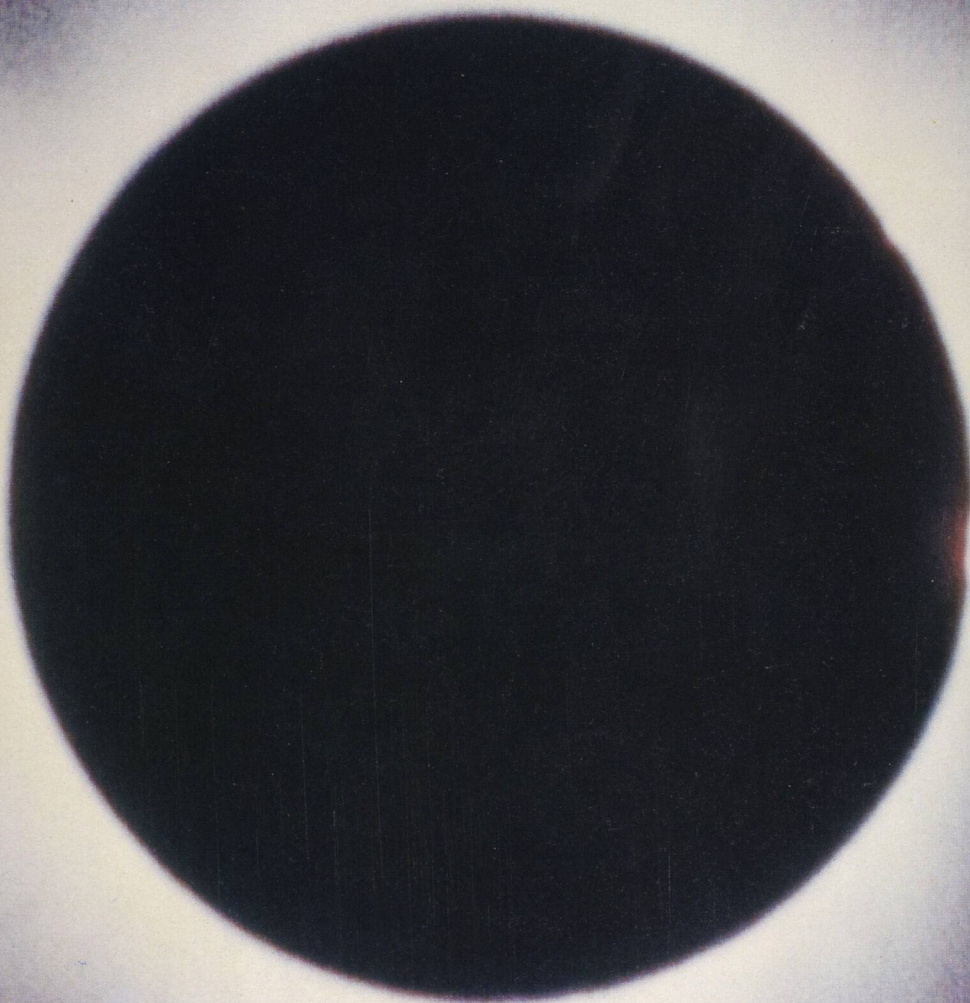


SCIENCE DIMENSION

1972/3

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



Contents

Total eclipse of the sun	4
Cinderella crop of the 70s?	10
Railway track switch heater	16
New rubber reinforcer	22
Novel measuring system	26

Sommaire

L'éclipse totale de soleil	5
Le pois, culture miracle?	11
L'"escopette" et l'aiguillage	17
Lignine et caoutchouc	23
Nouvel instrument de mesure	27

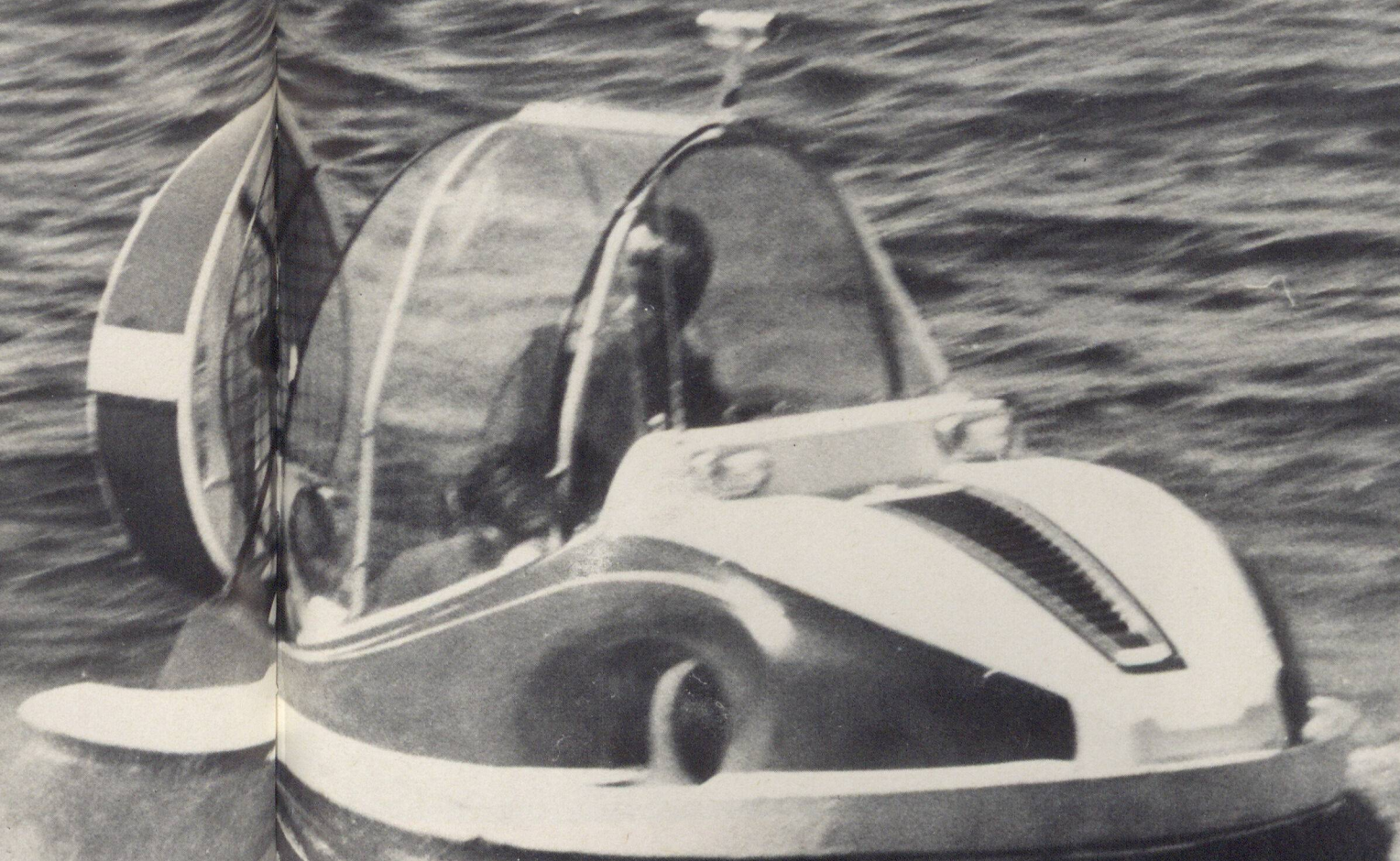
VOLUME 4 NUMBER 3, JUNE 1972
Science Dimension is published six times a year by the Public Information Branch of the National Research Council of Canada. Material may be reproduced with or without credit unless a copyright is indicated. Enquiries should be sent to *Science Dimension*, NRC, Ottawa, K1A 0R6, Canada. Tel. (613)993-9101.

VOLUME 4, NUMÉRO 3, JUIN 1972
 Publiée six fois par an par la Direction de l'information publique du Conseil national de recherches du Canada. La reproduction des textes est autorisée sauf indication contraire. Prière d'adresser toute demande de renseignements à: *Science Dimension*, CNRC, Ottawa, K1A 0R6, Canada. Tél. (613)993-9101.



MHV Limited (Ottawa) "Spectra 2" air cushion vehicle after completion of speed trials. A fluidic sensor developed by the Low Speed Aerodynamics Section of NRC's National Aeronautical Establishment was mounted on top of the canopy to examine its use as a vehicle air speed indicator.

● L'aéroglesseur "Spectra 2", de la MHV Limited (Ottawa) après ses essais de vitesse sur base. Sur le haut de la verrière se trouve un capteur "fluidique" étudié par la Section de l'aérodynamique des basses vitesses, de l'Etablissement aéronautique national du CNRC. Ce capteur a été essayé comme indicateur de la vitesse du vent relatif, ou vitesse "aérodynamique".



Total eclipse of the sun

Nature's grandest spectacle



A total eclipse of the sun on Monday, July 10, will provide Canadian scientists with a rare opportunity to measure changes that occur in the ionization of the upper atmosphere when the sun's radiation is cut off by the moon.

These measurements will be made with instruments aboard eight Black Brant rockets which will be launched into the upper atmosphere from two sites in Canada. Four rockets will be launched from a temporary launch site at East Quoddy, Nova Scotia, some 90 miles northeast of Halifax, and a similar number from the Churchill Research Range at Churchill, Manitoba. All launchings will be under the supervision of the Space Research Facilities Branch of the National Research Council of Canada which operates the Churchill Research Range.

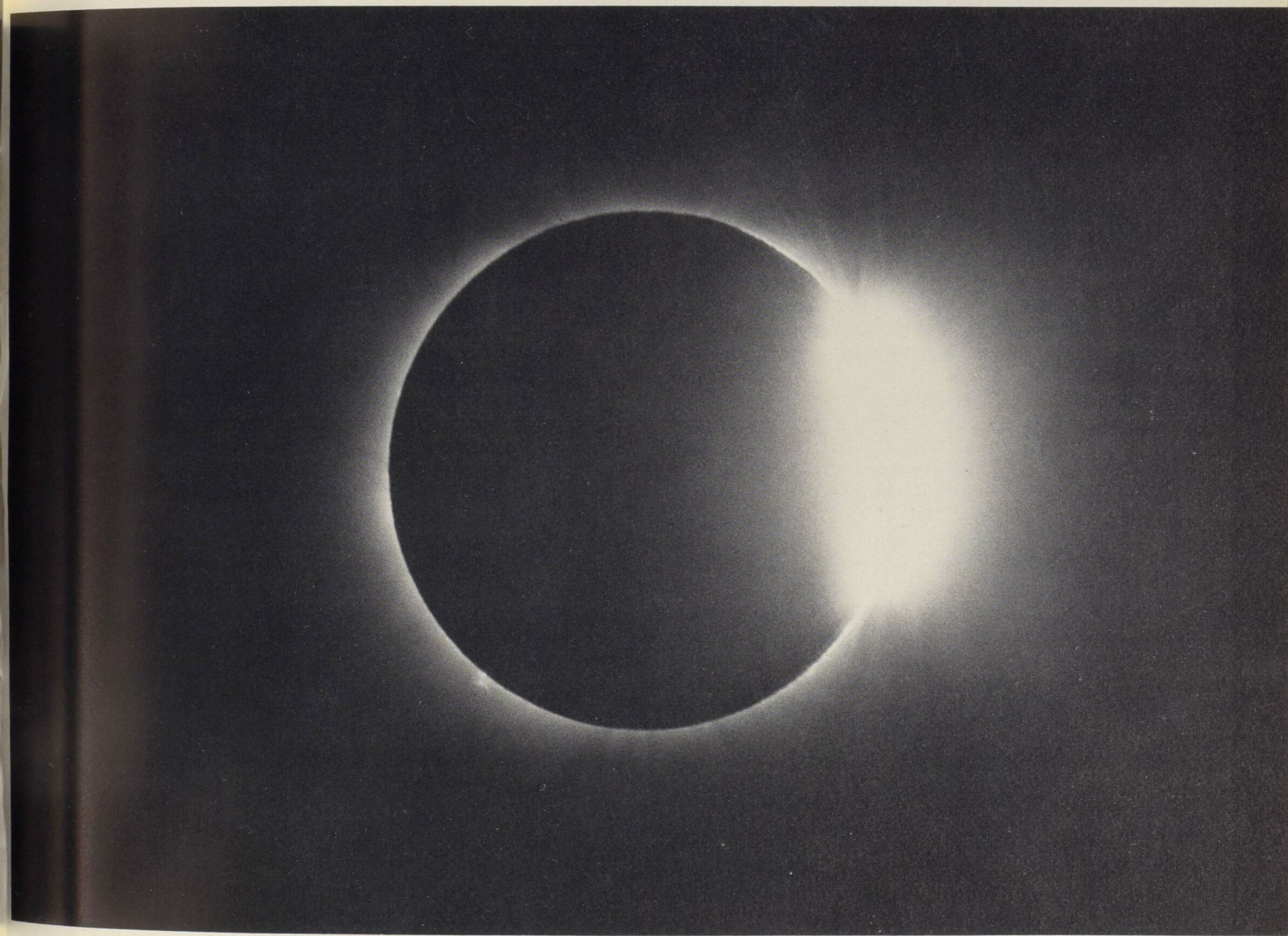
The scientific experiments to be flown on the Nova Scotia rockets will be provided by the Astrophysics Branch of the National Research Council, the Communications

East Quoddy launch site. ● La plate-forme de lancement d'East Quoddy

Research Centre of the Department of Communications, and the Radio and Space Research Station of the Science Research Council of England. The experiments in the Churchill rockets will be contributed by the Physics Department of the University of Saskatchewan, and by the Astrophysics Branch of the National Research Council.

The eclipse will be total at East Quoddy at about 5.40 p.m. ADT and reaches maximum partial phase at Churchill at about 2 p.m. CDT. The path of the total eclipse which is about 100 miles wide, enters Canada near Tuktoyaktuk in the Northwest Territories. It travels in a southeast direction across Hudson Bay and northern Quebec; crosses the St. Lawrence River near Baie Comeau, Quebec, and then moves through New Brunswick, Prince

Le 10 juillet 1972, éclipse de soleil au Canada.



Une éclipse totale de soleil aura lieu le 10 juillet 1972. Elle permettra aux scientifiques canadiens de mesurer les variations d'ionisation produites dans la haute atmosphère lorsque le soleil est occulté par la lune.

Ces mesures seront faites à l'aide d'instruments placés à bord de huit fusées "Black Brant" lancées en deux points du Canada. Quatre fusées seront lancées sur le site temporaire d'East Quoddy, en Nouvelle-Écosse, à 90 miles au nord-est d'Halifax et quatre autres seront lancées de la Base de lancement de fusées de recherches de Churchill, au Manitoba. Tous les lancements auront lieu sous la Direction des installations de recherches spatiales du Conseil national de recherches du Canada, direction chargée du fonctionnement de la Base de Churchill.

L'équipement scientifique placé à bord des fusées lancées en Nouvelle-Écosse sera fourni par la Direction

A fraction of a second before a total eclipse of the sun, the last few rays of sunlight create this picturesque "Diamond Ring" effect. ● Une fraction de seconde avant l'éclipse totale, les quelques rayons de soleil qui nous parviennent encore donnent l'illusion d'un gros diamant.

de l'astrophysique du Conseil national de recherches, le Centre des recherches sur les communications du Ministère des communications et par la "Radio and Space Research Station" du "Science Research Council" d'Angleterre. La charge utile des fusées lancées de la Base de Churchill sera fournie par le Département de physique de l'Université du Saskatchewan et par la Direction de l'astrophysique du Conseil national de recherches.

L'éclipse sera totale à East Quoddy vers 17 h. 40 heure avancée dans le fuseau de l'Atlantique; elle sera partielle maximum à Churchill. La bande d'ombre couverte au cours de l'éclipse aura environ cent miles de large; elle

Edward Island and Nova Scotia. Communities in the path of totality include Matane, Quebec; Campbellton, New Carlisle, Bathurst and Chatham, N.B.; Summerside and Charlottetown, P.E.I., and New Glasgow, Antigonish, East Quoddy and Port Hawkesbury, N.S. This will be the last total eclipse of the sun in Canada until 1979. In that year the path of totality will enter Canada near Winnipeg and sweep northward to Greenland.

Clouds obscuring the sun and the moon could spoil the July eclipse for ground observers. However, cloud cover will not affect the rocket experiments at East Quoddy and Churchill. In the event that it is not possible to launch rockets at East Quoddy or Churchill because of high winds or for safety reasons, the launchings will take place at sunrise the following day or days to meet a secondary objective.

The rockets to be launched at East Quoddy by the National Research Council will carry instruments similar to those flown during the March 7, 1970, total eclipse of the sun. The rockets will be fired in a southeasterly direction to a height of about 100 miles and will impact some 50 miles out to sea.

The first of the four rockets will be fired six minutes before the moon commences to pass in front of the sun. Its instruments will measure the undisturbed daytime ionization to provide a basis for comparison with measurements taken by instruments on the other three rockets.

The remaining rockets will be fired about one hour later when the sun is totally or almost totally obscured by the moon. This is the period during which the maximum rate of change of ionization occurs in the upper atmosphere. These three rockets will be fired at intervals of a few minutes starting just before the sun is totally obscured and ending after the sun starts to reappear. The period during which the sun will be totally obscured by the moon is slightly more than two minutes.

Instruments aboard the rockets will have increased accuracy and resolution, based upon knowledge gained during the 1970 series.

Direct measurements of the electron and ion concentrations in the D and E (upper) regions of the ionosphere will be obtained with high resolution by plasma probes. These are relatively simple devices consisting of metallic electrodes extended from the payload after clamshell release occurs. They are biased with pre-programmed voltage variations, and the collected currents are measured and the data transmitted to the launch site by telemetry where it is recorded on magnetic tapes along with the data gathered by all the other on-board experiments.

