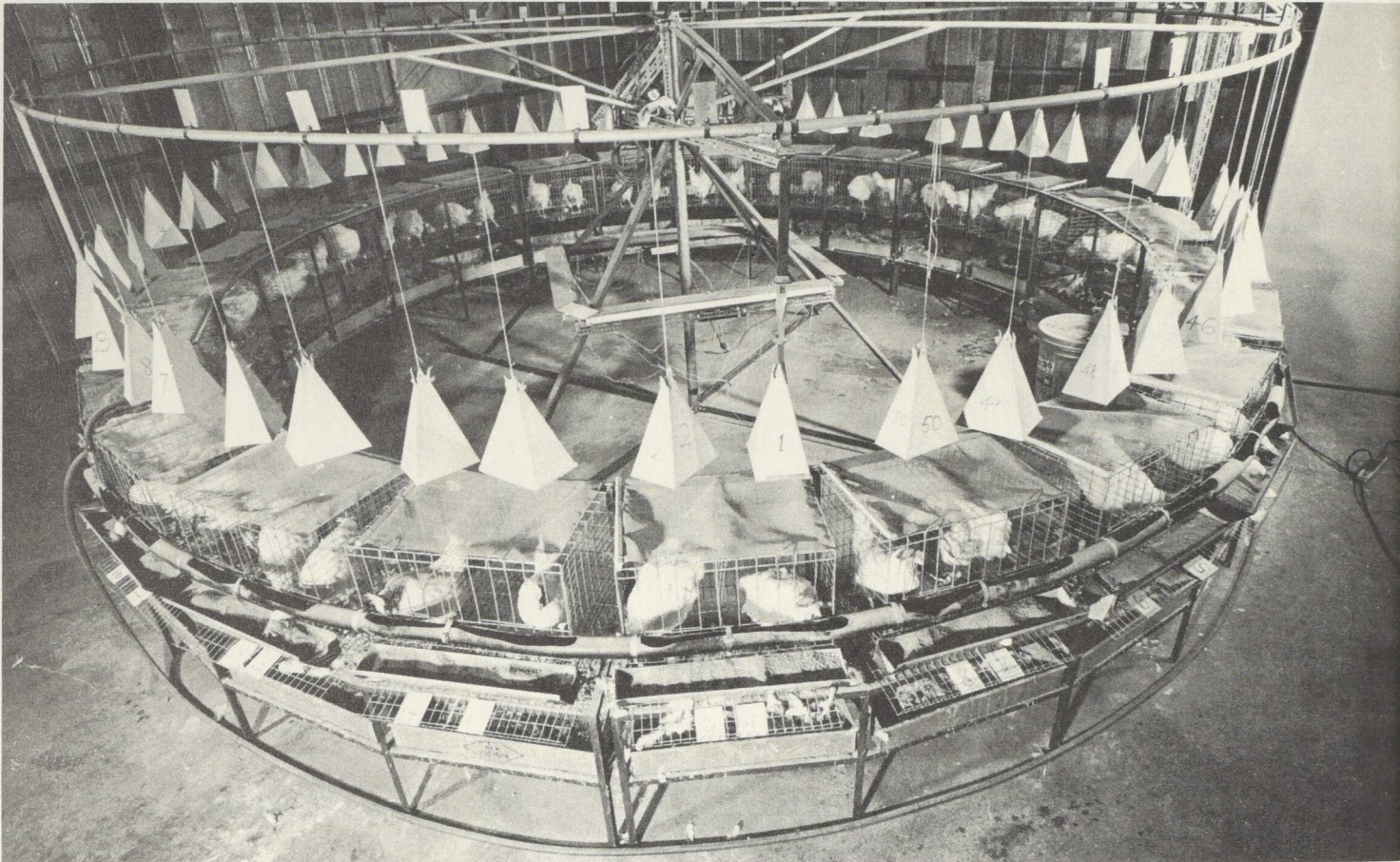
Lorsque les oiseaux sont exposés aux micro-ondes, leur réaction est en général d'y échapper. Quoiqu'il y ait des différences de comportement entre les espèces, le Dr Tanner et ses collègues ont trouvé que cette tendance à y échapper dominait le comportement



A droite: poule dans son état normal.
A gauche: après exposition aux micro-ondes, l'autre poule cherche surtout à se sauver, mais elle redevient normale quand l'émission est coupée.

Domestic fowl before being exposed to microwave field (right). After exposure, an escape reaction dominates the bird's behavior (left). The bird returns to normal after the field is switched off.

Wavelengths of birds



Carousel of cages used in microwave study. Only one "cone" is the radiating antenna; all the others are dummies.

Les cages sont montées en carrousel. Seulement l'un des "cones" sert d'antenne, les autres étant des leurres.

the abnormal flight pattern.

Whether these changes are due to peripheral effects, such as local changes in the skin, or physical changes in the behavior of the animal such that feedback of the motor activity is modified, have yet to be determined.

What physiological mechanism, for instance, associated with feathers may be activated by a microwave field?

"This particular study," says Dr. Tanner, "proved to be one of the most productive."

The reaction of chickens whose tail feathers only were subjected to microwave radiation was explored in the laboratory together with the effects of radiation on defeathered birds. In the case of the former, when radiation was switched on, the bird immediately ceased what had been a moderately inquisitive exploration of its cage. After a period of 10 to 20 seconds, it showed mounting signs of distress vented in the form of vocalization, defe-

cation and the initiation of flight. Repeated periods of exposure produced the distress reaction in a shorter time. Tests on members of the same species produced the same results. In each case, when the field was switched off, a bird responded by fluffing its body feathers and actively preening. The feathers alone appeared to be responsible for this reaction.

With plucked chickens, exposure to microwave radiation for two minutes every day produced little or no reaction until the twelfth day. At this time, it was observed that new feathers had started to grow and their tips protruded from the surface of the skin.

However, similar experiments conducted on chickens that had been defeathered by cutting the feathers revealed apparent indifference to the microwave field up to 30 days following defeathering.