Independent measurements of the electron number density will be obtained by receiving on board the rocket the pulsed signals from a powerful radio transmitter on the ground at the launch site. This measurement provides greater absolute accuracy in electron concentration determination in the D region, but does not have as great spatial resolution as the plasma probes and does not yield data over the entire trajectory. Knowledge

of the ionization density and distribution is intimately linked to the radiations producing the ionization — mainly the ultraviolet and X-rays from the sun. These will be measured by Lyman- α (1216 Å) and X-ray (1.5-8Å) detectors on the rocket.

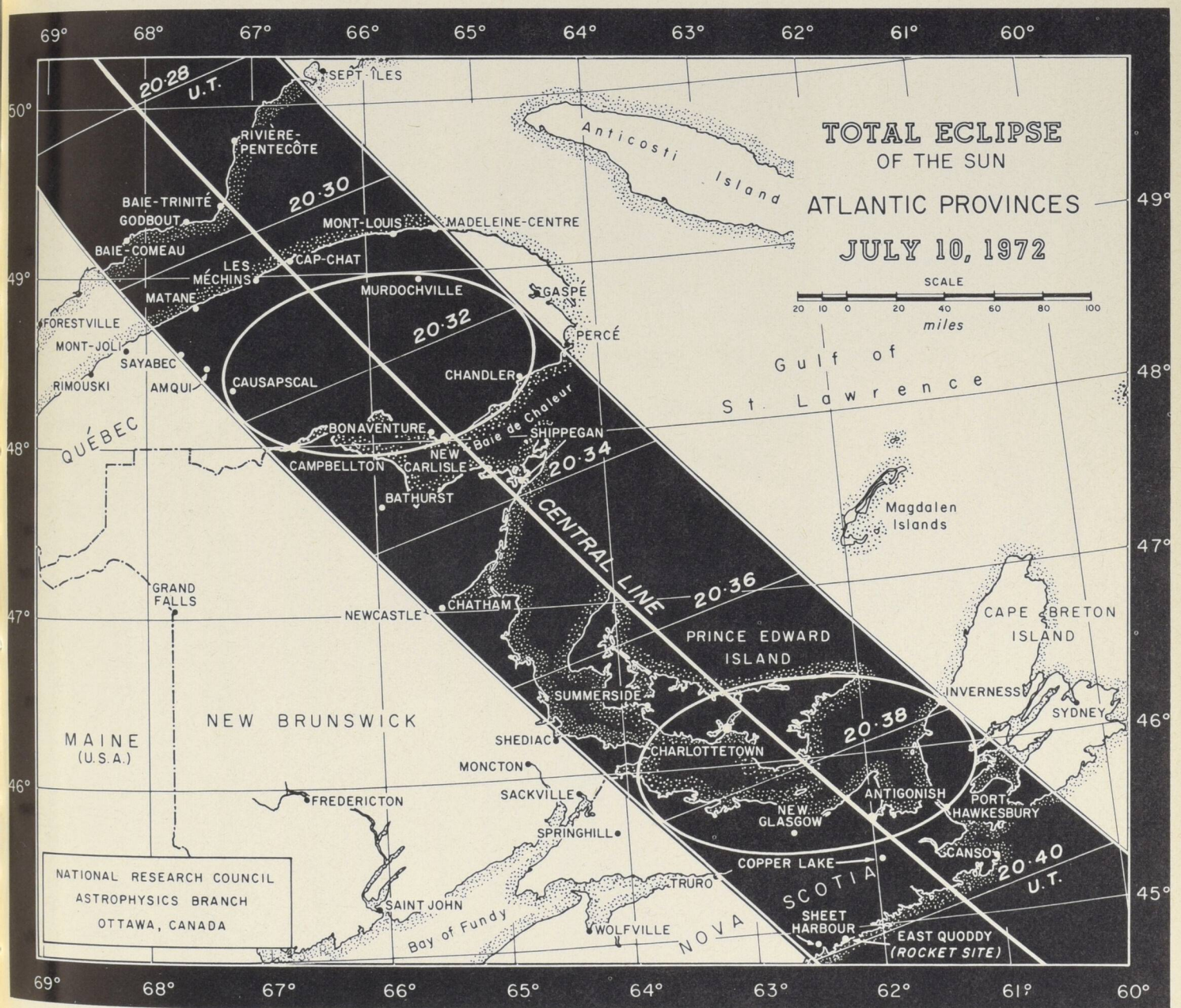
In addition to the rocket-borne experiments, ground-based radio wave transmissions at Ottawa, Nova Scotia, and Churchill will be used to monitor and measure the background behavior of the ionosphere during the eclipse and during the days preceding and following it. These experiments will be conducted by the Communications Research Center of the Department of Communications.

At Churchill, where the eclipse is partial (about 92 per cent), a series of four rockets will be launched to study the eclipse effects on the infrared emissions of the upper atmosphere and the electron content. The primary objective is to identify the excitation mechanisms for emission by the molecules O_2 , (oxygen), OH, (hydroxyl) and NO, (nitric oxide) in the atmosphere. The instrumentation consists of photometers and plasma probes.

Analysis of the data obtained in 1970 at Nova Scotia showed that the eclipse caused electron number density decreases by more than a factor of 10 at an altitude below 50 miles but only by a factor of three to five above 50 miles. A noticeable time lag was observed in the behavior of the electron concentration relative to the phase of the eclipse. These time delays were used to calculate the recombination coefficients in the D and E regions, and thus gain insight into the rate of the chemical reactions occurring in this region. The ultraviolet and X-ray measurements were able to resolve separate contributions from the visible solar disc, from the solar corona, and from radiation scattered in the distant parts of the earth's atmosphere.

On March 7, 1970, the prediction was that the sun would probably be quiescent. However, a period of intense solar activity developed during the first week of March leading to X-ray flares, geomagnetic storms, precipitated energetic electrons, and disturbances in the D region. These effects have made it particularly difficult to interrelate all of the 1970 eclipse observations. It is hoped that the sun will be more cooperative in 1972, and remain quiet. If this occurs, the two eclipses will yield a very useful comparison of disturbance effects.

The solar eclipse provides the only mechanism for "shutting off" the solar energy input to the atmosphere, relatively instantaneously, and allowing an adequate measurement of the contributions from the different parts of the solar spectrum. The immediate results from such experiments have been the better understanding of the ionosphere, and how this can be applied to help understand the disturbance effects, polar cap absorption, and auroral zone disturbances, which plague communications in Canada. Such understanding leads to improved methods and techniques in operating communications systems and possibly to the development of new and better equipment. □



s'étendra de Tuktoyaktuk, dans les Territoires du nord-ouest, à la Nouvelle-Écosse en passant par la Baie d'Hudson, la partie nord du Québec, la région de Baie Comeau, le centre du Nouveau-Brunswick et l'Île-du-Prince-Édouard. Les villes suivantes se trouveront dans la bande d'ombre: Matane au Québec, Campbellton, New Carlisle, Bathurst et Chatham au Nouveau-Brunswick, Summerside et Charlottetown dans l'Île-du-Prince-Édouard, New Glasgow, Antigonish, East Quoddy et Port Hawkesbury en Nouvelle-Écosse.

Il n'y aura pas d'autre éclipse totale de soleil au

Canada jusqu'en 1979. Cette année-là, la bande d'ombre s'étendra de Winnipeg au Groenland. Si des nuages obscurcissent le ciel au moment de l'éclipse les observateurs au sol ne pourront pas faire leurs observations visuelles, mais les mesures faites par les instruments embarqués n'en seront évidemment pas affectées, ni à East Quoddy, ni à Churchill. Si le vent est trop fort ce jour là pour que l'on puisse lancer les fusées, les lancements auront lieu le lendemain matin au petit jour ou les jours suivants mais les objectifs seront alors secondaires.

A East Quoddy, les fusées seront lancées par le Conseil



Edward Torz of Bristol Aerospace Limited (left) and Dr. A.G. McNamara of NRC show how a rocket clamshell opens to expose instruments as a rocket streaks through the upper atmosphere. ● M. Edward Torz, de la compagnie Bristol Aerospace, à gauche, et le Dr. A.G. McNamara, du CNRC, montrent comment la coiffe protectrice des instruments embarqués est larguée.

national de recherches et elle seront équipées d'instruments analogues à ceux qui ont été utilisés lors de l'éclipse du 7 mars 1970. Les fusées seront lancées vers le sud-est; elles atteindront une altitude d'environ cent miles et retomberont dans l'océan à 50 miles au large approximativement.

La première fusée sera tirée six minutes avant l'occultation. Les instruments mesureront l'ionisation non perturbée en plein jour afin de pouvoir comparer les résultats avec ceux qui seront donnés par les mesures faites au cours de l'éclipse avec les trois autres fusées.

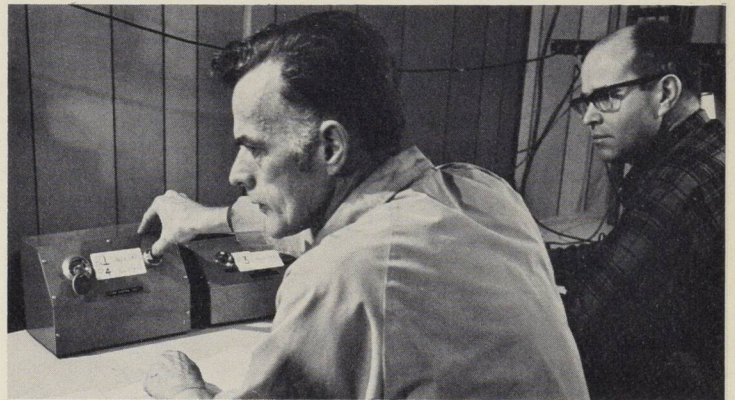
Ces trois fusées seront tirées une heure plus tard environ lorsque le soleil sera occulté totalement ou presque. On pense que c'est à ce moment-là que l'ionisation varie le plus rapidement dans la haute atmosphère. Ces trois fusées seront tirées à quelques minutes d'intervalle, la première juste avant l'occultation totale et la dernière au moment où le soleil va réapparaître. La durée de l'éclipse totale est légèrement supérieure à deux minutes.

Grâce aux connaissances acquises lors de l'éclipse de 1970, nos instruments ont une meilleure résolution et sont plus précis. A l'aide de sondes de plasma, nous pourrions faire des mesures directes des concentrations ioniques et électroniques des régions D et E de l'ionosphère. Il s'agit de dispositifs relativement simples consistant en électrodes métalliques s'ouvrant hors de la charge utile après largage des coiffes et polarisées avec des variations pré-programmées de la tension. Les courants sont mesurés et les valeurs sont transmises au sol par télémesure comme pour les autres mesures faites en vol. D'autres mesures de densité électronique seront faites à part grâce à des impulsions émises par un puissant émetteur sur le site de lancement. Cette deuxième méthode est beaucoup plus précise que l'autre pour déterminer la concentration électronique dans la région D mais sa résolution spatiale est plus faible et elle ne couvre pas la totalité de la trajectoire. La densité et la répartition de l'ionisation sont intimement liées aux rayonnements ionisants c'est-à-dire à l'ultraviolet et aux rayons X solaires qui seront mesurés par des détecteurs embarqués travaillant sur la raie Lyman ϵ à 1216 Å et dans la gamme des rayons X de 1.5 à 8 Å.

On fera aussi des expériences sur la transmission des ondes radio à Ottawa, à Churchill et en Nouvelle-Écosse, pour déterminer le bruit de fond ionosphérique avant, pendant et après l'éclipse. C'est le Centre de recherches sur les communications, au Ministère des Communications, qui conduira ces expériences.

A Churchill, où l'éclipse ne sera que partielle (92%), on lancera quatre fusées pour étudier l'influence de l'éclipse sur la densité électronique et les émissions en infra-rouge dans la haute atmosphère. Il s'agit tout d'abord de trouver par quels mécanismes d'excitation il y a émission par les molécules d'oxygène O_2 , du radical OH et de l'oxyde d'azote NO. Les instruments utilisés seront des photomètres et des sondes de plasma.

Les résultats donnés par l'éclipse de 1970, en



John Carter of Bristol Aerospace Limited (left) and Jack Tarzwell, NRC's range safety officer, demonstrate the rocket launching equipment. ● M. John Carter, de la compagnie Bristol Aerospace, à gauche, et M. Jack Tarzwell, officier de sécurité de la base du CNRC, essayent l'équipement de lancement des fusées.

Nouvelle-Écosse, ont montré que la densité électronique était de trois à cinq fois moins élevée au-dessus de 50 miles d'altitude durant l'éclipse et de plus de 10 fois moins élevée au-dessous de cette altitude. On a remarqué qu'il existait un certain décalage temporel entre l'évolution électronique et celle de l'éclipse et l'on s'en est servi pour calculer les coefficients de recombinaison dans les régions D et E et, de ce fait, pour mieux connaître la vitesse des réactions chimiques dans ces régions. Les mesures de rayons X et dans l'ultraviolet ont permis de déterminer quelles étaient les contributions respectives du disque solaire visible, de la couronne solaire et des rayonnements dispersés dans les régions lointaines de l'atmosphère terrestre.

On avait prévu que le soleil serait probablement calme lors de l'éclipse du 7 mars 1970 mais, durant la semaine précédente, le soleil a été le siège d'éruptions fortes en rayons X et de puissantes perturbations magnétiques causant l'apparition d'"averses" d'électrons à énergie élevée et autres perturbations dans la région D. Les résultats de toutes les observations n'ont pu être comparés que très difficilement en raison de ces perturbations; on espère que le soleil sera calme en juillet prochain de façon à pouvoir faire d'utiles comparaisons.

Les éclipses constituent le seul moyen naturel d'arrêter l'arrivée d'énergie solaire dans notre atmosphère. L'arrêt est très rapide et il dure toutefois assez longtemps pour faire de bonnes mesures sur tout le spectre. Grâce à ces mesures, on comprend mieux ce qui se passe dans l'ionosphère c'est-à-dire quelles sont les influences des très nombreuses perturbations comme les aurores et l'absorption de la calotte polaire sur les communications au Canada; autrement dit, on est mieux à même de mettre au point des méthodes et des techniques conduisant à de meilleurs équipements pour de meilleures communications. □

Field peas — Cinderella crop of the 70's?

Grain legumes such as peas and beans have long been considered a poor man's food. Only the rich could afford to eat meat, milk, eggs and other similar foods. But the day is fast approaching when peas and beans will become an inexpensive, nutritious food for both rich and poor. The advent of that day will also help to bring an end to the protein gap which exists in developing countries and is beginning to develop in the "have" nations. In fact, field peas could become the Cinderella crop of the 70s for Canadian agriculture, diversifying the wheat-based economy as rapeseed did in the 60s.

Foods consumed by humans are made up mainly of three basic ingredients — fats or oils, carbohydrates and proteins. The prime purpose of the agriculture industry is to produce foods which provide the right proportions of these constituents. It has no difficulty in meeting the demand for fats or oils and carbohydrates but is unable to keep pace with the need for protein, the body's chief building element which must be eaten daily in order to maintain health.

In Canada carbohydrates are produced in the form of starch in wheat and coarse grains. The rapid expansion of rapeseed acreage and the introduction of high-oil content sunflower seed provide the necessary source of fats or oil. Both of these crops — cereals and oil seeds — provide protein directly or through conversion to animal products.

However, the major source of supplementary protein feeds for animals and foods for humans has been oil seed meals. As an increasing proportion of Canadian edible oil supplies are obtained from high-oil content rapeseed, oil requirements are satisfied with the production of less and less meal. As a result, increasing quantities of protein supplements, mainly soybean meal, must be imported. However, if protein supplement production could be separated from oil and fat production, more flexibility would be possible for current Canadian requirements as well as export markets, and production could be shifted to match future market changes.

A research program on the use of field peas as a source of plant protein for both animal feeds and human foods was initiated in 1968 at the Prairie Regional Laboratory of the National Research Council of Canada. Interest in the program has developed steadily and six departments at the University of Saskatchewan — Crop Science, Animal Science, Poultry Science, Agricultural Economics, Dairy and Food Science, and Home Economics — now are collaborating with PRL in a multidisciplinary research effort. In addition, PRL is working with such industries as the Saskatchewan Wheat Pool, Neufeld Seeds Limited, Canada Packers Limited, Ogilvie Flour Mills Limited, and Reckitt and Colman (Canada) Limited, manufacturer and distributor of food products.

Dr. C.G. Youngs of the Engineering and Process Development Section of PRL says that his laboratory concluded at the start of the program that a crop grown primarily as a protein source could be very useful in balancing over-all agricultural production. Such a crop

De la soupe aux pois,
à la viande synthétique.



Les plantes à graines comme les pois et les haricots sont depuis longtemps considérées comme la nourriture du pauvre, alors que celle du riche se composerait de viande, de lait, d'œufs, etc. Mais le jour approche rapidement où les pois et les haricots constitueront une alimentation à la fois économique et nutritive pour tous. L'avènement de ce jour contribuera également à combler le déficit en protéines dont souffrent actuellement les pays en voie de développement et qui commence à se manifester chez les nations "pouvues".

L'alimentation humaine est surtout composée de graisses ou d'huiles, d'hydrates de carbone et de protéines. La raison d'être principale de l'agriculture est de produire des aliments renfermant ces éléments constitutifs en proportions adéquates. Elle n'éprouve aucune difficulté à satisfaire la demande en graisses ou en huiles et en hydrates de carbone, mais elle s'avère incapable de satisfaire les besoins en protéines dont nous devons absorber quotidiennement une certaine quantité pour rester en bonne santé.

Dans le froment et les céréales à gros grains, les hydrates de carbone se trouvent sous forme d'amidon. L'augmentation rapide des surfaces cultivées en colza et l'introduction de graines de tournesol très riches en huile suffisent aux besoins en matières grasses. Les protéines indispensables à l'homme lui sont en majeure partie fournies par les viandes qui, elles-mêmes, ont leur origine dans les hydrates de carbone et les graisses absorbées par les animaux.