"It seems evident," points out Dr. Tanner, "that feathers serve in a sen-

sory role. The physical properties of quill tissue and particularly the piezoelectric properties, which are fundamental to living tissue, point to a multiple physiological role and suggest sensory mechanisms that hitherto have been overlooked."

In the light of the laboratory's current results, microwaves do appear to have promise in the solution of the problem of bird hazards to aircraft on the ground as well as in the air.

"A microwave beam of appropriate frequency and intensity used to scan a runway", states Dr. Tanner, "could provide a safety corridor for aircraft and it is quite possible that existing radar equipments could be modified and used to do this. However, before any such scheme is implemented we must gain a better understanding than exists at the present time of the effects of microwaves on man and, in fact, on all forms of living tissue. The question of pollution is a very serious one."

... les longueurs d'ondes ...

des mouettes, des pigeons et des oiseaux domestiques soumis aux tests du laboratoire. Quelques secondes après le début de l'émission des micro-ondes chez trois espèces d'oiseaux domestiques par exemple, l'aile hors du champ "tombe" tandis que l'autre s'étend. Un phénomène semblable a été observé dans le cas des pattes. Les oiseaux inclinent leur tête de sorte que leur œil le plus proche de la source de rayonnement est orienté selon le champ et que l'axe sagittal de la tête reste en ligne avec l'axe approprié du corps. L'oiseau se tourne comme pour s'éloigner et sortir du champ selon cet axe du corps. Au cours de cette rotation, la partie externe de l'oiseau devient paralysée et, en touchant le plancher de la cage, la réaction se manifeste par une réaction plus grande des muscles extenseurs du côté interne et la tête se tourne pour faire face au centre du champ. Autrement dit, le faisceau de micro-ondes a une action sur le système nerveux des oiseaux de telle manière qu'ils sont temporairement immobilisés. Les pigeons et les mouettes ont réagi d'une manière semblable à l'exception du fait que les mouettes semblaient vouloir s'envoler.

Des essais faits à l'extérieur et dans des conditions de laboratoire ont montré que si l'on disposait d'un champ rayonnant dans une zone où les oiseaux trouvent leur nourriture, ces derniers avaient tendance à s'en éloigner.

Ces résultats ont amené le laboratoire du Dr Tanner à examiner de plus près les relations physiologiques dans le but d'identifier la hiérarchie du contrôle et les mécanismes sensoriels mis en cause.

"Un fois que nous aurons déterminé ces paramètres", nous a-t-il dit, "il sera peut-être possible de concevoir un champ de micro-ondes éloignant les oiseaux."

"L'action biologique des micro-ondes n'est pas très bien comprise" nous a expliqué le Dr Tanner, "car les conditions d'ambiance jouent un rôle important et, afin de trouver une solution pratique, nous devons savoir quelle est l'influence des facteurs d'ambiance tels que la température, l'humidité et jusqu'à quel point ces facteurs ont un effet sur la physiologie de l'oiseau. Une autre considération doit entrer en ligne de compte puisque le

problème pour les oiseaux en vol est différent de celui des oiseaux au sol. Au sol, nous avons pour but de décourager les oiseaux de venir se nourrir dans certaines zones tandis que, en l'air, nous devons les disperser rapidement pour éviter les collisions."

Des études électrophysiologiques ont montré que tout le corps de l'oiseau est sujet à des changements lorsqu'il est soumis au rayonnement de micro-ondes pulsées. Au cours d'essais faits par exemple dans la soufflerie de 40 pieds de long, construite spécialement par le laboratoire des systèmes de contrôle pour observer les réactions de perruches en vol, une augmentation d'humidité n'a pas affecté les oiseaux et leur comportement était normal en exécutant ce qu'ils avaient appris au cours d'un mois d'entraînement. Par contre, lorsqu'ils ont été soumis aux faisceaux de micro-ondes, on s'est aperçu que ces oiseaux faisaient tout leur possible pour éviter de se trouver dans le champ. Après un certain nombre d'essais, on s'est aperçu qu'ils devaient être malades, désorientés et qu'ils ne se souvenaient plus de ce qu'on leur avait appris. Les essais qui ont suivi dans des conditions d'ambiance normales sans rayonnement ont montré que cette configuration anormale de vol persistait.

Que ces changements de leur comportement soient dus à des effets périphériques tels que des changements locaux de leur peau ou des changements physiques du comportement de l'animal, au point que la rétroaction de l'activité motrice soit modifiée, reste à déterminer.

Quels mécanismes physiologiques par exemple, liés aux plumes peuvent être déclenchés par un champ de micro-ondes?

"Cette étude particulière," nous a dit le Dr Tanner, "s'est révélée comme étant l'une des plus productives."

La réaction de poulets dont uniquement les plumes de la queue ont été soumises à un rayonnement de micro-ondes a été étudiée au laboratoire en même temps que l'influence de ces rayonnements sur des oiseaux dont on avait enlevé les plumes. Dans le premier cas, l'oiseau s'est arrêté immédiatement dans son exploration modérément intéressée de sa cage quand on a mis en action le faisceau de micro-

ondes. Après 10 à 20 secondes, il a donné de plus en plus de signes de détresse sous la forme de cris, d'un essai de s'envoler et aussi d'une libération de matières fécales. Si l'on répétait l'action du faisceau, cette réaction de détresse apparaissait plus rapidement. Des essais sur des membres de la même espèce ont donné les mêmes résultats. Dans chaque cas, si l'on coupait le champ de micro-ondes, l'oiseau agitait les plumes de son corps et les lissait activement avec son bec. Donc, les plumes elles-mêmes semblent être à l'origine de sa réaction.

Avec les poulets plumés, l'exposition aux micro-ondes pendant deux minutes chaque jour a donné très peu, ou pas, de réaction jusqu'au douzième jour. A ce moment-là, on s'est aperçu que les plumes avaient repoussé et que leurs extrémités dépassaient de la surface de la peau. Toutefois, des expériences semblables conduites sur des poulets qui avaient été déplumés en coupant les plumes ont montré que l'oiseau était apparemment indifférent au champ de micro-ondes pendant les trente jours qui ont suivi le coupage des plumes.

Et le Dr Tanner d'ajouter: "Il semble évident que les plumes ont un rôle sensoriel. Les propriétés physiques de la plume elle-même et plus particulièrement ses propriétés piézo-électriques, qui sont fondamentales dans les tissus vivants, mettent en relief un rôle physiologique multiple et laissent penser que les mécanismes sensoriels ont été jusqu'à maintenant sous-estimés."

A la lumière des résultats obtenus actuellement au laboratoire, les micro-ondes conduisent à penser qu'elles fournissent peut-être une solution du problème du péril aviaire, tant pour les aéronefs au sol qu'en vol.

Et enfin le Dr Tanner de conclure: "Un faisceau de micro-ondes d'intensité et de fréquence appropriées qui balaierait une piste d'envol pourrait procurer un couloir de sécurité pour les avions et il est tout à fait possible que les radars actuels pourraient être modifiés à cette fin. Cependant, avant de passer à l'action il est nécessaire de mieux comprendre l'influence des micro-ondes sur l'homme et, en fait, sur toutes les formes de tissus vivants. La question de pollution est très sérieuse."

Thrust measuring system for jet engines

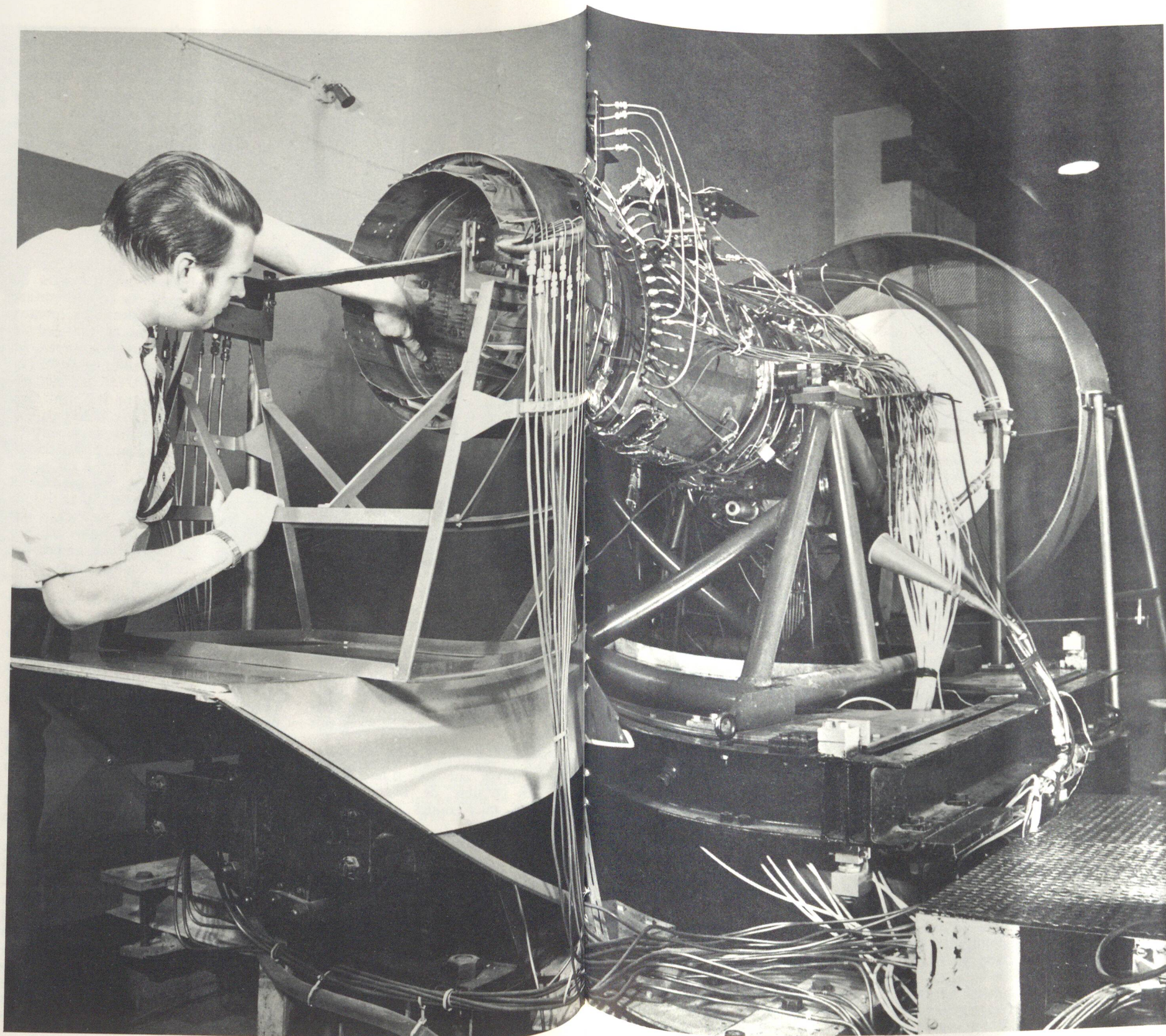
Pilots of aircraft powered by jet engines must take a number of factors into consideration in determining whether their power plants are delivering sufficient thrust to achieve a safe take-off. They must have assurance that the thrust is sufficient to accelerate the weight of the aircraft with its payload, that the runway is long enough for take-off and that the engine thrust will not be reduced beyond safe limits by low atmospheric pressure or high air temperature.

Under normal operating conditions, pilots of jet aircraft have no problem in assuring that their engines will deliver sufficient thrust. However, this is not the case when jet aircraft are taking off on hot days from marginal runways or runways at high elevations, such as Mexico City.

There is no direct way for a pilot to know the real thrust developed by his engines under such critical conditions. There also is no way for a pilot to be made aware of a degradation of thrust as a result of in-flight damage to an engine.