Cependant, l'appoint en protéines dans l'alimentation animale et humaine est surtout fourni par les oléagineux. Compte tenu qu'une proportion croissante de la production d'huile comestible canadienne provient de graines de colza à forte teneur en huile, on parvient à couvrir les besoins tout en produisant de moins en moins de farine. Il en résulte qu'un volume croissant de suppléments de protéines, notamment de farine de soya, doit être importé. Toutefois, si l'on pouvait produire des protéines en supplément, indépendamment des huiles et des graisses, nous aurions plus de facilités pour nous adapter aux besoins canadiens et aux conditions d'exportation.

Le Laboratoire régional des Prairies, laboratoire relevant du Conseil national de recherches du Canada, a lancé, en 1968, un programme de recherches sur l'utilisation de pois des champs comme source de protéines végétales pour l'alimentation des hommes et des animaux. L'intérêt pour ce programme s'est développé régulièrement et les départements de sciences céréalières, de zoologie, d'aviculture, d'économie agricole, de produits laitiers alimentaires et d'économie domestique de l'Université du Saskatchewan collaborent maintenant avec le Laboratoire régional des Prairies à un programme de recherches pluridisciplinaires. D'autre part, le LRP travaille avec le Saskatchewan Wheat Pool, Neufeld Seeds Ltd, Canada

Pea selections growing in the PRL greenhouse.
● Culture de pois sélectionnés, en serre, au LRP.



Dr. C.G. Youngs (right) and Dave McPhee of PRL examine selections of peas from the world collection. ● Le Dr. C.G. Youngs (à droite) et Dave McPhee, du LRP, examinent des sélections de pois provenant du monde entier.

would require a protein content high enough to serve as a supplement to cereals in animal feeds; a protein composition which could complement that in cereals to provide a good nutritional balance; a yield which would make it attractive to the producer when priced competitively with other supplements; and it also should be able to be readily processed into forms acceptable for direct human consumption.

"This last requirement could be very important in some of our export areas at the present time," says Dr. Youngs, "and there is a growing interest in the direct use of more plant protein in foods in North America."

Although it may be possible eventually to develop a variety of crops which would meet these requirements, through induced mutations, a cross between two different species, etc., Dr. Youngs says "there are really only two general types of crops to be considered: the leaf or forage crops, and the grain legumes."

Leaf crops offer considerable potential in terms of protein production per acre, but there are problems in storage, shipping, and handling. The fibre content tends to be high and they are difficult to process into a form suitable for direct human consumption.

"These factors," says Dr. Youngs, "prompted us to opt for the grain legumes which have been completely neglected as a potential protein source in Canada."

The lowly field pea — reduced from a 13-million bushel crop in pre-1900 Ontario to a one-million bushel crop in southern Manitoba — was chosen. Field peas possess a number of advantages as a supplementary protein crop. They are adaptable to climatic conditions on the Canadian prairies and can be handled by existing

farm machinery. They can be stored and shipped like other grains and because of their low fat level of about one per cent, rancidity or heating problems should be no more pronounced than in cereals. Peas contain no known toxic materials or enzyme inhibitors and should require no processing other than grinding for use in feeds. The characteristic flavor is not unpalatable to animals and on cooking becomes quite acceptable in certain foods, for example, pea soup.

"These are all plus factors," says Dr. Youngs, "but they do not answer the basic question whether field peas contain sufficient protein of a suitable composition to be economically produced as a feed supplement or as a protein source in foods."

Since protein content previously had not been considered as a quality factor in peas, no information was available on the protein in Canadian varieties.

"Fortunately," says Dr. Youngs, "Dr. Ali-Khan at the Canada Department of Agriculture's Morden Research Station at Morden, Manitoba, had saved samples of various selections that had been grown at a number of stations over several years, and we were able to analyze them."

Highly significant variation was found between varieties, indicating that increased protein levels could be obtained through breeding and selection. A search for high protein germplasm in the world pea collection ensued. The initial 506 selections checked had a range of 23 to 32 per cent protein. In addition, some 2,000 selections of peas were grown on plots at the University of Saskatchewan last summer and are currently being analyzed for protein content at PRL. This material will be turned over to Dr. A. Slinkard who has just come to the University of Saskatchewan from the University of Idaho and will be spending full time on pea breeding.

Dr. H.M. Austenson of the Crop Science Department at the University of Saskatchewan has initiated studies on the agronomic problem in pea production i.e., seeding rate, seeding date, inoculation, fertilization, disease and pest control, crop rotation and nurse crops such as peas seeded with barley to help hold the pea plants upright and simplify harvesting.

Dr. Milt Bell at the University of Saskatchewan has demonstrated that native Canadian field peas could replace the soybean and fish meal portion of swine feed.

Nutritional tests by PRL staff on bread from wheat flour supplemented with pea protein concentrate and wheat gluten have been run in the University's Animal Science Department. These indicate that bread of acceptable quality can be produced that would meet the Food and Drug Directorate definition of "an excellent source of dietary protein." Other foods being tested include snacks, biscuits, beverages and meat analogs.

Arthur Sumner of the Food Technology Section, Home Economics Department at the University, with the assistance of PRL staff, has developed several types of high protein (over 20 per cent) biscuits using pea protein concentrate as a supplement to wheat flour. The

... viande synthétique.

Packers Ltd, Ogilvie Flour Mills Ltd et Reckitt and Colman (Canada) Ltd.

Le Dr C.G. Youngs, de la Section de génie et de développement des processus du LRP, nous a confié que son laboratoire avait conclu dès la mise en oeuvre du programme qu'une culture avant tout destinée à la production de protéines pourrait s'avérer très utile pour équilibrer l'ensemble de la production agricole. Les pois des champs pourraient être la culture miracle de l'agriculture canadienne dans les années soixante-dix en permettant de diversifier une économie basée sur le blé, comme ce fut le cas pour le colza au cours de la dernière décennie.

Ce type de culture exigerait que les protéines soient en proportions suffisamment élevées pour avoir les avantages suivants: être une nourriture complémentaire pour les animaux, donner un équilibre nutritiel satisfaisant, avoir un rendement intéressant pour le producteur et conduire à un produit de transformation aisée se prêtant à la consommation par l'homme.

"Cette dernière condition pourrait s'avérer très importante pour certains de nos secteurs d'exportation actuels et l'on s'intéresse de plus en plus en Amérique du Nord à l'utilisation directe d'un volume croissant de protéines végétales dans les aliments", nous a dit le Dr. Youngs.

Bien qu'il soit peut-être possible d'obtenir des espèces intéressantes par mutations induites et par croisements judicieux, par exemple, "il n'y a vraiment lieu de ne considérer que deux cultures en général: celles des fourrages et celles des graines", a ajouté le Dr. Youngs.

Les cultures fourragères permettent d'envisager un rendement à l'acre en protéines considérable mais présentent des difficultés de stockage, d'expédition et de manutention. Par ailleurs, leur teneur en fibres a tendance à être très élevée et la préparation qu'il est nécessaire de leur faire subir pour les rendre consommables par l'homme est très complexe.

Selon le Dr. Youngs, ce sont ces facteurs qui ont conduit nos chercheurs à opter pour les plantes à graines qui avaient été totalement négligées en tant que source importante de protéines et c'est ainsi qu'on a choisi le pois des champs dont la récolte était tombée à un million de boisseaux dans le sud du Manitoba après avoir été de 13 millions de boisseaux avant 1900, dans l'Ontario. Ces derniers présentent un certain nombre d'avantages comme source protéinique complémentaire. Ils s'adaptent en effet fort bien aux conditions climatiques des prairies canadiennes et le matériel agricole existant convient à leur culture. On peut les stocker et les expédier comme les autres grains et comme leur teneur en graisses n'est que d'environ 1%, les problèmes posés par la rancidité ou l'échauffement ne devraient pas être plus accusés que dans le cas des céréales. Les pois ne renferment aucune substance toxique connue, ni d'inhibiteur enzymatique et, en dehors de leur transformation en farine entrant dans la composition de divers éléments, ils ne devraient nécessiter aucune autre préparation. Leur saveur caractéristique est acceptée par les animaux et elle devient

tout à fait acceptable dans certains aliments comme, par exemple, la soupe aux pois.

Toujours selon le Dr. Youngs, nous venons d'énumérer les facteurs positifs mais ils ne répondent pas à la question fondamentale qui est de savoir si ces pois ont une teneur protéinique suffisante ou une composition se prêtant à une exploitation économiquement rentable comme aliment d'appoint ou comme source de protéines dans l'alimentation.

La teneur en protéines n'ayant pas jusqu'alors été considérée comme un facteur qualitatif, on ne disposait d'aucune information sur celle des espèces canadiennes.

Par chance, le Dr. Ali-Khan, de la Morden Research Station, du Ministère fédéral de l'agriculture, à Morden, dans le Manitoba, avait conservé des échantillons de diverses sélections cultivées par un certain nombre de centres de sélection botanique pendant plusieurs années, ce qui nous a permis de les analyser.

Cette analyse a permis de mettre en évidence des variations hautement significatives entre les variétés, indiquant qu'il était possible d'augmenter la teneur en protéines par croisement et sélection botanique et cela nous a conduit à rechercher dans la collection mondiale les espèces dont la teneur protéinique était élevée. Les 506 premières espèces examinées contenaient de 23 à 32% de protéines. Ajoutons à cela qu'environ 2,000

Mock roast duck and a chocolate beverage made from pea protein concentrate make a tasty dinner for Dr. Henry Glattli, a former NRC Postdoctorate Fellow from Switzerland. ● Viande synthétique rôtie, rappelant le canard, et boisson au chocolat faite à l'aide de concentré de protéines tirées des pois. C'est un repas agréable pour le Dr. Henry Glattli, venant de Suisse et ancien boursier postdoctorat du CNRC.



Department is also developing a milk-shake-type beverage in which protein is provided by pea protein concentrate.

Soybean "meats" already are in existence. Vegetable protein has been spun into bundles of fibers, then fabricated into simulated meat products resembling poultry, seafood, or ham. Flavor, texture, calories and protein all compare favorably with traditional meats.

"What can be done with soybean protein probably can be done with pea protein," says Dr. Youngs. "Our approach to meat analogs, however, is to use sheets of protein concentrate rather than spun fibers."

Canadian Patents and Development Limited, a subsidiary of NRC, is proceeding with a joint patent application by the Prairie Regional Laboratory and the University of Saskatchewan on the preparation of meat analogs from pea protein concentrate. Flavoring of meat analogs and the other food products is done artificially.

Will these analogs cut into meat sales or production?

"The demand," says Mr. Sumner, "is for increased sources of protein, not replacement of existing sources. Meat consumption will probably continue to increase, with analogs contributing complementary dishes."

It is projected that these "complementary dishes" will provide a two million dollar market for meat analogs within 10 years.

Allan Potash Mines have tested pea starch on a pilot scale as a desliming agent in potash refining and have found it satisfactory for this purpose. The starch has also been tested on a pilot scale as a brewing adjunct by Canadian Breweries Limited and found satisfactory.

The Prairie Regional Laboratory has completed a test on fine grinding and air classification at the test station of Alpine American Corporation. Although a very significant separation of starch and protein was obtained, the samples have yet to be analyzed to give detailed information.

The Federal Department of Industry, Trade and Commerce has begun a detailed survey of the trade and consumption of grain legumes in all countries where commercial counsellors are maintained. This will include samples of various grain legumes and the form in which they are consumed.

"It is quite possible that field peas could be used economically in many of these areas, particularly where the legumes are being processed prior to consumption," Dr. Youngs says. "There is a tremendous potential for the production of high-protein foods from grain legumes on a world wide basis, but it has been a neglected type of crop particularly in the developed countries that have the technology to forward its development."

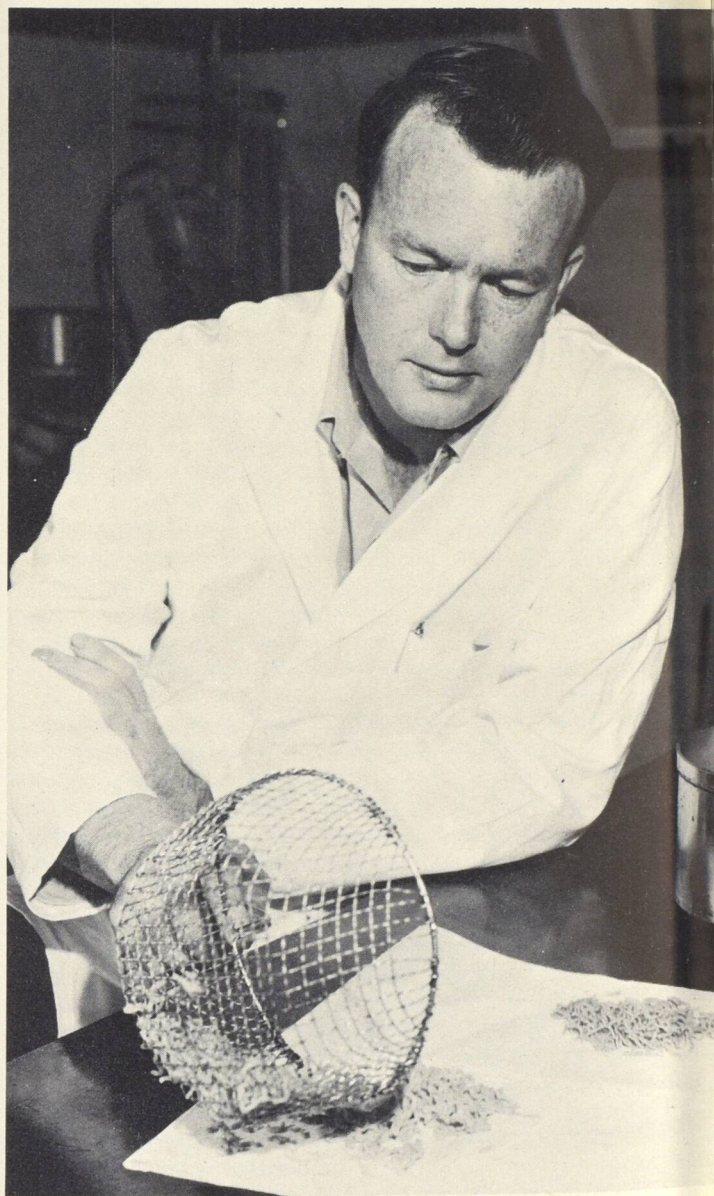
Although there is still a great deal of work to be done, the Laboratory has now reached the point where preliminary feasibility studies on processing and marketing of pea flour, protein concentrate and starch can be done.

"This of necessity involves a great deal of input from industry," points out Dr. Youngs. "But the cooperation obtained and the interest shown to date suggests that a realistic appraisal should be possible in the near future.

If we can establish even a modest use of field peas in food products in Canada, it could spur a renewed world-wide interest in this type of material."

"But," says Dr. B.M. Graig, Director of PRL, "you can't interest Canadian industry in taking something new up, such as rapeseed, until you can guarantee a source of supply."

The program is to first convince growers that on-the-farm use of field peas for animal feed is economically attractive and scale production up for other uses. □



Dave McPhee prepares deep fried snacks from pea flour. ● M. Dave McPhee prépare une friture dont l'élément est tiré de la farine de pois.

sélections de pois ont été cultivées sur parcelles à l'Université du Saskatchewan l'été dernier et sont actuellement analysées au LRP par le Dr. A. Slinkard, de l'Université de l'Idaho, pour en déterminer la teneur protéinique. Les recherches du Dr. Slinkard sont entièrement consacrées à la création de nouvelles selections de pois.

Le Dr. H. M. Austenson, du Département d'agronomie de l'Université du Saskatchewan, a entrepris l'étude des problèmes agronomiques soulevés par la culture du pois, c'est-à-dire de la densité et de la date des semis, de l'inoculation, de la fertilisation, de la lutte contre les épiphyties et les parasitiques, des plantes abri (orge, par exemple) et de l'assolement.

Le Dr. Milt Bell, de l'Université du Saskatchewan, a démontré que les pois des champs canadiens autochtones pouvaient remplacer la farine de soya et de poisson dans l'alimentation porcine.

Des essais effectués sur du pain constitué de farine de froment additionnée de concentré de protéines de pois et de gluten de blé ont permis de constater qu'il était possible d'obtenir un pain de qualité acceptable répondant à la définition de la Direction générale des aliments et drogues de ce que doit être "une excellente source de protéines diététiques". Parmi les autres produits alimentaires actuellement à l'étude, citons des snacks, ou casse-croûtes, des frites très fines, des biscuits, des boissons et des viandes synthétiques.

M. Arthur Sumner, de la Section de technologie alimentaire du Département d'économie domestique de l'Université a mis au point, en collaboration avec des chercheurs du LRP, plusieurs types de biscuits à haute teneur en protéines (plus de 20%) constitués de farine de froment additionnée de concentré de protéines de pois. Le département étudie également une boisson du type "milk-shake" dont la teneur en protéines est fournie par du concentré de protéines de pois.

Il existe déjà des "viandes" de soya dans lesquelles les protéines végétales ont été transformées en groupes de fibres qui sont façonnées de manière à obtenir un produit imitant la volaille, les fruits de mer et le jambon. Sur les plans de la saveur, de la texture, des calories et de la teneur en protéines, ces produits synthétiques se comparent avantageusement aux produits naturels.

Le Dr. Youngs pense que ce qui est possible avec la protéine de soya l'est probablement également avec celle des pois et il ajoute que l'on envisage cependant d'utiliser des plaques de concentré de protéines plutôt que des fibres filées pour fabriquer de la viande synthétique.

La Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée, une filiale du CNRC, s'apprête à déposer une demande de brevet pour le compte du Laboratoire régional des Prairies et de l'Université du Saskatchewan sur la préparation de viandes synthétiques à base de concentré de protéines. Ces viandes, sont aromatisées artificiellement.

Y a-t-il lieu de penser que ces viandes artificielles affecteront les ventes ou la production du produit naturel?