This problem soon may be overcome as a result of a research project being conducted by the National Research Council of Canada and Computing Devices of Canada Limited on design and development of an in-flight thrust measuring system for jet engines. The Ottawa-based company is involved in the project because of a unique capability within its Research and Technology Division to undertake the analysis and measurement of gas flows within engines as well as the electronic calculation of thrust based on these measurements.

M. S. Chappell, Chief Project Engineer of the Engine Laboratory, with J85 jet engine used in tests to design thrust measuring system.



Dynamomètre de poussée pour moteurs à réaction en vol

Les pilotes d'avions à réaction doivent tenir compte d'un certain nombre de facteurs pour avoir l'assurance que la poussée de leurs réacteurs est suffisante pour décoller. Ils doivent aussi être sûrs que la piste d'envol est assez longue et que la poussée du moteur ne sera pas réduite en raison de la faible pression atmosphérique du lieu ou de la température élevée de l'air ambiant.

Dans les conditions normales, les pilotes n'ont aucune difficulté pour s'assurer que leurs moteurs donnent une poussée suffisante mais ce n'est pas le cas si l'avion décolle par de chauds après-midi, sur de courtes pistes ou à haute altitude comme à Mexico par exemple.

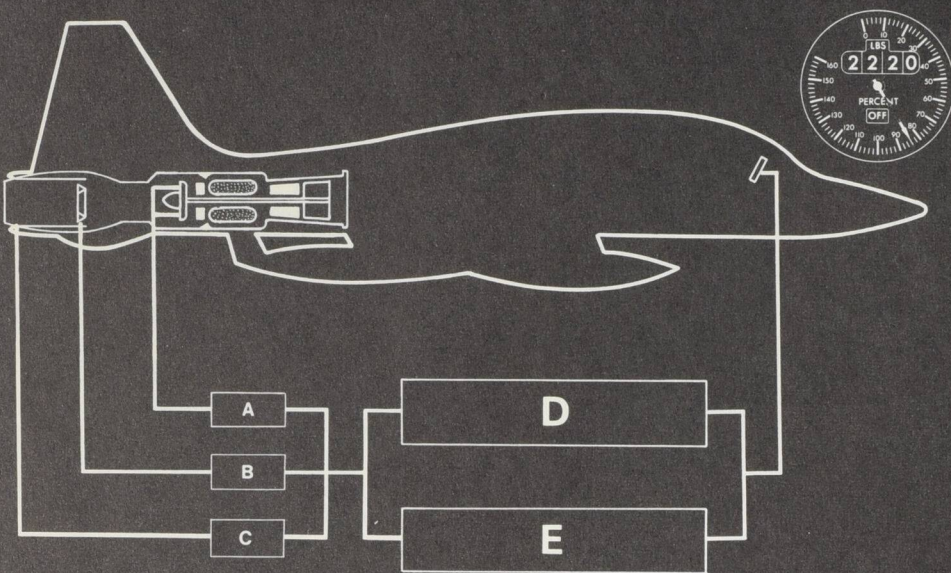
Dans ces conditions spéciales, le pilote n'a aucun moyen de connaître la poussée nette de ses moteurs. Il ne dispose pas non plus de moyens de détecter certaines baisses de régime entraînant une baisse de la poussée et résultant de dommages causés aux moteurs en vol.

Il semble que ce problème sera bientôt résolu car le Conseil national de recherches du Canada se livre à des recherches en collaboration avec la société Computing Devices of Canada Limited pour concevoir et mettre au point un système de mesure de la poussée des réacteurs en vol. Cette compagnie d'Ottawa se trouve dans une position unique, grâce à sa Division de recherche et de technologie, pour analyser les écoulements internes et pour faire les mesures et les calculs correspondants à l'aide d'ordinateurs.

Les essais en vol doivent avoir lieu bientôt; l'appareil sera muni de capteurs placés dans l'écoulement interne des moteurs et les paramètres ainsi mesurés seront traités par un ordinateur spécial de bord qui calculera la

M. M. S. Chappell, ingénieur en chef du programme au laboratoire des moteurs et le réacteur J85 servant à essayer le dynamomètre de poussée.

Thrust measurement



Pressure lines from the J85 jet engine run to three transducers (A, B and C). Electrical signals from the transducers are transmitted to the gross thrust and reference thrust computers (D and E). The computed thrust quantities are then displayed to the pilot on a dial in the cockpit of the aircraft. J85 engine powers the CF5 (right).

Les capteurs de pression montés sur le J85 sont reliés par des conduites aux trois transducteurs A, B et C, donnant des signaux électriques servant au calcul, en D et E, de la poussée obtenue et de la poussée de référence dont les valeurs apparaissent sur un cadran du tableau de bord. Le CF5 (à droite) est équipé de deux réacteurs J85.

The system, which will be flight tested in the near future, will consist of gasflow sensors mounted on the aircraft engine and an airborne special purpose computer for calculating actual thrust of an engine. The calculation will appear on a cockpit indicator in front of the pilot. The computer also has to calculate the thrust which the engine should be capable of developing if properly operating.

Bryan Murphy, Project Engineer with Computing Devices of Canada Limited, says a completely successful thrust measuring system has never been developed. He says there has been a long standing need for such an instrument.

"The potential market could be extensive as every jet engine in service could be equipped," he says. "Initially, the application will be to straight afterburning or non-afterburning engines, but applications will be sought later for other engines such as fanjet or bypass engines."

One of the unique features of the thrust measuring system will be its ability to indicate engine "health." If a pilot of an aircraft demands maximum thrust of his engine, the thrust system will indicate to him not only the amount of thrust in pounds but also the relative thrust — the percentage of

the thrust that the engine should be producing under the existing flight conditions. If the meter indicates that the engine is producing approximately 100 per cent relative thrust, the pilot has a healthy engine. However, if the meter indicates that the engine is achieving only 90 to 95 percent thrust when demanding full power, then the pilot has a damaged or deteriorating engine. The capability of the thrust computer to make this assessment, regardless of the flight mode or ambient conditions, constitutes a major improvement over any existing engine performance equipment.

The Engine Laboratory of the National Research Council of Canada is conducting engine tests on a Canadian-built (Orenda Limited) J85 turbojet engine loaned by the Department of National Defence. These tests have served to develop and check a method of calculating thrust.

Dr. E. P. Cockshutt, Head of the Engine Laboratory, says the initial instrumentation is for a turbojet engine equipped with an afterburner, an auxiliary burner attached to the tail pipe of a turbojet engine for injecting fuel into the hot exhaust gases from the engine and burning it to provide extra thrust.

"This is the most difficult application of a system for measuring thrust," he says. "We feel that if a system can

be designed for an engine with an afterburner, systems for other engines will be less difficult to design."

The test engine is located in one of the Laboratory's test cells, which is constructed with 18-inch thick concrete walls for containment in the event of an engine failure. The cell is also equipped with extensive sound-proofing. The engine is operated remotely from a control room where laboratory-type instrumentation is located to examine the details of engine performance. The operation of the engine is monitored through the use of closed-circuit television equipment, which can be remotely focused and adjusted. While noise levels in the test cell are in a region which could cause immediate hearing damage and extreme pain to an unprotected observer, the four or five technicians and engineers conducting the research can carry on normal conversation in the control room. Most of the engine test work was done by G. G. Levy, an engineer with the Laboratory who died in 1970.

The thrust measuring concept will be built around the measurement of pressures at several points in the tailpipe of the J85 engine — a problem of some difficulty because the temperature of the gas stream can exceed 3,000 degrees Fahrenheit and the velocity of the stream can be more than 1,000 feet

Dynamomètre de poussée ...

poussée réelle du moteur. La valeur trouvée sera affichée sur le tableau de bord. L'ordinateur donnera également la poussée correspondant aux conditions normales de fonctionnement.

M. Bryan Murphy, ingénieur chargé de l'étude chez Computing Devices of Canada Limited, nous a dit que personne n'a pu jusqu'à maintenant mettre au point un système satisfaisant de mesure de la poussée réelle en vol alors qu'on en a besoin depuis longtemps.

"Un instrument de ce type, appelé dynamomètre de poussée en vol, se vendrait bien car tous les turboréacteurs en service pourraient en être équipés," nous a-t-il dit. "Tout d'abord, cet instrument sera monté sur la tuyère de rechauffe, ou sur les réacteurs eux-

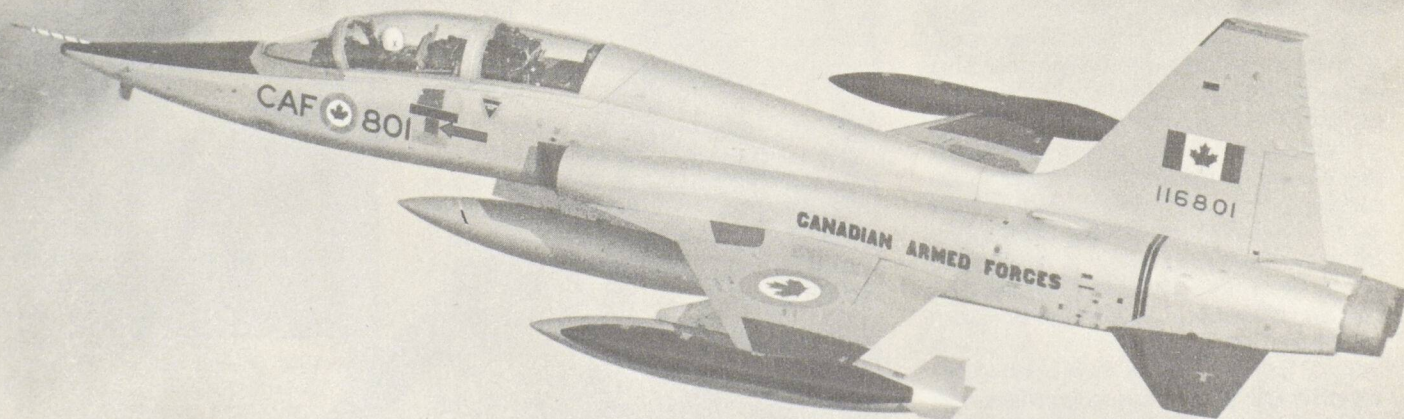
mêmes s'ils n'ont pas de rechauffe, mais on pense également s'en servir plus tard sur les turboréacteurs à soufflante ou les turboréacteurs à double flux."

L'une des caractéristiques uniques de ce dynamomètre de poussée en vol sera de pouvoir indiquer au pilote si l'engin est "en bonne santé". Lorsqu'un pilote exigera une poussée maximum, le dynamomètre lui en indiquera non seulement la valeur réelle en livres mais aussi la poussée relative, c'est-à-dire le rapport exprimé sous forme de pourcentage de la poussée réelle à la poussée maximum que le moteur pourrait donner dans les conditions du moment. Si le moteur est en bon état, le dynamomètre donnera 100% comme valeur approximative de la poussée

relative. Cependant, si le dynamomètre indique 90 à 95%, le pilote pourra en conclure que son moteur est endommagé ou qu'il s'est produit quelque chose qui limite son rendement. Ce dynamomètre représente un progrès en ce sens que son ordinateur de bord pourra faire le calcul dans toutes les configurations de vol et les conditions ambiantes.

Dans le Laboratoire des moteurs, du Conseil national de recherches, on essaie un moteur J85 construit au Canada par Orenda Limited et prêté par le Ministère de la défense nationale. Ces essais ont servi à développer et à vérifier une méthode de calcul de la poussée.

Le Dr E. P. Cockshutt, Chef du Laboratoire des moteurs, nous a dit



Thrust measurement

per second. In addition to developing pressure taps and probes suitable for flight use, the Engine Laboratory team used a water-cooled multi-tube pressure rake to establish a complete pressure profile in the gas stream. As a datum against which to compare the thrust computer, the Laboratory facilities include equipment for direct measurement of the engine thrust to an accuracy of a fraction of one per cent.