Selon M. Sumner, on ne cherche pas à remplacer les sources de protéines existantes mais à en trouver de

nouvelles. La consommation de viandes se maintiendra probablement, les viandes synthétiques faisant fonction de plats complémentaires.

"Ces plats complémentaires" représenteront probablement un marché de deux millions de dollars en viandes synthétiques dans les dix années à venir.

La compagnie Allan Potash Mines a essayé l'amidon de pois, à titre expérimental, pour l'élimination des schlamms dans le raffinage de la potasse et considère l'expérience comme satisfaisante.

Le Laboratoire régional des Prairies a également mené à bonne fin un essai de broyage fin et de classification par soufflage à la station d'essais de l'Alpine America Corporation. Bien que la séparation de l'amidon et des protéines ait été réussie, les échantillons n'ont pas encore été soumis à une analyse détaillée.

Le Ministère fédéral de l'industrie et du commerce a entrepris un sondage en profondeur du commerce et de la consommation des plantes à graines dans tous les pays où le Canada dispose de conseillers commerciaux. Ce sondage permettra non seulement de déterminer la forme sous laquelle ces plantes à graines sont consommées, mais également d'obtenir des échantillons des diverses variétés en cause.

Le Dr. Youngs pense qu'il est parfaitement possible que les pois des champs soient utilisés économiquement dans nombre des cas cités, notamment lorsque les plantes à graines subissent une certaine préparation avant d'être livrées à la consommation. Il entrevoit une très forte production mondiale de plantes riches en protéines, mais il faut reconnaître que ce genre de culture a été négligé notamment dans les pays développés ayant les connaissances nécessaires pour en assurer l'expansion.

Il reste encore beaucoup à faire, mais le Laboratoire a atteint le point où les études préliminaires de rentabilité du traitement et de la commercialisation de la farine de pois, des concentrés de protéines et d'amidon peuvent être entreprises.

Le Dr. Youngs souligne que ces travaux impliquent nécessairement une participation industrielle importante mais que la coopération et l'intérêt dont ont fait preuve jusqu'à maintenant les intéressés donnent à penser qu'une estimation réaliste des possibilités doit être possible dans un proche avenir. Si nous pouvions susciter une utilisation même modeste des pois des champs dans les produits alimentaires au Canada, cela pourrait avoir pour effet de provoquer un renouveau d'intérêt à l'échelle mondiale, mais il est difficile d'intéresser l'industrie canadienne à un produit nouveau, comme le colza par exemple, si vous n'êtes pas en mesure de garantir que les usines seront alimentées en matières premières, nous a confié pour conclure le Dr. B. M. Craig, Directeur du Laboratoire régional des Prairies.

Le premier objectif du programme est donc de convaincre les producteurs qu'il est économiquement intéressant d'envisager l'utilisation de la production locale de pois des champs dans l'alimentation animale et de développer cette production pour d'autres utilisations. □

"Buzz Bomb" jet Keeps Rails Clear

A refined version of the pulse jet engine that powered Germany's infamous V-1 "Buzz Bomb" (so-named for the erratic roar it produced in flight) is serving as the heart of an experimental heater that National Research Council of Canada engineers hope will end the problem of railway track switch failure due to ice and snow blockage.

Engineers with NRC's Low Temperature Laboratory are currently conducting field trials of a no-moving-parts forced convection thermal heater. It employs a pulse jet combustion burner as the primary nozzle of an air injection pump. The heater is capable of delivering over 1,000 cubic feet per minute of air at 190 to 225 degrees Fahrenheit with a fuel consumption of two gallons per hour of propane.

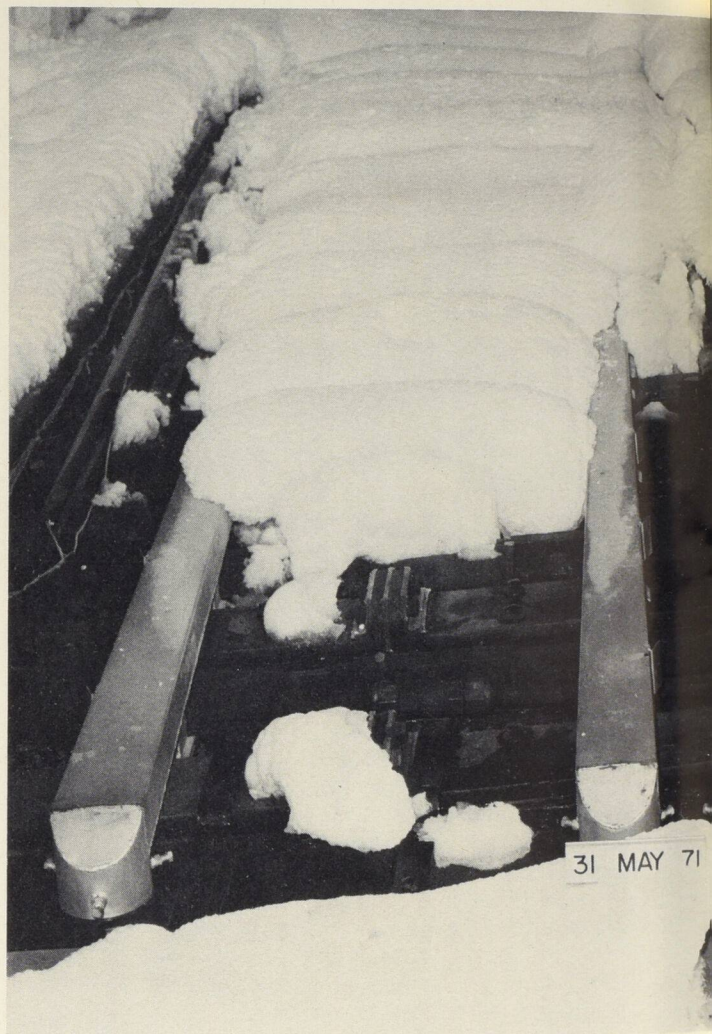
There's nothing new about the use of combustion heaters to vaporize snow and ice from switch points. The first recorded use of heaters was in 1890 when the New York and London urban transit systems put them into service. Heaters in use in this country today generally have been developed for winter climates much more moderate than that of Canada and for that reason have been less than successful in operation.

In the early and more leisurely days of Canadian railroading manual cleaning of switches was the accepted practice. Automation and the elimination of many divisional points in the 1950s drastically reduced the manpower supply along Canadian railway lines. With the introduction of remotely-operated power switches and the concept of centralized traffic control, automatic protection of switches from snow and ice became essential. A variety of heating devices were put into service with indifferent success.

In the 1960s it was found that thermal protective equipment was a mounting problem and Canada's railways turned to the National Research Council for assistance.

The NRC has a system of Associate Committees operating as a coordinating mechanism in the various fields of science. National in scope, each acts as an autonomous unit. Members serve without salary and are drawn from government, university and industrial organizations. Each committee brings to bear knowledge and experience on scientific and technical aspects of current problems of general or regional interest. It was the Subcommittee on Climatic Problems, one of several subcommittees within the Associate Committee on Railway Problems, which undertook to initiate a research program on track switch maintenance problems.

Development of the NRC pulse jet heater began in the winter of 1966-67 when NRC made an initial study of available switch heaters and found none satisfactory. The most effective then available was an oil-fired hot air forced convection heater with an output of less than 200,000 British thermal units (BTU) per hour. The fuel pump, circulating fan, ignition transformer and control system required almost two kilowatts of electrical energy. Much of the trackage in Canada passes through thinly-populated areas where the only power available is that needed for signal and switch operation. Such heaters



Man-made snow covers track switch undergoing tests in NRC's cold chamber. ● Aiguillage couvert de neige artificielle dans la chambre froide du CNRC.

could not be used in these locations.

In order to study the problem under controlled conditions, a Canadian Pacific Railway mainline 22-foot switch was installed in the 50-foot cold chamber of the Low Temperature Laboratory. In this chamber temperatures lower than minus 65 degrees Fahrenheit can be obtained with wind speeds up to 40 miles per hour. Snow is manufactured with a set of water atomizing nozzles.

Switch heaters are affected by rate of snow fall, ambient temperatures and wind velocity. While snow fall rates of three inches per hour have been recorded, a long duration storm with a snowfall rate of one inch per hour is usually considered as severe. Heavy snowfalls rarely occur below about zero degrees Fahrenheit.

A test condition of snowfall at one inch per hour with a wind velocity of 15 to 20 miles per hour and an

Des pulsoréacteurs pour dégager les aiguillages



Une version perfectionnée du pulsoréacteur qui propulsait les V-1, ces engins tristement célèbres, constitue la pièce maîtresse d'un réchauffeur expérimental sur lequel les ingénieurs du Conseil national de recherches du Canada (CNRC) fondent de grands espoirs pour mettre un terme aux pannes d'aiguillages causées par l'accumulation de la neige et de la glace.

Les ingénieurs du Laboratoire des basses températures du CNRC ont entrepris des essais sous conditions réelles d'un réchauffeur à convection ne comportant pas de pièces mobiles. Les gaz chauds sortant d'un petit pulsoréacteur servent à créer un effet de trompe, ce qui permet de disposer d'un réchauffeur consommant deux gallons de propane à l'heure et portant en une minute 1,000 pieds cubes d'air au moins à une température comprise entre 190 et 225°F.

L'idée d'employer des réchauffeurs à combustion pour dégager les aiguillages bloqués par la neige et par la glace n'est pas nouvelle. En effet, on en a employé pour la première fois, en 1890, sur les réseaux urbains de

New-York et de Londres. Ceux qu'on utilise actuellement au Canada ont, en général, été étudiés pour des hivers beaucoup moins rigoureux que les nôtres et c'est pour cette raison qu'ils se sont révélés très inférieurs à la tâche.

A l'époque où le chemin de fer a fait son apparition au Canada, on se contentait de nettoyer les aiguillages à la main mais l'automation et l'élimination de nombreuses stations secondaires, au cours des années cinquante, a entraîné une sérieuse réduction de la main-d'oeuvre dans ces zones. Avec l'introduction des aiguillages télécommandés et du concept du contrôle centralisé du trafic, il devenait absolument nécessaire d'assurer l'élimination automatique de la neige et de la glace des aiguillages. Plusieurs types de réchauffeurs ont été mis en service mais aucun n'a donné entière satisfaction.

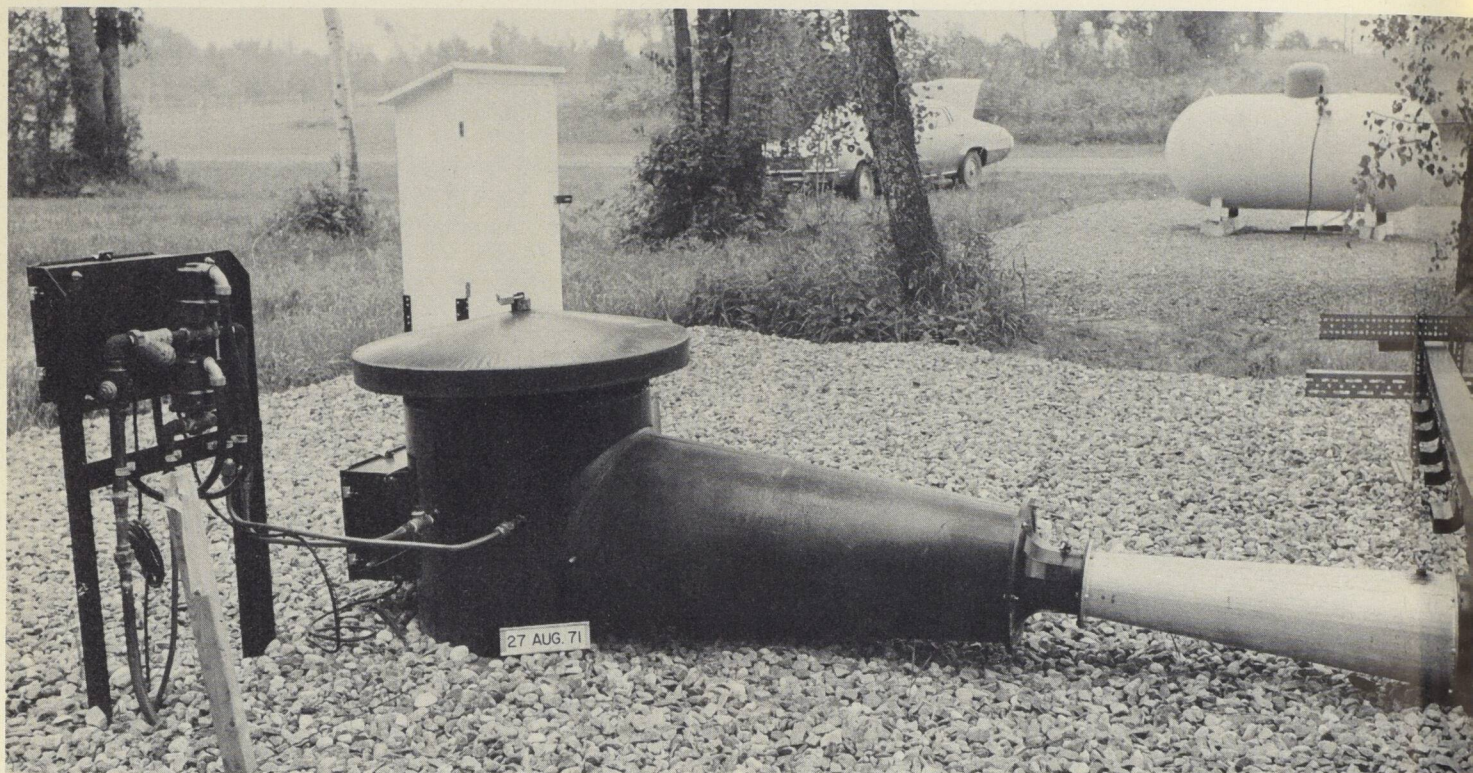
Devant la gravité du problème posé par l'inefficacité de ce matériel, les compagnies canadiennes de chemins de fer ont dû, au cours de la dernière décennie, faire appel au Conseil national de recherches.

Le CNRC dispose d'un système de comités associés jouant le rôle de mécanisme coordonnateur dans les divers domaines scientifiques et, bien qu'ayant un rôle national, chacun de ces comités associés fonctionne d'une façon autonome. Ils sont composés de spécialistes non rétribués appartenant à des organismes universitaires, industriels et gouvernementaux. Chaque comité apporte ses connaissances et son expérience pour résoudre des problèmes scientifiques et techniques d'intérêt général ou régional. C'est le sous-comité des problèmes climatiques, l'un des sous-comités du Comité associé des problèmes ferroviaires, qui a lancé les recherches sur l'entretien des aiguillages.

L'étude du réchauffeur à pulsoréacteur a commencé durant l'hiver de 1966-67, après une étude initiale ayant montré qu'aucun des réchauffeurs existants ne pouvaient répondre aux besoins. L'appareil le plus efficace à cette époque était un réchauffeur à convection fonctionnant au kérosène et dont le rendement horaire était inférieur à 200,000 BTU. La pompe à combustible, la soufflante, le transformateur d'allumage et le système de régulation exigeaient presque deux kilowatts d'électricité et lorsque l'on sait que la plupart des voies ferrées canadiennes traversent des régions à faible densité de population où la seule source existante d'énergie est celle nécessaire au fonctionnement des signaux et des aiguillages, on comprend que ce genre de réchauffeur ne peut convenir.

On a donc été amené, pour étudier le problème rationnellement, à placer un aiguillage principal de 22 pieds du Canadien Pacifique dans la chambre froide de 50 pieds du Laboratoire des basses températures où l'on peut produire de la neige artificielle et des températures de -65°F. avec des vents pouvant atteindre 40 miles à l'heure. La neige artificielle est obtenue grâce à de petites tuyères donnant des jets d'eau pulvérisée.

Le fonctionnement des réchauffeurs d'aiguillages est affecté par l'intensité de la chute de neige, la température



ambient temperature of zero degrees Fahrenheit was established for cold chamber evaluation. Under the test condition it was established that a heat input of 250,000 BTU per hour was required to protect a 22-foot switch from failure within a five-hour period. A target specification for a switch heater was developed from the cold chamber work. Basic requirements were: (1) thermal capacity, 250,000 BTU per hour; (2) Fuel, propane or aviation kerosene; (3) Electrical power consumption, 100 watts.

The last requirement dictated that some means had to be found to use the energy available in the fuel for circulation of the hot air. Consideration was given to the use of both the internal combustion engine and the gas turbine. Both methods were considered too complex, expensive and unreliable.

The concept of using a pulsating combustion burner or a pulse jet to drive an air ejector pump seemed attractive. In this way both the thermal and thrust output of the pulse jet could be utilized in a device which had no moving parts.

The pulse jet as used on the German V-1 was limited in life by the intake valves employed. Pulse jets could, however, be built without valves. The NRC work was founded on valveless pulse jet research carried out initially at the U.S. Naval Research Laboratories in the 1950s. Several alternate designs were investigated and a suitable modified version developed with a 250,000 BTU rating using propane as the fuel.

The most difficult problem encountered during

Track switch heater undergoes endurance tests at NRC's railway test laboratory near Ottawa's Uplands Airport. ● Le réchauffeur d'aiguillage aux essais d'endurance dans le laboratoire du CNRC, près de l'aéroport d'Uplands, à Ottawa.

development of the pulse jet was that of ensuring reliable starting. Without auxiliary starting air it was impossible to start the pulse jet. The most effective means of utilizing starting air was to inject it into the intake concentric with the fuel nozzle. The starting air entrained additional air through the intake thus reducing the amount of auxiliary starting air to a minimum. Reliable starting was achieved on 0.25 cubic foot of air at a pressure of 15 pounds per square inch from air bottle or small compressor air supply systems.