While the experimental work was proceeding in the Engine Laboratory, theoretical studies were being conducted simultaneously at NRC and Computing Devices. These theoretical studies, relying heavily on computer programs produced at NRC, and assisted by major contributions from Dr. E. G. Plett of Carleton University, Ottawa, demonstrated that the concept was capable of calculating thrusts to adequate accuracy. The studies served also to develop the most appropriate form of the equations for subsequent incorporation into the computing hardware. These theoretical studies, backed up by the experimental work on the J85 engine, demonstrated feasibility and opened the way for the main hardware program.

"This work was completed in April, 1970," Mr. Murphy says. "At that stage of the game we had a concept on which a thrust measuring system could be designed."

The second stage of the project involves the design and development of the system's electronics, including a special purpose computer. However, engine tests will continue because this research will also support the development of the computer hardware.

Preliminary design and breadboarding of the electronics has been completed and the flight test system is now under construction at the Computing Devices of Canada plant. This work is being done by Richard Struzina and Harold Weissler, hardware program engineers.

"In the electronics area, we have reached the point in design where the computer system is operating in the laboratory," says Mr. Murphy.

The goal of the immediate program is to produce flightworthy hardware so that the thrust measuring techniques can be tested under realistic flight conditions.



M. E. J. Prince, Chef de l'équipe d'essais, examine le peigne donnant le profil complet des pressions dans une section du jet de sortie du réacteur.

E. J. Prince, Project Crew Chief, examines multi-tube pressure rake used to establish complete pressure profile in jet engine's gas stream.

Dynamomètre de poussée...

que le premier dynamomètre mis au point a été prévu pour que les capteurs soient montés sur la tuyère de reheating d'un turboréacteur, tuyère faite d'une conduite prolongeant la tuyère de sortie du réacteur lui-même et dans laquelle on injecte du combustible dont la combustion augmente la poussée du réacteur.

"C'est là l'application la plus difficile d'un système de mesure de la poussée," nous a-t-il dit. "Nous pensons que si l'on peut mettre au point un dynamomètre fonctionnant sur une tuyère de reheating, ce sera moins difficile d'adapter cet instrument aux autres types de moteurs."

Le moteur essayé se trouve dans une des cellules d'essais, cellule qui comporte des parois en béton armé de 18 pouces d'épaisseur pour le cas d'accident en cours d'essai. La cellule est également très insonorisée. Les essais sont dirigés et surveillés à partir d'une chambre de mesures où l'on trouve tous les instruments nécessaires pour suivre l'évolution des paramètres durant l'essai. On y dispose également d'un circuit fermé de télévision télécommandé. Dans la cellule d'essais, les niveaux de bruit sont si élevés qu'ils dépassent le seuil de la douleur et que les facultés auditives des membres de l'équipe d'essais en seraient sérieusement amoindries sans une bonne protection; par contre, les quatre ou cinq techniciens et ingénieurs qui surveillent les essais dans la chambre de mesures peuvent converser normalement. La plupart des essais ont été conduits par M. G. G. Levy avant qu'il ne meure en 1970.

Le calcul de la poussée sera basé sur les mesures de pressions en différents points de la tuyère de reheating du turboréacteur J85. Evidemment, on a rencontré des difficultés du fait que les gaz de sortie peuvent dépasser 1 650°C et que leur vitesse peut être supérieure à 300 mètres par seconde. Outre la mise au point de capteurs de pression et de sondes utilisables en vol, l'équipe du Laboratoire des moteurs s'est servie d'un peigne de pression refroidi à l'eau pour déterminer le profil complet des pressions à travers l'écoulement de sortie. Afin de disposer d'une référence pour comparer les résultats donnés par le dynamomètre et son ordinateur, le laboratoire dispose des équi-

pements nécessaires pour mesurer directement la poussée du moteur avec une précision de l'ordre du millième.

Tout en se livrant aux travaux expérimentaux au Laboratoire des moteurs, on a fait des études théoriques au CNRC et à la société Computing Devices. Ces études théoriques étaient surtout basées sur des programmes de calcul du CNRC et nous devons mentionner ici aussi les contributions importantes du Dr E. G. Plett, de l'Université de Carleton, à Ottawa; ces études théoriques ont montré que le dynamomètre était bien conçu pour pouvoir calculer la poussée avec une précision satisfaisante et elles ont également servi à mettre au point la forme la plus appropriée des équations pouvant être incorporée ultérieurement dans les éléments de l'ordinateur embarqué. Ces études théoriques dont les résultats sont confirmés par ceux des essais ont montré qu'il est possible de construire le dynamomètre et, de ce fait, elles sont à l'origine du programme de réalisation.

M. Murphy nous a dit: "Ces travaux ont été terminés en avril 1970, époque à laquelle nous disposions d'une conception nous permettant de lancer l'étude du dynamomètre de poussée."

La deuxième étape se rapporte à l'étude et au développement de l'électronique du dynamomètre dont celle de l'ordinateur spécial de bord. Cependant, des essais du moteur auront lieu car on a besoin de leurs résultats pour parfaire la mise au point des composantes de l'ordinateur.

On a terminé l'étude préliminaire de l'électronique qui a été construite dans sa forme de laboratoire; le système d'essais en vol est maintenant en cours de construction à l'usine de Computing Devices of Canada. Ce travail est actuellement exécuté par Richard Struzina et Harold Weissler, ingénieurs du programme de réalisation.

M. Murphy nous a dit: "Dans le domaine de l'électronique, nous en sommes arrivés au point que le système de calcul constituant l'ordinateur embarqué fonctionne maintenant dans le laboratoire."

Le but immédiat du programme consiste à produire un instrument embarqué valable pour que les techniques de mesure de la poussée puissent être mises à l'épreuve en vol.

NRC railway beacon New light on old problem



Because they had neither the wheel nor the horse, Canadian Indians had no need of roads. Thus the building of the first roads in Canada was done by French settlers pushing inland along the St. Lawrence River Valley in the latter half of the seventeenth century.

The first operating railroad in Canada was the Champlain and St. Lawrence Railway Company. In 1835, wooden rails, faced with iron strips, were laid to form a portage link around the Richelieu Rapids in the water route between Montreal and New York. A Dorchester, five-ton steam engine imported from England, made the first trip over these primitive rails the following year.

Since the dawn of the railway era in Canada, 134 years ago, both modes of land transportation have grown immensely until today there are in excess of 517,305 miles of roadways and more than 43,613 route miles of rail trackage. This growth — initially spur-

red by a need to first link and then bind Canada together as a nation by permitting trade and commerce to flow along an east-west axis — has not been an unmixed blessing.

Wherever road meets rail there occurs either an elevated or a level crossing. Today there exists 33,963 level crossings and with 8,255,000 automobile vehicles on the nation's highways, the chances of a car-train collision at level crossings are more than remote.

In 1969, the last year for which complete figures are available, there were 343 instances of such collisions. Additionally, 15 persons were struck at highway crossings and 115 pedestrians struck at points other than crossings. There were 45 car-train collisions at points other than crossings.

The death toll for that year was 103 vehicle occupants killed and 358 occupants injured. Eight pedestrians died while eight were injured. The number

of railroad passengers and employees injured stood at 18.

The death and injury totals for other years were generally higher since 1969 was considered to be an abnormally low accident year. In 1949, when the number of motor vehicles was considerably less, 400 level crossing accidents took place and 129 persons lost their lives. The totals for 1959, the year the diesel engine replaced the steam engine, also rated higher. There were 424 crossing smashups and 163 motor vehicle occupants killed.

If one remembers that accidents were commonplace even in the horse-and-buggy days, it would be no exaggeration to say that thousands of lives have been lost and millions of dollars in property damage caused as a result of the intersecting of these two modes of transportation.

Working on the theory that accidents might be reduced if motorists had a better chance of noticing oncoming

"Attention! Le phare tournant, c'est un train qui arrive!"

Les Indiens, ne connaissant ni le cheval ni la roue, n'avaient pas besoin de routes et c'est pourquoi les premières ne furent construites que dans la deuxième moitié du XVII^e siècle par des colons français explorant la vallée du Saint-Laurent.

Le premier chemin de fer a été mis en service au Canada par la Champlain and St. Lawrence Railway Company. En 1835, des rails en bois renforcés de bandes de fer ont été posés pour créer un chemin de portage autour des rapides du Richelieu sur la route fluviale reliant Montréal à New York. Une locomotive à vapeur *Dorchester*, de cinq tonnes, importée d'Angleterre, a emprunté ces rails primitifs pour effectuer son premier voyage l'année suivante.

Depuis l'avènement du chemin de fer au Canada, il y a 134 ans, les deux modes de transport terrestre se sont considérablement développés et représentent plus de 517 305 miles de routes

et 43 613 de voies ferrées. Ce développement, qui a d'abord été nécessaire pour relier les différents points du pays et permettre le transport des marchandises sur l'axe est-ouest et aussi pour unifier le pays, ne présente pas que des avantages.

Les points d'intersection rail-route nécessitent la construction d'ouvrages d'art ou de passages à niveau et, le nombre de ces derniers étant actuellement de 33 963 avec une circulation routière évaluée à 8 255 000 véhicules, les risques de collision entre trains et voitures aux passages à niveau sont loin d'être négligeables.

Nous ne disposons pas encore des statistiques pour 1970 mais, en 1969, on a enregistré 343 collisions auxquelles il faut ajouter 15 accidents de personnes à des passages à niveau et, en dehors des passages à niveau, 115 accidents de personnes et 45 collisions avec des voitures.

Le nombre des victimes pour l'année

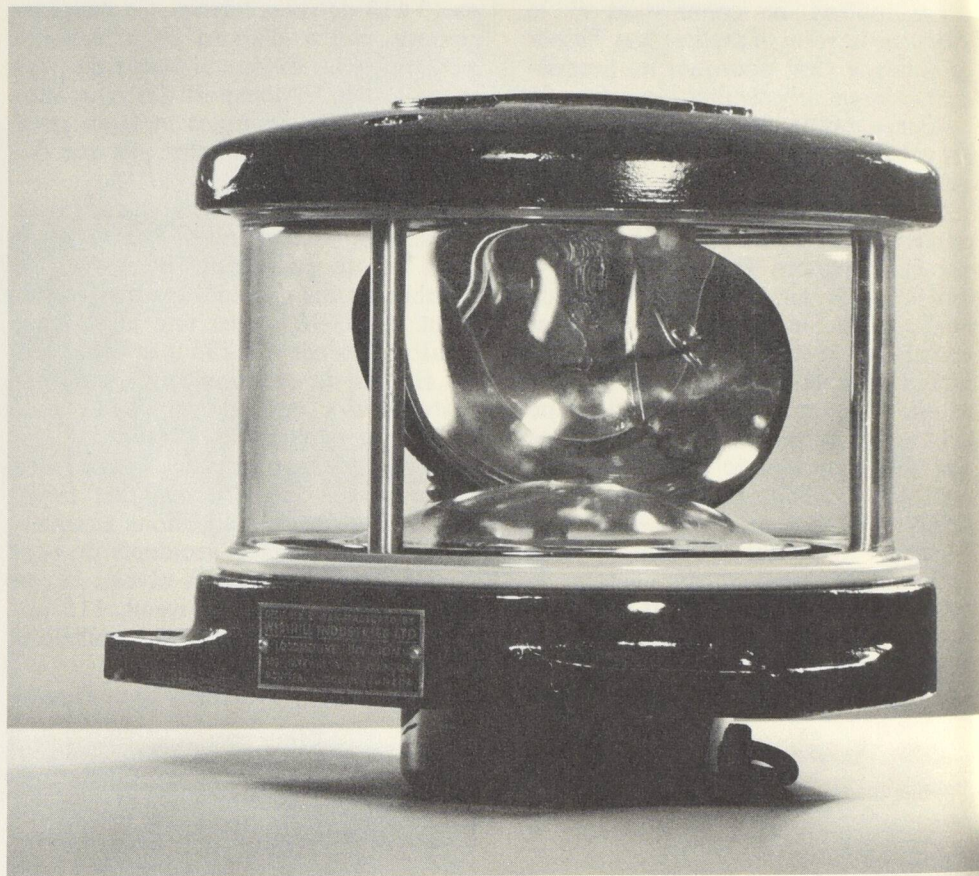
s'établit à 103 passagers de véhicules automobiles tués et 358 blessés. Huit piétons sont morts des suites de leurs blessures et huit ont été blessés. Le nombre d'usagers et d'employés des chemins de fer blessés a été de 18.