A second problem was the design of an intake housing and a venturi for the ejector pump. Preliminary investigation demonstrated that the acoustic coupling between the pulse jet and the housing would produce excessive deflections and fatigue stresses in flat plates. Only curved surfaces proved acceptable. Problems with snow ingestion causing flameout of the pulse jet were eliminated by moving the jet farther into the intake tunnel and incorporating an automatic restarting device. A snow accumulation problem in the intake was removed by redesign. The air inlet was changed to a tapered cone elbow intake so that entering snow was continuously accelerated into the pulse jet efflux and did not have an opportunity to settle out in the intake.

ambiante et la vitesse du vent. Bien qu'on ait enregistré des chutes de neige de trois pouces à l'heure, une tempête de longue durée produisant une accumulation d'un pouce à l'heure est généralement considérée comme sévère. Il est rare qu'il se produise de fortes chutes de neige lorsque la température est inférieure à environ 0°F.

On a simulé dans la chambre froide une chute de neige d'un pouce à l'heure avec un vent de 15 à 20 miles à l'heure et une température ambiante de 0°F. et on a pu ainsi établir qu'il était nécessaire de produire 250,000 BTU à l'heure pour assurer le bon fonctionnement d'un aiguillage de 22 pieds pendant cinq heures. Ces essais ont permis de définir les objectifs à atteindre pour qu'un réchauffeur réunisse les conditions exigées. Ces conditions étaient les suivantes: débit thermique de 250,000 BTU/heure, combustion au propane ou au kérosène d'aviation et consommation électrique de 100 watts.

Comme cette dernière condition impliquait nécessairement de ne pas se servir d'énergie électrique pour

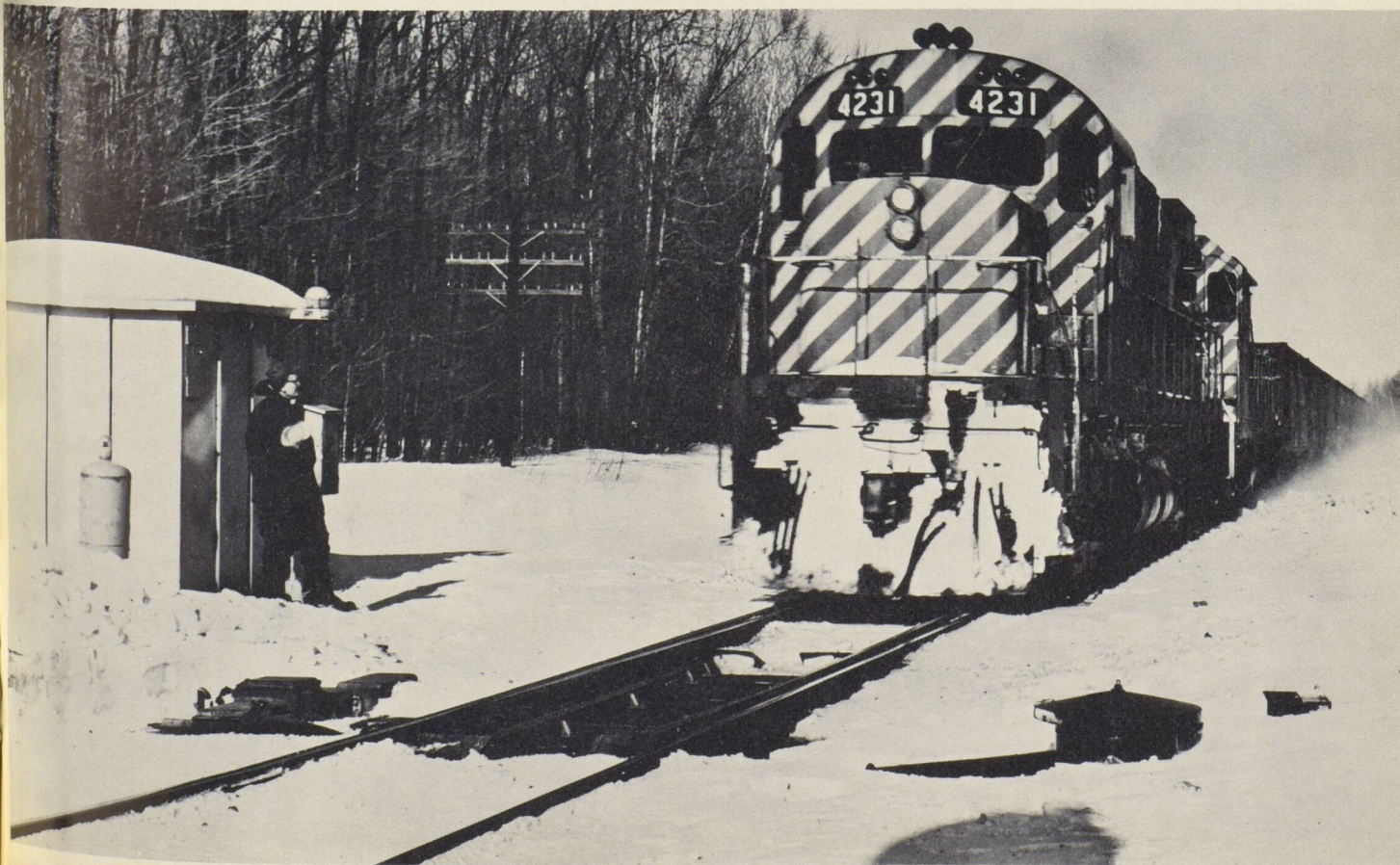
faire circuler l'air chaud, on a été amené à envisager le moteur à combustion interne et la turbine à gaz mais ni l'un ni l'autre n'a été retenu en raison de leur complexité, de leur prix de revient élevé et de leur manque de fiabilité.

Il a donc semblé intéressant de se servir comme brûleur d'une sorte de pulsoréacteur du type Marconnet produisant un jet instationnaire de gaz chauds dont l'effet d'impact et l'apport thermique, s'ajoutant au fait que le dispositif n'a aucune partie mobile, permettraient d'atteindre l'objectif fixé.

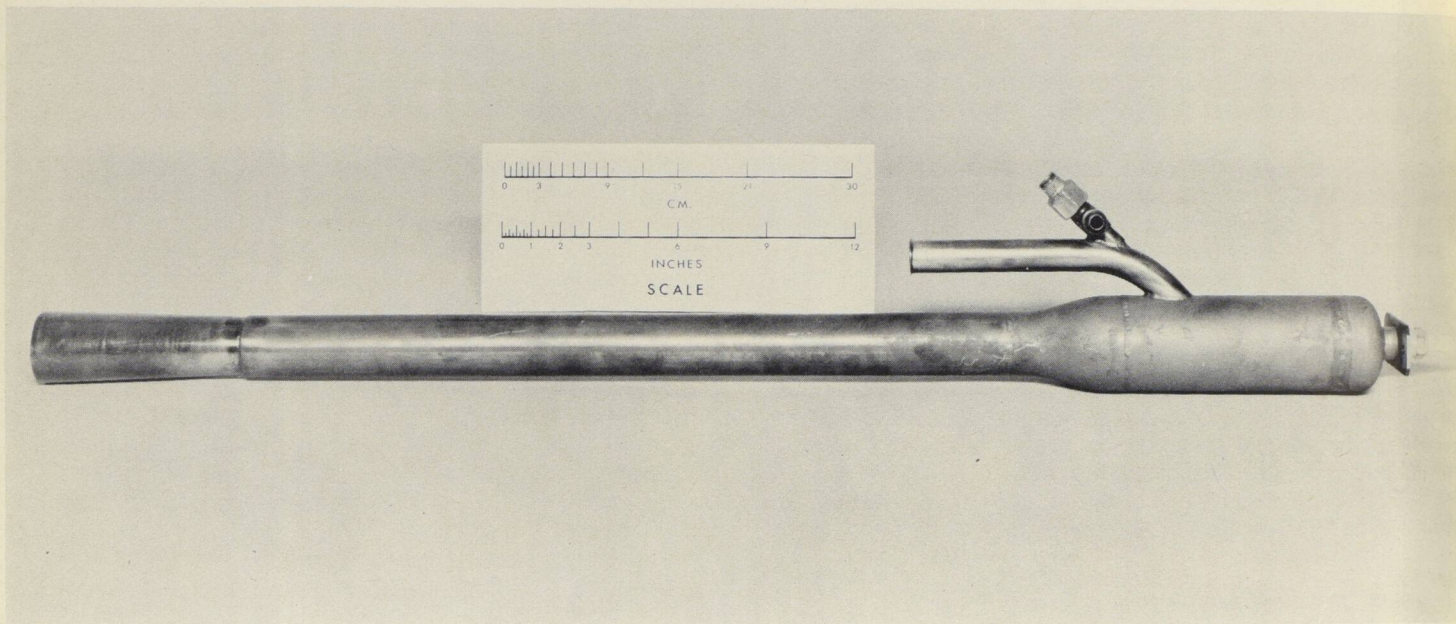
Les pulsoréacteurs des V-1 comportaient des clapets mécaniques de faible endurance ce qui a amené les chercheurs du CNRC au Canada et du "Naval Research Laboratories" aux États-Unis, notamment, à faire des recherches sur les clapets aérodynamiques, c'est-à-dire ne comportant aucune pièce mobile. Plusieurs modèles ont été mis au point dont l'un, alimenté au propane, donne 250,000 BTU.

La grande difficulté avec ce type de brûleur à impulsions est de l'allumer sans disposer d'air comprimé. On s'est aperçu que la meilleure façon d'utiliser l'air comprimé pour le démarrage était de l'injecter tout autour du gicleur dans l'entrée d'air car, ainsi, cet air

CPR Train No. 4231 clears switch heater unit under test at Elliot Siding near Perth, Ont. ● Passage du train numéro 4231, du Canadien Pacifique, sur l'aiguillage équipé du réchauffeur à l'essai à Elliot Siding, près de Perth, dans l'Ontario.



"Buzz Bomb" jet



The hot products of combustion are discharged from the pulse jet into a venturi when they are mixed with secondary air and cooled to an acceptable temperature of 190 to 225 degrees Fahrenheit. If higher temperatures are used there is a danger of setting the wooden ties under the switch on fire.

In the NRC system hot air from the burner is conducted beneath the rails in a circular cross duct located ahead of the switch point. On the top of the duct two short horizontal nozzles are located adjacent to the rails and blow hot air along the side of the fixed stock rail towards the points of the switch. Adjacent to the short nozzles are two extended nozzles which conduct hot air along the switch and discharge it over the slide plates and between the ties to keep all of the working parts of the switch free of ice and snow.

This system, in cold chamber tests, has kept a 22-foot switch in satisfactory working condition for as long as five hours at a snowfall rate of three inches per hour with an ambient temperature of zero degrees Fahrenheit and wind velocity of 15 miles per hour.

One of the requirements for a field test location is that it must be at least 1,000 feet from human habitation. Distance is necessary because the sound of the pulse jet engine in action has been recorded in close proximity at 130 decibels, an aural reminder of its forerunner the V-1.

Currently there are four test track switch installations along CPR lines, two near Perth, Ontario, in the Belleville CPR subdivision and two on the CPR mainline, about 45 miles west of Sudbury. In addition there is a fifth installation at the NRC rail test laboratory in Ottawa. The latter is used for endurance testing of the switch heater components. Some parts of the pulse jet run extremely hot (up to 2,400 degrees Fahrenheit) and only by long-term testing can satisfactory materials be located. Fortunately

Pulse jet burner. ● Pulsoréacteur utilisé dans le réchauffeur.

in this jet age there are a number of suitable materials available.

T.R. Ringer, Head of NRC's Low Temperature Laboratory, expects that success of the current field tests will lead to manufacture of pre-production models later this year. This will allow an increase of field evaluation efforts next winter.

"While there is no degree of patentability involved with the pulse jet used as a jet pump for heating track switches, its use as such is a new concept and consequently demands considerable research and development effort," Mr. Ringer says. "Arrangements are now being made for production."

Some indication of the rewards for successful effort can be gleaned from railway statistics that show the existence of some 40,000 track switches. Not all will need automatic switch heating but there is a potential market for thousands of units.

Mr. Ringer says that NRC is looking beyond thermal heating for the ultimate solution to ice and snow jamming.

"Switch heaters are only an interim answer. Our long-term project is a total redesign of switches that will permit no failure under any ice and snow conditions. We're quite proud of our current work but nobody in the Low Temperature Laboratory believes that railways should heat switches for the next couple of hundred years.

"The solution will not come about instantaneously. Long-term might be as appropriate as any word to describe this latter project. Even if the solution did come instantaneously the railways estimate that, given a new failure-free switch, it would still be 20 to 25 years before existing switches could be economically phased out," Mr. Ringer says. □

entraîne par induction un volume d'air supplémentaire ce qui réduit au minimum la quantité d'air d'appoint nécessaire pour le démarrage. On est parvenu à assurer un bon allumage avec 0,25 pied cube d'air sous une pression de 15 livres par pouce carré, cet air comprimé pouvant provenir d'une bouteille d'air comprimé ou d'un petit compresseur.

On a rencontré d'autres difficultés du fait que la première entrée d'air comportait des plaques planes que le pulsoréacteur excitait jusqu'à ce qu'elles cèdent par fatigue. Pour éviter ce phénomène, on a eu recours à des formes courbes mais alors on s'est aperçu que la neige s'accumulait au fond de l'entrée d'air du fait d'une perte de vitesse de l'écoulement. On a résolu le problème en donnant une forme conique à l'entrée d'air coudée. C'est alors que la neige s'est accumulée dans le conduit d'entrée du pulsoréacteur qui s'étouffait. On a remédié à cette situation en enfonçant le pulsoréacteur plus profondément dans l'entrée d'air et en utilisant un réallumage automatique.

Les gaz de combustion sont envoyés dans un venturi où ils se mélangent avec l'air secondaire et sont ramenés à une température acceptable de 190 à 225°F. Avec des températures supérieures, on risque de mettre le feu aux traverses de bois sur lesquelles s'appuie l'aiguillage.

Dans le système mis au point par le CNRC, les gaz chauds sont envoyés sous les rails au moyen d'une canalisation circulaire placée en avant de l'aiguillage. Sur la partie supérieure de la conduite se trouvent deux courtes tuyères horizontales adjacentes aux rails qui soufflent de l'air chaud le long du rail fixe en direction de la pointe de l'aiguille. Deux tuyères plus longues canalisent l'air chaud le long de l'aiguillage et le libèrent sur les plaques de glissement et entre les traverses pour prévenir l'accumulation de neige et de glace pouvant gêner le bon fonctionnement des parties mobiles de l'aiguillage.

Les essais en chambre froide ont montré que ce système permet d'assurer le bon fonctionnement d'un aiguillage de 22 pieds de long pendant cinq heures avec une chute de neige de trois pouces à l'heure, une température ambiante de 0°F et un vent de 15 miles à l'heure.

Une des conditions exigées pour les essais est que le terrain où ils doivent avoir lieu soit situé à une distance minimum de 1,000 pieds d'une zone habitée car le bruit du pulsoréacteur atteint 130 décibels.

Quatre aiguillages sont actuellement à l'essai sur les lignes du Canadien Pacifique, dont deux près de Perth, dans l'Ontario, dans la subdivision de Belleville du CP et deux sur la ligne principale du Canadien Pacifique à environ 45 miles à l'ouest de Sudbury. Il faut y ajouter une cinquième installation au Laboratoire du CNRC, à Ottawa, où l'on procède à des essais d'endurance. Certaines pièces du pulsoréacteur peuvent atteindre une température extrêmement élevée, de l'ordre de 2,400°F, et ce n'est que par des essais de longue durée que l'on peut déterminer les matériaux convenables. Fort heureusement, il existe à notre époque quelques matériaux pouvant



Project Engineer J. F. Lane examines air intake of switch heater at test site on Elliot Siding near Perth, Ont. ● M. J.F. Lane, ingénieur chargé de l'étude, examine l'entrée d'air du réchauffeur d'aiguillage à l'essai à Elliot Siding, près de Perth, dans l'Ontario.

tenir dans ces conditions de travail. M. T.R. Ringer, Chef du Laboratoire des basses températures du CNRC, a bon espoir que le succès des essais actuellement en cours conduira à la sortie des premiers modèles de réchauffeur vers la fin de cette année, ce qui permet d'envisager un accroissement des essais sur le terrain l'hiver prochain.

"Bien que l'utilisation du pulsoréacteur comme dispositif de chauffage d'aiguillages de chemins de fer ne puisse donner lieu à la prise de brevets, son utilisation comme telle répond à un nouveau concept qui demande un effort de recherche et de développement considérable", nous a dit M. Ringer. Des négociations sont actuellement en cours pour en lancer la production.

Si l'on se réfère aux statistiques fournies par les compagnies de chemins de fer, on constate qu'il y a actuellement en service environ 40,000 aiguillages ce qui est fort encourageant. Bien entendu, il ne sera pas nécessaire de doter tous ces aiguillages d'un réchauffeur automatique mais nous avons là, néanmoins, un marché potentiel de plusieurs milliers d'unités.

M. Ringer nous a confié que le CNRC envisage d'autres moyens que le chauffage et il a ajouté: "Nous sommes satisfaits des résultats obtenus mais personne dans notre laboratoire n'envisage de chauffer les aiguillages au cours des deux prochains siècles."

"Il ne faut pas s'attendre à trouver la solution idéale instantanément et, même si nous avons cette chance, les compagnies de chemins de fer estiment qu'il leur faudrait encore vingt à vingt-cinq ans avant que le matériel en service puisse être remplacé économiquement". □

Pulp and paper pollutant Seen as rubber reinforcer

In paper-making, logs are debarked, chipped and digested with aqueous solutions of caustic soda and several sodium-sulphur compounds. As the pulp is recovered for further processing, a dark solution remains. This solution has long constituted a serious disposal problem and, if left untreated, contributes to the pollution of waterways. Industries have tried hard to find profitable uses for it with varying success.

When this waste solution is boiled, there results a syrupy black liquor containing high concentrations of dissolved lignin. Lignin constitutes up to 30 percent of wood content and is the major non-carbohydrate component in all wood. It is the "cement" which binds the cellulose strands in the basic wood fiber — the more lignin, the harder the wood.