Le nombre de morts et de blessés des autres années a été généralement plus élevé, 1969 étant considéré comme une année où le nombre des accidents a été anormalement bas. En 1949, alors que le nombre des véhicules automobiles était considérablement inférieur, 400 accidents se sont produits à des passages à niveau et 129 personnes ont perdu la vie. Ces chiffres ont également été plus élevés en 1959, année où l'on a vu le remplacement des locomotives à vapeur par des locomotives diésels et où on a enregistré 424 collisions aux passages à niveau et 163 automobilistes tués.

Si l'on se souvient que les accidents étaient chose courante, même à l'époque des "voitures à chevaux", on n'exa-



railway beacon



NRC's high-powered train beacon.

Le puissant phare tournant du CNRC.

trains, engineers of the National Research Council of Canada's Division of Mechanical Engineering have developed a railroad locomotive warning beacon. Its lamp brightness, ruggedness of construction and its ability to impinge on a viewer's peripheral vision and thus command attention is such that the Division feels it is superior to any locomotive beacon on the market today.

The prototype instrument was developed in the Manufacturing Technology Centre of the Division of Mechanical Engineering after a request was made for research assistance into railroad beacons by Canada's two major railways and the Federal Board of Transport Commissioners, now the Canadian Transport Commission. Westhill Industries of Montreal, a metal processing firm whose main interest is manufacturing aerospace products, was awarded a competitive contract for production of an initial order of 50

units to be used for experimental test purposes.

The two major Canadian railroads, Canadian Pacific and Canadian National Railways, have been evaluating the Westhill-produced version (Mark I and II) for the last two years. Initial tests showed that the early version of the beacon was too high to clear railway overhaul freight sheds and had to be modified.

Both railways are anxious to take steps to reduce railway level crossing accidents. This is especially so since on economic grounds it is not possible to erect overpasses or flashing lights at the multitude of level crossings in Canada.

The brightness of the NRC lamp is greater than any on the market today. The usual gull-wing type reflector which splits a beam of light into two parts and thereby halves its intensity has been eliminated. Through the use of a single reflector the lamp is able

to transmit total available candlepower.

E. S. Moore, Head of the Manufacturing Technology Centre, feels the best aspect of the new lamp is the fact that it has been engineered with special emphasis on biological effects of the sweeping beam of light on an observer. Tests were undertaken to determine the rate of sweep for the beacon that would best command attention.

"This beacon registers strongly on your peripheral vision," Mr. Moore says. "It literally screams at you that a train is coming."

Armand Boisclair, President of Westhill Industries, estimates the market potential in Canada is some 5,000 units with a unit selling price of \$125. Preventing one accident like the 1967 schoolbus-train collision at Dorion, Que., that took 26 children's lives, would pay for all of the beacons in one shot, he says.

... le phare du train ...

gèrera pas en disant que des milliers de vies et des millions de dollars ont été perdus aux points de rencontre de la route et du rail.

Partant du postulat que le nombre des accidents pourrait être réduit si les automobilistes étaient mieux avertis de l'arrivée des trains, des ingénieurs de la Division de génie mécanique, du Conseil national de recherches du Canada, ont mis au point un phare tournant avertisseur pour locomotives. La brillance de sa lampe, sa robustesse et le fait qu'il attire particulièrement l'attention même s'il est loin à gauche ou à droite, font que la Division le considère comme supérieur aux autres modèles actuellement sur le marché.

Le prototype a été mis au point par le Centre de technologie en production industrielle, de la Division de génie mécanique, à la suite d'une demande d'assistance technique présentée par les directions des deux plus importantes compagnies de chemins de fer

du Canada et par la Commission fédérale des transports, connue maintenant sous le nom de Commission canadienne des transports.

Un contrat par adjudication pour la fabrication d'un premier lot de 50 unités devant être utilisées à titre expérimental a été passé avec Westhill Industries, de Montréal, société traitant les métaux et surtout spécialisée dans la fabrication d'équipements aérospatiaux.

Les modèles Mark I et II sont essayés depuis deux ans par les deux principales compagnies de chemins de fer canadiennes, le Canadien Pacifique et le Canadien National.

La brillance de la lampe est supérieure à tout ce qui existe et le réflecteur classique, partageant le faisceau de lumière en deux et diminuant ainsi l'intensité de moitié, a été éliminé. Grâce à l'utilisation d'un seul réflecteur, le phare donne 275 000 candélas.

M. E. S. Moore, Directeur du

Centre de technologie en production industrielle, pense que l'un des aspects les plus intéressants de ce nouveau phare réside dans le fait qu'on a tenu tout particulièrement compte des particularités de la vision et des facultés d'attention chez l'homme. Des essais ont été faits pour déterminer quelle serait la meilleure fréquence de balayage pour bien attirer l'attention et M. Moore a ajouté: "Ce phare a un effet très puissant sur votre vision périphérique et on peut dire qu'il vous crie littéralement que le train arrive."

Le Président de Westhill, M. Armand Boisclair, estime qu'il est possible de vendre au Canada environ 5 000 phares à 125 dollars pièce et il nous a dit: "D'éviter une collision comme celle qui s'est produite en 1967 entre un train et un autobus scolaire, à Dorion, au Québec, et où 26 enfants sont morts, compenserait largement et en une seule fois le coût de tous les phares."

Coupe verticale du phare tournant du CNRC: a/-moteur électrique, b/-réflecteur, c/-lampe étanche.

Schematic diagram of the NRC train beacon with (a) electric motor, (b) reflector and (c) sealed beam lamp.