Lignin is a complex substance, a polymer, that is, a large molecule made up of a basic unit repeated many times over. (Despite its ubiquity, scientists are still not sure of its composition). Twenty or so of its basic units (the “monomer”) join to give linear chains which are then cross-linked into a molecular network extending throughout the wood. It has been said that all the lignin in a softwood tree is just one big polymeric molecule!

About two million tons of lignin are marketed annually by Canadian industry in the manufacture of newsprint and kraft board. Further quantities of lignin are transformed into vanillin, the source of vanilla flavoring; oxalic acid can also be obtained from this substance. But in view of the enormous supply of lignin, new commercial uses for it are welcomed by Canadian industry.

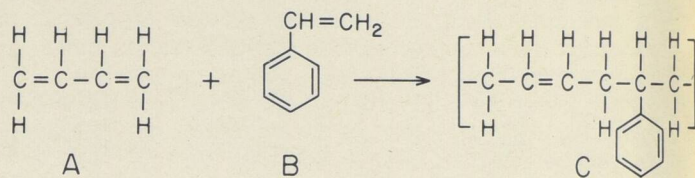
Much time and effort have gone into turning the enormous quantities of lignin encountered by the pulp and paper industry into an asset instead of a liability. The National Research Council of Canada has recently given significant thrust to this by finding what promises to be an economical use for lignin in an industry somewhat removed from pulp and paper — the rubber industry. NRC is now interested in having industry's participation and cooperation in order to realize the full potential of the NRC result.

Dr. I.E. Puddington, Director of NRC's Division of Chemistry and Head of its Colloid Section, and co-worker Dr. A.F. Sirianni have turned dry lignin into a reinforcing agent for styrene-butadiene rubber (SBR) of such quality and ease of application that in certain fields it could rival carbon black, the main SBR rubber reinforcer. It seems that lignin can give tensile strength and resistance to abrasion which under certain circumstances outshines even its carbon-black counterparts.

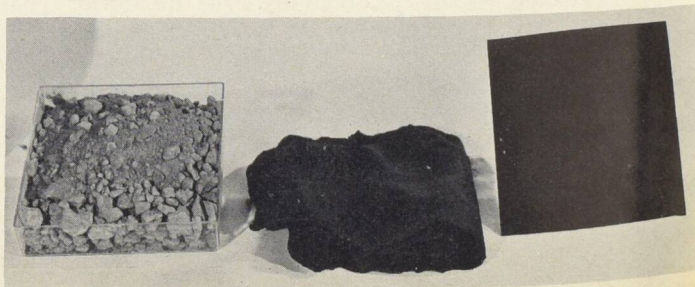
However, lignin rubbers will not reach their full potential without the collaboration of the Canadian pulp and paper and rubber industries. Only a joint effort with important input from Canadian industry can turn this potential pollutant into an important component of a marketable rubber product.

NRC's interest in lignin rubbers dates back to the late 1940s when it was established that lignin, precipitated together with rubber latex, could be formed into a useful

Lignin is a useful reinforcing agent for SBR rubber. This synthetic rubber is made from butadiene (A) and styrene (B) which react to form a polymer with elastic properties. The polymer is composed of a basic unit (C) repeated many times over. ● La lignine sert à renforcer le caoutchouc synthétique dit "SBR", produit à partir de butadiène (A) et de styrène (B). Ces deux substances forment un polymère élastique composé d'une unité de base (C) répétée maintes fois.



Introduction of dry lignin into rubber mechanically, by milling. Above, Clarence Barker adds silane to crude rubber at start of milling to promote lignin-rubber bonding. Below, left to right, dry lignin ready for milling, the product after 10 minutes of milling and the vulcanized product after curing. ● Introduction de la lignine sèche dans le caoutchouc mécaniquement par broyage. En haut, Clarence Barker ajoute du silane au caoutchouc brut afin de favoriser la liaison de celui-ci avec la lignine. En bas, de gauche à droite, la lignine sèche prête à être introduite dans le caoutchouc, le produit après 10 minutes de broyage et le produit final après vulcanisation.



D'une pierre, deux coups = -1 polluant +1 meilleur caoutchouc

Pour fabriquer le papier on met les copeaux provenant des billes écorcées et déchiquetées dans une solution aqueuse de soude caustique et de composés de soufre et de sodium. Lorsqu'on récupère la pâte, il reste dans la cuve une solution noire qui pose un problème important car, sans traitement convenable, elle contribue à polluer les eaux. Jusqu'à présent, on s'est efforcé sans grand succès de tirer parti de cette solution.

Or, une fois la solution concentrée par ébullition, il résulte un liquide noir et visqueux à forte teneur en lignine. Celle-ci, constituant jusqu'à 30% du bois, est le "ciment" qui sert à lier les fibrilles de cellulose dans les fibres de bois. Plus il y a de lignine, plus le bois est dur.

La lignine est une substance polymérique dont la molécule est composée à partir d'un monomère (unité moléculaire de base) répété maintes fois. (Bien que cette substance soit très commune, on ignore toujours sa composition exacte.) Des chaînes de lignine composées chacune d'une vingtaine de monomères s'entrelacent pour former un réseau qui s'étend à travers le bois. On dit que toute la lignine contenue dans un conifère se présente comme un unique gigantesque polymère.

Chaque année, au Canada, on vend environ deux millions de tonnes de lignine sous forme de papier Kraft et papier journal. En outre, la lignine est parfois transformée en vanilline, source de vanille, et en acide oxalique. Mais, compte tenu de la quantité énorme de cette substance, les industries canadiennes accueillent chaleureusement toute nouvelle commercialisation et elles ont consacré beaucoup de temps et d'efforts à la recherche de nouveaux emplois de la lignine.

Récemment, au Conseil national de recherches du Canada, le Dr. I. E. Puddington, Directeur de la Division de chimie du CNRC et chef de la Section de chimie des colloïdes, avec son collègue le Dr. A. F. Sirianni, ont trouvé un emploi très prometteur pour la lignine dans un domaine assez éloigné de l'industrie de la pâte à papier: le caoutchouc. Actuellement, le CNRC cherche à encourager la participation et la collaboration des industries canadiennes afin de porter au maximum les fruits de ces recherches.

Les deux chercheurs ont exploité la lignine sèche pour renforcer le caoutchouc synthétique dit "SBR" (produit à partir de styrène et de butadiène). D'après leurs résultats, lorsqu'il s'agit de résistance à la tension et à l'abrasion, le caoutchouc du type "SBR" renforcé de lignine peut en certains cas l'emporter sur celui renforcé de noir de carbone, agent habituel.

Toutefois, on ne saurait exploiter au maximum les caoutchoucs renforcés de lignine sans la participation des industries canadiennes du caoutchouc et de la pâte à papier. Il faudra une collaboration étroite avec elles pour convertir ce polluant menaçant en une substance essentielle à un bon caoutchouc commercial.

Il y a une vingtaine d'années, les chercheurs du CNRC ont établi que la lignine, précipitée avec le latex, pouvait donner un produit vulcanisé utile, doué d'une bonne résistance à l'usure. Mais il y avait des problèmes: primo,

il était difficile de filtrer le résultat de la coprécipitation; secundo, il était trop onéreux de pallier ce défaut, et là encore, le produit final n'était pas parfaitement acceptable; tertio, ce produit demandait beaucoup de temps pour sécher. En outre, il fallait tenir compte des frais de transport puisque la production de lignine et celle de caoutchouc s'effectuent d'ordinaire dans des régions différentes. Enfin, à l'époque, on doutait fortement de la possibilité de mélanger la lignine directement dans le caoutchouc, ainsi réduisant de beaucoup les frais de traitement et de transport.

Voilà les obstacles qui empêchaient les chimistes d'exploiter la lignine au profit des fabricants de caoutchouc. On a donc mis cette idée de côté pendant des années mais c'était un défi qu'il fallait relever.

Dernièrement, les deux chimistes du CNRC ont examiné cette idée de nouveau mais de très près, ce qui leur permit d'attribuer ces obstacles principalement à des impuretés chimiques contenues dans la lignine brute. Ils cherchèrent alors à les lever afin d'assurer la dispersion de la lignine sèche directement dans le caoutchouc. Il est à noter que la qualité du produit final dépend directement de cette dispersion et cela, non seulement pour la dispersion mécanique, une réalité maintenant grâce à leurs recherches, mais aussi pour l'ancienne méthode chimique basée sur la coprécipitation.

Un seul procédé pour obtenir de bons caoutchoucs renforcés de lignine, soit mécaniquement, soit chimiquement, voilà le résultat impressionnant des recherches effectuées au CNRC. En voici les détails: d'abord, il faut "lessiver" la lignine afin de séparer certaines des impuretés; ensuite, grâce à une solution légèrement acide, on enlève les impuretés solubles dans l'eau sans pour autant fractionner (séparer sélectivement) les divers polymères de lignine qui ont toute une gamme de poids moléculaires; enfin, on dissout la lignine dans un alcali, le latex étant ajouté alors si on veut introduire la lignine par coprécipitation.

Maintenant on arrive à l'étape la plus critique, celle de la précipitation de la lignine lessivée (ou de la coprécipitation de la lignine avec le latex). Les chercheurs ont trouvé que les conditions existantes lors de cette étape influent directement sur la résistance à la tension du caoutchouc produit.

La lignine qui donne à la longue les meilleures propriétés au caoutchouc est obtenue lorsque la précipitation a lieu entre 88 et 95°C et dans une faible solution acide avec filtrage immédiatement après. "A cette étape, même des variations de température à peine dépassant ces limites peuvent bien diminuer la résistance du caoutchouc finalement produit", nous dit le Dr. Sirianni.

Après lavage et séchage, la lignine précipitée est prête à être mélangée mécaniquement dans le caoutchouc. Le produit qu'elle donne résiste bien à la tension malgré le fait que la lignine commerciale introduite de la même manière n'avait aucune influence sur la résistance du caoutchouc. Encore un autre avantage: la lignine traitée ainsi peut être mise en réserve ou broyée pendant

vulcanized product with good wear characteristics. But difficulties were encountered in filtering the latex-lignin coprecipitate. In addition the lignin-rubber crumb finally produced was very slow drying, another economic shortcoming, not to mention the potential transportation costs since lignin and latex as raw materials are suspended in water (which must also be transported) and are usually produced in different areas, necessitating the transport of at least one of the components to a mill. It also was not believed possible to reinforce rubber lignin by direct mechanical milling, a much more attractive method in principle since processing and transportation costs would be much reduced.

These formidable barriers stood between the chemist and his ability to exploit lignin economically as a very attractive rubber reinforcer. For several years the idea was shelved, but it was too challenging to be forgotten.

Recently Dr. Puddington and Dr. Sirianni subjected the whole process to careful scrutiny and discovered that these barriers were due primarily to chemical impurities in crude lignin. Their goal was to remove the barriers hindering the direct dispersal of the reinforcing lignin in the rubber matrix — the better the dispersion, the better the final product. This is true not only for the "mechanical route" of milling dry lignin directly into the uncured rubber, now made possible by their method, but also for the old chemical route, via lignin-latex coprecipitation.

The result of their work is a single procedure which yields good lignin rubbers by either route. Basically, the method consists in first "laundering" the lignin to leach out chemical "dirt". The lignin is soaked under mild acid conditions to remove water-soluble impurities without selectively removing (fractionating) the wide size-range of lignin polymers. The lignin is then dissolved in alkali, latex being added here if the latex coprecipitation route is chosen.

The most critical step in the process is the subsequent reprecipitation of the laundered lignin (or the coprecipitation of the lignin-latex mix). The NRC colloid chemists found that the conditions of this step have a direct effect on the tensile strength of the rubber end-product.

The lignin which ultimately gave the best reinforcing properties was obtained only when the reconstitution of dry lignin took place at 88 to 95 degrees Centigrade and when the solution was brought to mildly acid conditions with filtration immediately after.

"Even variations of a degree or two outside these limits of temperature maintained during the reprecipitation process could well have a deleterious influence on the reinforcement of the rubber eventually produced," says Dr. Sirianni.

Once the lignin precipitate is washed and dried, it is ready for processing. In the case of the lignin-latex coprecipitate, researchers found it to their advantage to mix a slurry or paste of compounding additives of the rubber recipe intimately with the wet coprecipitate before drying. The milling time was subsequently reduced greatly

and a more uniform vulcanized product was obtained. This step could reduce processing costs significantly.

As for the pure lignin, after washing and drying, it is ready to be mechanically milled into the rubber and gives good tensile strength, despite the fact that no significant reinforcement was obtained when dry lignin was milled with SBR using commercial dry lignin. An added advantage is that the lignin made in this way has excellent milling and storage properties. The physical properties of the vulcanized products reinforced with year-old lignin remained unchanged and the reinforcing capacity of lignin was not adversely affected by prolonged milling.

The lignin polymers used in this work come in a large range of sizes with molecular weights from 4,000 obtained from balsam fir up to an enormous 17 million from spruce. "Our process is geared to protecting the molecular weight distribution as much as possible," Dr. Sirianni points out. "We would like to know more about what molecular weights of lignin or what distribution of molecular weights will result in the best tensile strength of the end product."

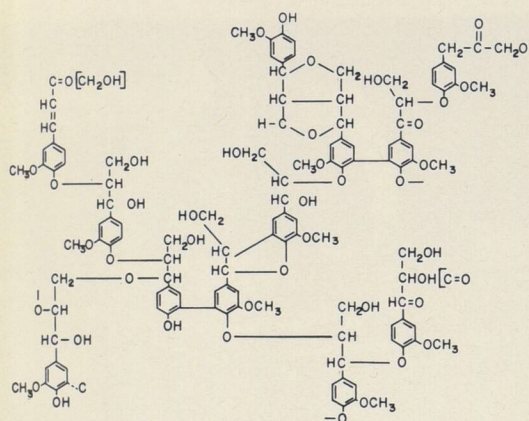
The new lignin rubbers are significantly lighter than their carbon black counterparts. Lignin has a density of 1.3 grams per cubic centimetre compared with 1.8 to 2 for carbon black and 2.2 g/cc for silica, another good reinforcing agent.

The lignin rubbers have tensile strengths at least as good as those of the troublesome lignin rubbers of the 50s and, at present, substantially as good as for ordinary carbon-black rubbers. In resistance to severe abrasion (which, for example, conveyor belts or the drive wheels of vehicles undergo) they are superior to carbon black rubbers, although for low-intensity abrasion, this is not the case. In this regard, lignin rubbers may turn out to be a highly satisfactory substitute for the much more costly silica-reinforced rubbers.

Ordinary carbon-black rubbers are good conductors of electricity. Lignin, on the other hand, is a poor conductor, and lignin rubbers are non-conducting, opening the way to their use as physically deformable insulators. These rubbers might be used for electrician's gloves and mats, guarding against electrical shocks, and for electrical plugs and switch covers.

In an ozone environment, as is found during electrical discharges in air, carbon-black rubber loses quality and degrades. Lignin rubber shows improved resistance to ozone and may help the chemist and industrialist whenever rubber gaskets, plugs and stoppers are required in experiments and processes involving ozone. Aircraft at high altitudes encounter high concentrations of ozone and lignin rubber might have a useful role to play here as well.

Those black scuff marks on doors and walls which have long plagued housewives may soon be a thing of the past if lignin rubber comes to the fore. The black marks from belting, shoe soles and heels were due to the carbon black. Lignin takes the color out of the scuff. □



Molecular structure of lignin — the Adler model.

● La structure moléculaire de la lignine, d'après Adler.

longtemps sans pour autant modifier son effet ultime sur le caoutchouc.

Quant à la coprécipitation de lignine avec le latex, les chercheurs ont trouvé qu'on peut obtenir un produit plus homogène et réduire les frais ainsi que la durée du broyage en ajoutant au précipitat mouillé une pâte faite des substances favorisant le mélange de caoutchouc.

Le poids moléculaire des polymères de lignine entrant dans le cadre de ces recherches varie de 4,000 à 17 millions. "Notre méthode permet de préserver la répartition des poids moléculaires autant que possible," constate le Dr. Sirianni. "Effectivement, nous voudrions préciser quels poids moléculaires ou bien quelle répartition des poids moléculaires de la lignine donneront enfin au caoutchouc la meilleure résistance à la tension."

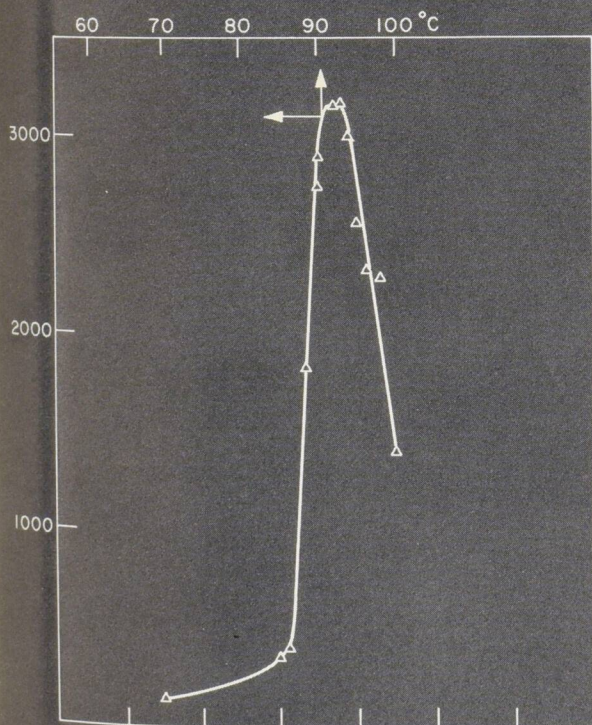
Les caoutchoucs renforcés de lignine sont sensiblement moins lourds que ceux qui incorporent le noir de carbone. La densité de la lignine est de 1.3 grammes par centimètre cube alors que celle du noir de carbone est de 1.8 à 2 et celle de la silice, autre agent efficace, est de 2.2.

La résistance à la tension de ces caoutchoucs est au moins équivalente à celle des caoutchoucs renforcés de lignine, produits avec beaucoup de difficulté lors des années cinquante. D'ailleurs, à présent, cette résistance est semblable à celle des caoutchoucs ordinaires renforcés de noir de carbone. Quant à la résistance à l'usure par l'abrasion sévère (que subissent les rubans roulants ou les roues motrices), les nouveaux caoutchoucs avec lignine l'emportent sur ceux renforcés de noir de carbone (mais c'est le cas contraire pour l'abrasion moins sévère). A propos, les caoutchoucs incorporant la lignine peuvent bien remplacer dans certains domaines ceux renforcés de silice et coûtant bien plus cher.

Les caoutchoucs ordinaires sont de bons conducteurs de l'électricité. Par contre, la lignine est un mauvais conducteur. On peut donc employer les caoutchoucs renforcés de lignine pour fabriquer des isolants souples ou bien des gants à l'intention des électriciens.

Lorsqu'exposé à l'ozone, le caoutchouc contenant du noir de carbone perd sa qualité et se détériore. Toutefois, les caoutchoucs renforcés de lignine résistent mieux à l'ozone. Donc, pour le chimiste qui procède à des expériences dans une atmosphère d'ozone comme pour le fabricant d'avions à haute altitude (où se trouvent de fortes concentrations d'ozones) le caoutchouc renforcé de lignine peut se révéler fort utile.

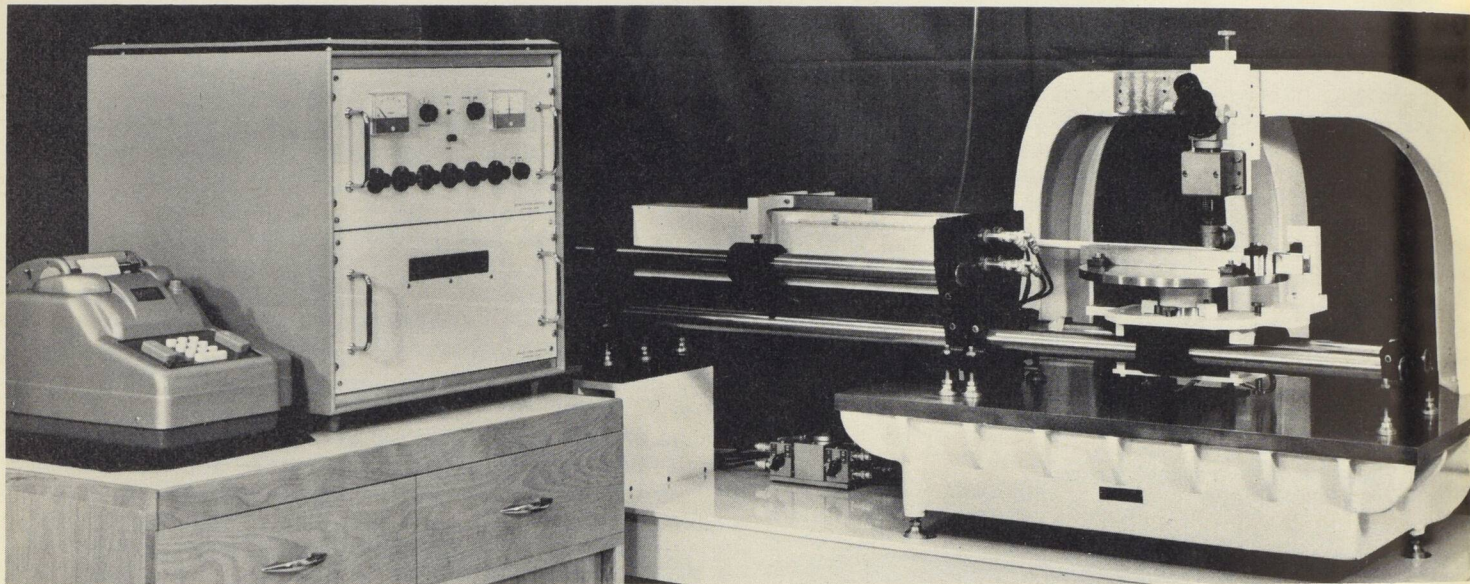
Les marques noires que laissent les semelles et les talons en caoutchouc sont dues au noir de carbone. La lignine remplaçant celui-ci, ces marques noires disparaîtraient, au grand soulagement de la maîtresse de maison! □



Graph showing variation of tensile strength of final product with precipitation temperature of lignin before drying prior to being milled into the rubber. It is seen that the best tensile strength is obtained when the precipitation temperature is close to 90 degrees Centigrade and it falls off rapidly once the narrow limits are exceeded.

● Graphique de la variation de résistance à la tension du caoutchouc vulcanisé avec la température de la précipitation de la lignine avant le séchage et le broyage. Il est évident que la meilleure résistance résulte lorsque la lignine est précipitée à environ 90°C et que cette résistance diminue beaucoup pour des écarts de quelques degrés seulement.

Novel linear capacitor system — “Lincap” for length measurement



A chance lecture; a new challenge; a quick flashback: a new system of length measurement is born.

“And I didn’t know much more about measuring length other than how to use a ruler,” says Dr. David Makow of the National Research Council of Canada’s Division of Physics.

The necessity of measuring probably began in prehistoric times when man first attempted to keep count of his possessions. He therefore devised a set of symbols and a counting system. The Egyptians and Sumerians, for example, used sticks and tapes to measure length.

In the last 50 years, a whole industry has been developed for precision measurement devices. Today, a number of sophisticated systems are used for measuring length — the most familiar of course being rulers with very precise markings. Modern technology also employs the laser. Commercial laser interferometers can measure displacements of fractions of micrometres (one micrometre equals 0.001 millimetre which equals 0.000040 inch) automatically over short lengths encountered in laboratory work, but corrections have to be made to allow for changes in temperature, humidity, and pressure. Scientists and engineers are continually seeking new ways to make length measurements more precise and less cumbersome.

Why is this precision needed? Contemporary society depends upon machinery. Defective parts must be continually replaced and replacement requires interchangeability. This means that dimensions of fabricated parts must be kept within close tolerances and the machine tools that are used to make these products require even narrower tolerances. Many fields of science require precision measurement in micrometres and microinches. In biology and medicine, for example, cells, bacteria and viruses are being measured. In the field of astronomy star positions on photographs must be determined with

The novel “Lincap” or linear capacitor system measures length over a range of more than 20 centimetres with an accuracy of better than one micrometre. Measurements can be taken and read in less than a second using the automatic bridge. Left: rectangular box is the automatic bridge; centre: Lincap; right: equipment for calibration.

● Le “Lincap” permet de mesurer des longueurs dépassant 20 cm., avec une précision supérieure au micron, en moins d’une seconde avec le pont automatique. À gauche, le pont automatique; au centre, le “Lincap”; à droite, l’étalonneur.

great accuracy to arrive at reasonable estimates of the vast distances in the universe. Spectroscopy requires precise measurement of position and spacing of spectral lines in order to investigate the structure of matter. In atomic research, the accurate position and shape of tracks of colliding particles gives insight into the nature of atomic nuclei. In photogrammetry (the science of map making) maps are compiled from photographs of the terrain which are measured very precisely.

When Dr. Makow joined the Photogrammetric Research Section of NRC’s Division of Physics several years ago (he had previously been involved in ultrasonic studies of the brain, development of the Crash Position Indicator and other projects in NRC’s Radio and Electrical Engineering Division) the Section was seeking a new and more precise way to measure the distance between two points on aerial photographs.

Headed by Dr. T.J. Blachut, the Photogrammetric Research Section is concerned with improving techniques for producing maps, but not with the actual production of commercial maps. Over the years, a number of new instruments developed by the Section have helped map makers to reduce costs and increase precision in this field.

In most photogrammetric instruments, the coordinates of a point on the photographic plate are measured by counting the number of turns of a screw required to advance it over the distance to be measured — one of the older

"Lincap", nouveau système de mesure des longueurs

Une conférence imprévue, un problème nouveau, un rapide retour en arrière ont suffi pour donner naissance à un nouveau système de mesures des longueurs.

"Et", de poursuivre le Dr. David Makow, de la Division de physique du Conseil national de recherches du Canada, "pour mesurer les longueurs je ne connaissais guère d'autres moyens que la règle graduée".

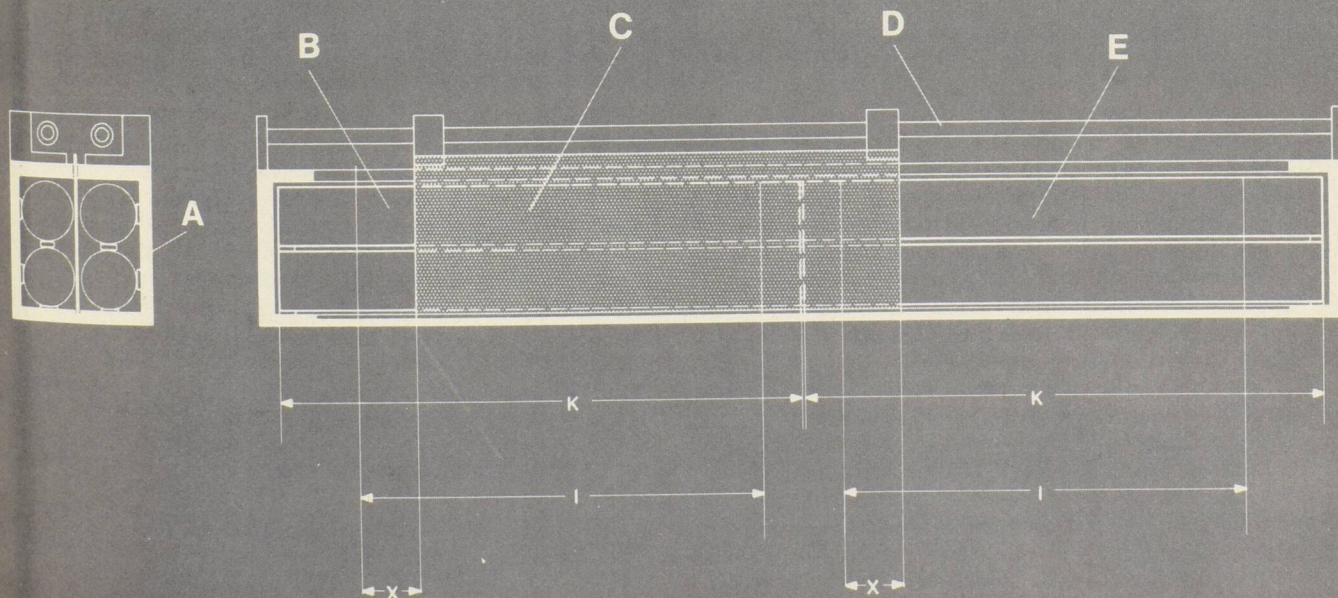
La nécessité de mesurer est certainement apparue dans les temps préhistoriques lorsque l'homme a, pour la première fois, tenté de faire le compte de ses biens et c'est ce qu'il l'a amené à inventer une série de symboles et une méthode de calcul. On sait, par exemple, que les Egyptiens et les Sumériens se servaient de baguettes et de rubans pour mesurer les longueurs.

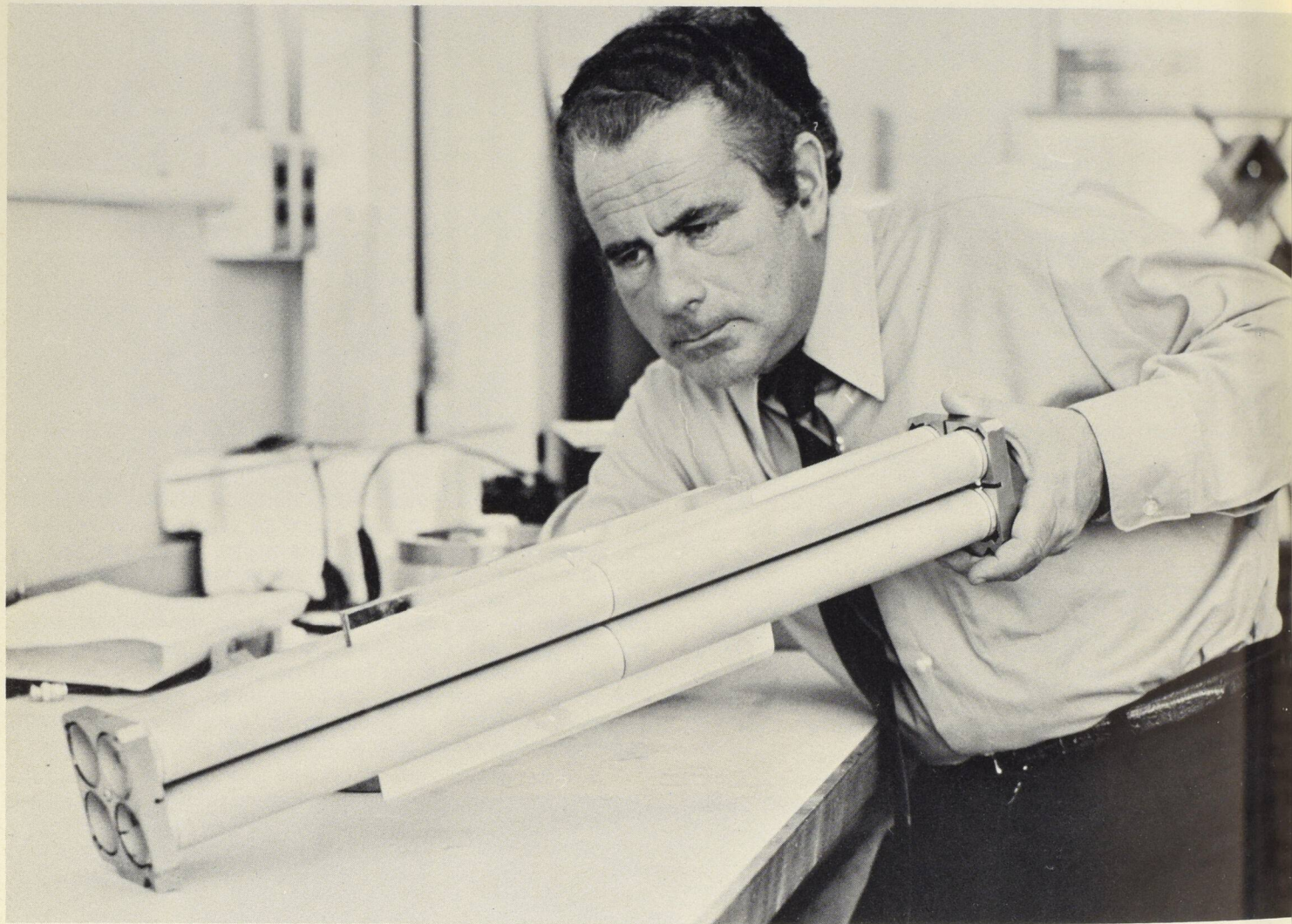
Au cours des cinquante dernières années, la nécessité de disposer d'instruments de mesure de précision a conduit à la création de toute une industrie et, de nos jours, on se sert d'un grand nombre de systèmes très

perfectionnés pour les mesures de longueur, le mieux connu de ceux-ci étant, bien entendu, les règles graduées avec grande précision. La technologie moderne a apporté le laser à l'industrie qui emploie des interféromètres à lasers pouvant mesurer automatiquement des déplacements de l'ordre de quelques microns (un micron est égal à 1.10^{-3} millimètre ou 40 millièmes de pouce) sur les courtes longueurs rencontrées dans les travaux de laboratoire, mais il faut y apporter des corrections en raison des variations de température, d'humidité et de pression. Les scientifiques et les ingénieurs cherchent continuellement à trouver de nouveaux moyens de rendre les mesures de longueur plus précises et plus faciles à manier.

Qu'est-ce qui rend cette précision nécessaire? La société moderne est tributaire des machines dont il faut fréquemment remplacer les pièces défectueuses ou usées. Il s'ensuit que les dimensions des pièces standards doivent rester dans des tolérances très rigoureuses et les machines-outils qui les produisent doivent satisfaire à des normes encore plus sévères. De nombreux domaines scientifiques exigent des mesures de précision de l'ordre de quelques microns. En biologie et en médecine, par exemple, on mesure les bactéries et les virus. Dans le domaine astronomique, la position des étoiles sur les photographies doit être déterminée avec grande précision pour obtenir des évaluations acceptables des formidables distances cosmiques. La spectroscopie exige la mesure précise de la position et de l'écartement des raies du spectre pour étudier la structure de la matière. En physique nucléaire, la position exacte et la forme de la trajectoire

Cross sections of the "Lincap" showing two sets of four cylinders and a moveable shield to which the object to be measured is connected. The displacement X of the shield can be measured accurately in a bridge circuit. (A) outside shield; (B) first set of four cylinders; (C) moveable shield; (D) Shield Guide; (E) second set of four cylinders; (K) length of cylinders; (I) range of shield travel; (X) measured displacement of shield. ● Schéma du Lincap mettant en relief les deux groupes de quatre cylindres et l'écran mobile auquel l'objet à mesurer est relié. Le déplacement de l'écran suivant X peut être mesuré avec précision grâce à un circuit à pont. (A) Écran externe, (B) premier groupe de quatre cylindres, (C) écran mobile, (D) rail guidant l'écran, (E) deuxième groupe de quatre cylindres, (K) longueur des cylindres, (I) déplacement maximum de l'écran, (X) déplacement mesuré de l'écran.





systems of measurement. However, in addition to having a limited accuracy, screws — even very precise screws — wear out and are slow in operation.

"The whole philosophy of precision measurement apparatus," explains Dr. Makow, "is to find ways of designing an instrument so that it is not influenced by vibration, wear, temperature, humidity, pressure and voltage variations and that does not require extremely high tolerances of machining and assembly."

In a search for solutions which would overcome the limitations of the screw, the Section considered electrical methods based on the measurement of capacitance (which is the ratio of electrical charge stored in a capacitor or condenser to the voltage applied). Developments in this direction published in the literature had not led to very accurate measuring systems over a reasonable range because the capacitance to be measured depended upon three dimensions of the capacitor — for example, on the spacing, width and length in the case of the plate

*Dr. David Makow checks alignment of the four cylinders on the Lincap.
● Le Dr. David Makow vérifie l'alignement des quatre cylindres du "Lincap".*

capacitor — and such structure was not stable enough to permit precise repeatability at all times when one dimension was varied.

"So if you wanted to measure capacitance as a function of length," says Dr. Makow, "you had to account for all three dimensions. It would obviously be much easier to measure just one, if we could assume that the other two do not matter."

It happened that several years previously, Dr. Makow had attended a lecture in the Radio and Electrical Engineering Division, where a new type of capacitor invented in Australia (presently the International Absolute Standard of Capacitance) had been described. In that capacitor, the capacitance depended primarily on only one dimension.

des particules entrant en collision permettent de sonder la nature du noyau. En photogrammétrie, les cartes sont constituées à partir de photographies du terrain que l'on peut alors mesurer avec grande précision.

Lorsque, il y a plusieurs années, le Dr. Makow est entré à la Section de recherches photogrammétriques de la Division de physique du CNRC, après avoir étudié les ondes émises par le cerveau, mis au point l'indicateur d'écrasement et travaillé sur d'autres programmes à la Division de génie électrique du CNRC, la section cherchait à trouver une méthode plus précise pour mesurer, sur des photographies aériennes, la distance entre deux points. Dirigés par le Dr. T. J. Blachut, la Section des recherches en photogrammétrie a pour mission d'améliorer les techniques cartographiques, mais la production de cartes commerciales n'entre cependant pas dans ses attributions. Au fil des années, un certain nombre de nouveaux instruments mis au point par cette section ont contribué à réduire les coûts et à augmenter la précision dans ce domaine.

Dans la plupart des instruments utilisés en photogrammétrie, les coordonnées d'un point sur une plaque photographique sont mesurées en comptant le nombre de tours qu'il faut donner à une vis pour la faire avancer sur la distance à mesurer et c'est là un des anciens systèmes de mesure. Malheureusement, en général, ces vis ne sont pas très précises et, si elles le sont, elle s'usent et ne permettent pas de travailler vite.

Selon le Dr. Makow, l'idéal serait de concevoir un instrument qui ne serait pas influencé par les vibrations, l'usure, la température, l'humidité, les variations de pression et de tension et n'exigeant pas de tolérances d'usinage et de montage extrêmement élevées.

Dans sa quête de solutions susceptibles de surmonter les limites de la vis, la section a envisagé des méthodes électriques basées sur la mesure de la capacité, c'est-à-dire du rapport entre la charge électrique emmagasinée dans un condensateur et son potentiel. Les perfectionnements apportés dans cette voie et ayant fait l'objet de publications n'avaient pas conduit à des systèmes de mesure très précis sur une plage appréciable parce que la capacité que l'on voulait mesurer variait en fonction de trois dimensions du condensateur, c'est-à-dire de l'écartement, de la largeur et de la longueur dans le cas du condensateur à plaques et ce genre de structures n'était pas suffisamment stable pour avoir une bonne fidélité lorsque l'on faisait varier une dimension.

"Ainsi donc", nous dit le Dr. Makow, "si vous vouliez mesurer la capacité en fonction de la longueur, vous deviez tenir compte des trois dimensions alors qu'il serait manifestement beaucoup plus facile de n'en mesurer qu'une seule si vous saviez que les deux autres n'affectent pas le calcul".

Par chance, le Dr. Makow avait assisté plusieurs années auparavant à une conférence à la Division de génie électrique, conférence au cours de laquelle un nouveau type de condensateur inventé en Australie et tenu aujourd'hui comme l'étalon absolu international de capacité

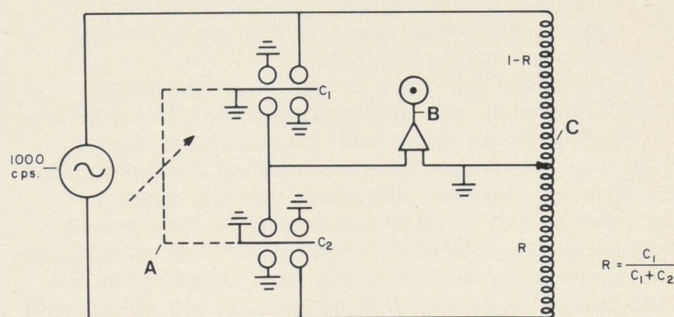
avait été décrit. Dans le condensateur en question, la capacité était surtout fonction d'une seule dimension.

"C'est tout ce que j'avais retenu de la conférence", se souvient le Dr. Makow, "mais quand la section a voulu trouver un nouveau moyen de mesurer les longueurs, elle m'est revenue soudainement à l'esprit. J'entrepris donc de lire les publications existantes sur le sujet et j'entrevis bientôt comment ce condensateur et un transformateur de rapport récemment mis au point, pourraient conduire au système recherché".

Le nouveau "Lincap", ou système à capacité linéaire, mesure les longueurs sur une gamme de 25 centimètres, un centimètre étant égal à environ 4/10 de pouce, avec une précision supérieure au micron. Cet instrument permet non seulement d'accélérer la production des cartes mais il peut également être utilisé en astronomie, en spectroscopie, en recherches nucléaires et dans l'industrie de la machine-outil, pour ne mentionner que ces domaines.

Breveté par la Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée, licence en a été cédée à R. A. Barkley et associés limitée, d'Ottawa, et à Valeriot Electronics (Guelph) Limited. Ces deux compagnies étudient actuellement différents aspects de cette invention.

Le dispositif est constitué de deux jeux de quatre cylindres métalliques ou en quartz à revêtement métallique. Ces cylindres sont isolés électriquement par un écran mobile qui fait écran partiel entre les deux cylindres diagonalement opposés du premier jeu; il assure également un isolement supplémentaire des cylindres de l'autre jeu. Cet écran est relié au chariot sur lequel la pièce à mesurer est montée comme, par exemple, une diapositive. Le premier groupe de cylindres forme l'un des bras d'un pont électrique, le second bras étant formé par l'autre



A simplified bridge circuit. The voltage drop across the unshielded portions C_1 and C_2 of the two sets of the four cylinder capacitors is measured with a precision ratio transformer. The ratio R is then an accurate measure of shield position. (A) coupled shields; (B) null detector; (C) precision ratio transformer. ● Circuit à pont simplifié. La tension tombe au passage des parties C_1 et C_2 non blindées des deux groupes de quatre cylindres formant capacité; cette chute de tension est mesurée avec précision par un transformateur de rapports de précision. Le rapport R est une mesure précise de la position des écrans. (A) écrans couplés, (B) détecteur du zéro, (C) transformateur de rapports de précision.

"That is all I had remembered about the lecture," recalls Dr. Makow, "but when the Section sought a new way to measure length, it flashed back to me. I started to read up on it and soon got the idea of how this capacitor, together with a then newly-available precision ratio transformer, could lead to such a system."

The novel "Lincap", or linear capacitor system, measures length over a range of 25 centimetres (one centimetre equals about 0.4 inch) with an accuracy of better than one micrometre. In addition to speeding up map-making, the instrument can be used in astronomy, spectroscopy, atomic research, in the machine industry and other fields.

Patented by Canadian Patents and Development Limited, a subsidiary of NRC, the instrument has been licensed to R.A. Barkley and Associates Limited of Ottawa and Valeriot Electronics (Guelph) Limited. Both companies are exploring different aspects of the invention.

The device consists of two sets of four metal cylinders or quartz cylinders with metallic coating. The sets are insulated electrically from each other. A movable shield inserted between the cylinder shields a part of the cross-capacitance of two diagonally opposite cylinders of the first set and a complementary part of the second set. The shield is connected to the carriage on which the object to be measured, for example, a photographic transparency, is mounted. The first cylinder set forms one arm of an electrical bridge and the second set the other arm. The ratio of the voltages across the unshielded parts of the two sets of capacitors is then measured in the bridge against a precision ratio transformer. Two measurements are taken by electrically interchanging the cylinders. By taking the mean value of the two measurements, errors due to imperfect straightness or roundness of the cylinders or in the assembly, etc., cancel out. Therefore, very precise construction is not required. The mean value is then an accurate measure of position of the shield.

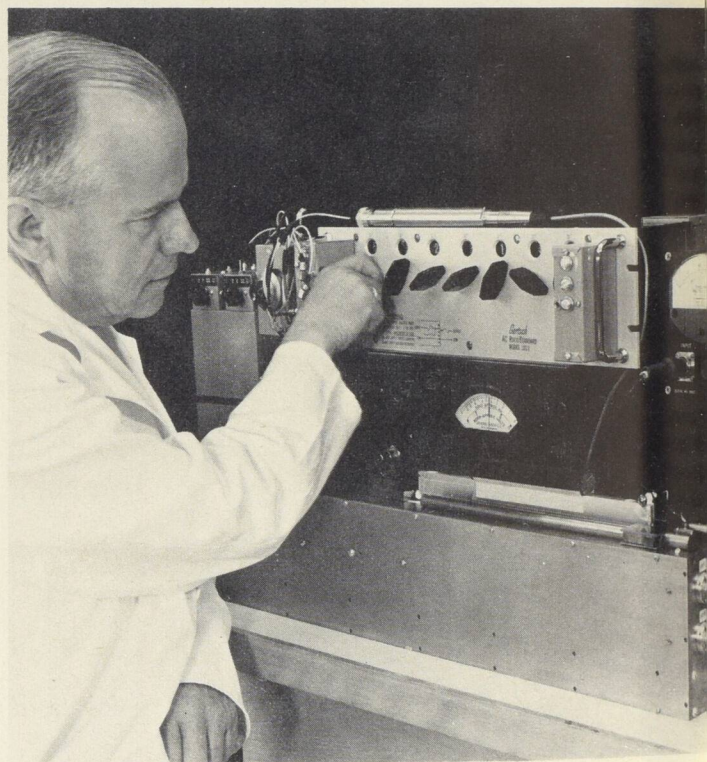
The instrument can work in two ways: the length measurement which is a difference between two positions of the shield can be made with an automatic readout or manually. The latter permits simplified instrumentation which is much cheaper than the automatic system. Measurements can be taken and read in less than a second using the automatic bridge which has an accuracy of one part in one million of the total range. With the manual bridge, accuracy is three parts in ten million and it can be improved using special instrumentation.

"There are few other systems where measurements can be made without electronic readout," says Dr. Makow. "With the laser, for example, it is impossible. The Lincap's manually balanced bridge is inexpensive, yet very accurate."

The instrument is not affected by fluctuations in supply voltage, humidity or pressure, since these factors cancel out in the measurement of ratio. It is also possible to match the temperature coefficient of the device to that of the object measured. Ambient conditions therefore, do

not have to be rigidly controlled. In addition, very high mechanical accuracy of the instrument is not required which reduces the cost of the unit.

"This is an important factor," says Dr. Makow, "because usually cost and precision are closely related. For example, to improve accuracy by a factor of two in an already precise unit often results in more than doubling of the cost. And if it were improved by a factor of two again, cost could escalate quite quickly."



Albert Zuidhof of the photogrammetric Research Section balances the manual bridge of the Lincap. ● M. Albert Zuidhof, de la Section de recherches photogrammétriques, équilibre le pont manuel du "Lincap".

In the Lincap the moving elements do not touch the stationary parts and therefore there is no wear. Unlike incremental devices where length is defined by the number of counted pulses, the Lincap is an absolute system and the reading is always defined by the position without any doubt. In the incremental system, counts can be lost through a power failure, by moving too quickly, or by vibration of the instrument, which necessitates repetition of the measurement.

"I'm pleased by the fact that although I didn't know very much about measuring length before the project started, I was able to devise a new method for such measurements," says Dr. Makow. "This proves that you don't always have to be an expert in a particular field to make new contributions." □

Cover: Total eclipse of the sun taken at Miahautlan, Mexico, on March 7, 1970. Photograph by Peter R. Leavitt and Charles W. Wyckoff of Applied Photo Sciences, Inc. of Needham, Massachusetts. Photographs pages 2, 3 Daniel Getz, NRC; page 4 Wamboldt-Waterfield Photography, Halifax, N.S.; page 5 Jacques Labrecque, Ottawa. Diagrams top page 22, top page 25 Miss C.W. Clyde, NRC. Photographs pages 26, 30 Al Way-Nee, NRC. ● Notre couverture: Photographie, d'une éclipse totale de soleil, prise par Peter R. Leavitt et Charles W. Wyckoff (Applied Photo Sciences Inc., Needham, Massachusetts), à Miahautlan au Mexique, le 7 mars 1970. Photographies: p. 2 et 3 par Daniel Getz du CNRC; p. 4 par Wamboldt-Waterfield Photography, de Halifax en Nouvelle-Ecosse; p. 5 par Jacques Labrecque, d'Ottawa; p. 26 et 30 par Al Way-Nee, du CNRC. Croquis des pages 22 et 25 (en haut) par Mlle. C.W. Clyde.

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

groupe. On mesure ensuite le rapport des tensions entre les parties non isolées des deux jeux de capacités grâce à un transformateur de rapport de haute précision. On effectue deux mesures en interchangeant les cylindres électriquement. Les erreurs, dues au fait que les cylindres ou certaines pièces de l'assemblage, etc., ne sont ni parfaitement droits, ni parfaitement ronds, s'annulent si l'on prend la moyenne des deux valeurs mesurées. Il n'est par conséquent pas nécessaire d'avoir un montage très précis. La valeur moyenne mesurée est donc une valeur précise de la position de l'écran.

On peut se servir de l'instrument manuellement ou automatiquement. Dans ce dernier cas, l'instrument est plus compliqué et plus coûteux. On peut effectuer et lire les mesures en moins d'une seconde en se servant du pont automatique qui a une précision d'un millionième sur toute la gamme. Avec le pont manuel, la précision est de trois dix millionièmes et elle peut être améliorée avec des instruments spéciaux.

"Il existe peu de systèmes permettant de faire des mesures sans lecture électronique et c'est notamment impossible avec le laser. Le pont Lincap manuellement équilibré à l'avantage d'être bon marché tout en étant très précis", nous a dit le Dr. Makow.

L'appareil n'est pas influencé par les variations de tension, d'humidité, ou de pression car ces facteurs s'annulent lors de la mesure des rapports. Il est également possible de se servir d'un coefficient thermique du dispositif approprié à celui de l'objet mesuré. Il n'est par conséquent pas nécessaire d'exercer un contrôle rigoureux des conditions ambiantes. Par ailleurs, l'instrument n'a pas besoin d'avoir une précision mécanique très élevée ce qui en réduit le coût.

C'est là, selon le Dr. Makow, un facteur important car, habituellement, le prix de revient et la précision sont étroitement liés. Si l'on veut, par exemple, multiplier par deux la précision d'un instrument déjà précis, cela a souvent pour résultat d'en doubler le prix. Et si l'on voulait encore une fois multiplier la nouvelle précision obtenue par deux, son prix pourrait monter très rapidement.

Les pièces mobiles du Lincap n'entrant pas en contact avec les pièces fixes, il n'y a pas d'usure. Contrairement aux dispositifs d'enregistrement de valeurs discrètes dans lesquels la longueur est définie par le nombre de pulsations enregistrées, le Lincap est un système complet et la valeur est toujours définie par la position sans erreur possible.

Dans le système à enregistrement de valeurs discrètes, le comptage peut être faussé par une panne de courant, par un déplacement trop rapide ou par la vibration de l'appareil, ce qui oblige à refaire la mesure.

"Je suis heureux qu'en dépit de mon ignorance en matière de mesures de longueur, lorsque l'étude a été lancée, j'ai pu concevoir une nouvelle méthode pour ces mesures, ce qui prouve qu'il n'est pas toujours nécessaire d'être un expert dans un domaine particulier pour apporter sa contribution", nous a dit le Dr. Makow. □

The reddish ring, apparent in this color photograph of the March, 1970, solar eclipse, is a phenomenon which has previously escaped attention because it is so much dimmer than the whiteish inner corona. Photographic recording of this phenomenon was made possible by use of the experimental wide exposure latitude true color film, XRC, of Applied Photo Sciences, Inc. of Needham, Massachusetts. The inner corona next to the silhouetted moon's disc is actually thousands of times brighter than this reddish ring. Although this very faint reddish ring is obvious in this picture, a considerable amount of darkroom masking and dodging was required in order to make it obvious in the print. This is very similar to printing detail in the deep shadows of a normal photograph and still allow the highlights to print properly. The next total eclipse of the sun will occur on July 10, 1972. See page 4 for story on experiments which will be conducted during this eclipse under the supervision of the Space Research Facilities Branch of the National Research Council of Canada. ● L'anneau rouge, sur cette photographie d'éclipse prise en mars 1970, représente un phénomène qui n'avait pas encore été remarqué en raison de l'extrême brillance de l'émission blanche de la couronne interne. Cet anneau rouge a pu être photographié grâce au film XRC expérimental, à vraies couleurs et à grande latitude d'exposition, de la compagnie Applied Photo Sciences Inc., de Needham dans le Massachusetts. En fait, la couronne blanche est des milliers de fois plus brillante que la couronne rouge qui n'est devenue évidente qu'après un long travail de masquage et de restitution de contraste en laboratoire rappelant beaucoup ce qu'il faut faire pour garder les détails des parties très sombres, sans diminuer la valeur des parties très claires, dans le cas d'une photographie ordinaire. La prochaine éclipse totale de soleil aura lieu le 10 juillet 1972. Voir page 5, l'article sur les expériences qui seront faites à cette occasion; l'organisation générale a été confiée à la Direction des installations de recherche spatiale du Conseil national de recherches au Canada.

