

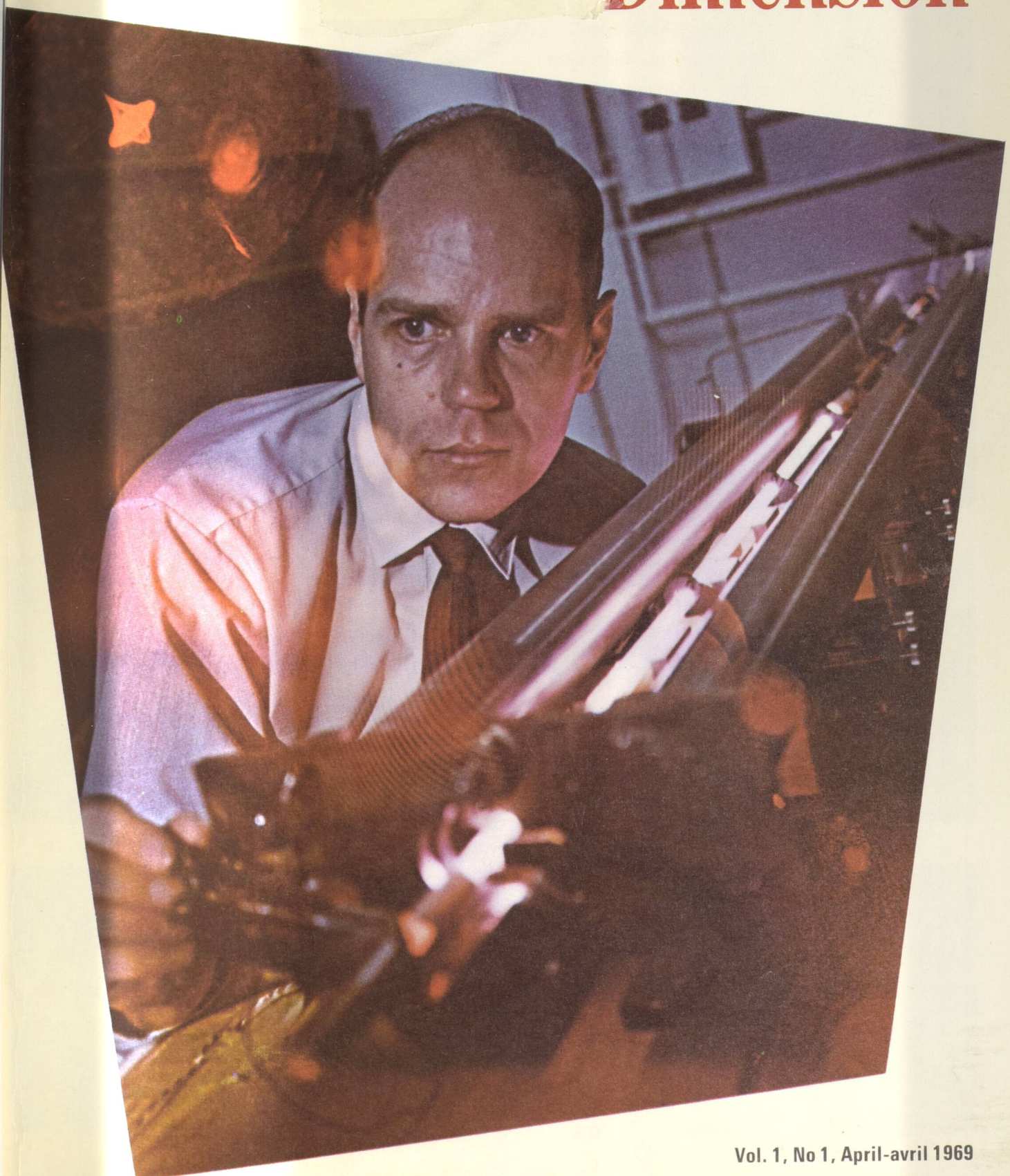
9847

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA

Science

NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF CANADA

Dimension



Vol. 1, No 1, April-avril 1969

contents - sommaire



3 Foreword by
W. G. Schneider

3 Avant-propos par
W. G. Schneider

Clickety clack removed
from rail travel **4**

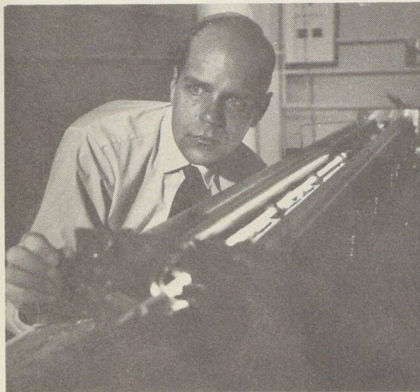
Voyages en chemin de fer
enfin sans clic-clic **7**

10 Cover Story: seek to im-
prove length standard

13 Le laser et l'étalon de lon-
gueur (voir photo couver-
ture)

Machine translation research **16**

Thème et version chez l'or-
dinateur **18**



20 New use for reverse osmosis

22 Nouvelles utilisations de
l'osmose inversée

Radar for hail storm studies **24**

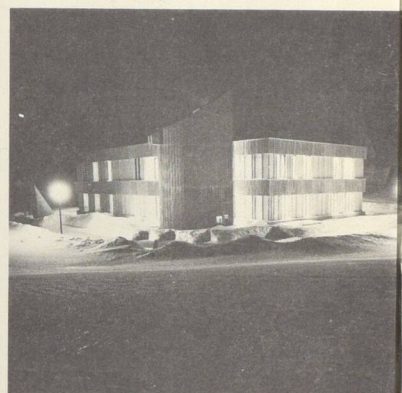
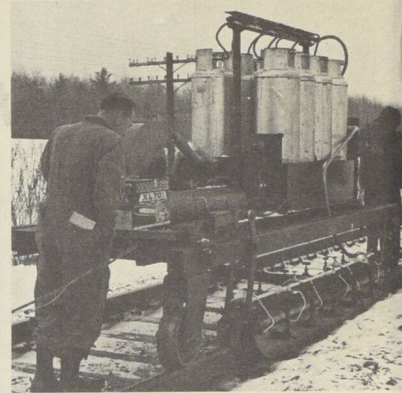
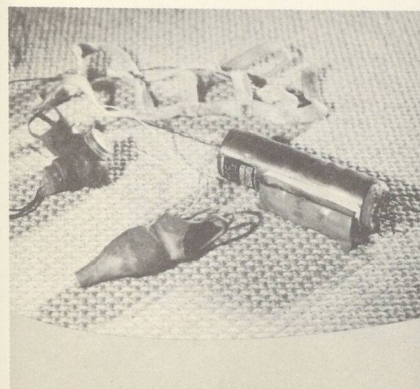
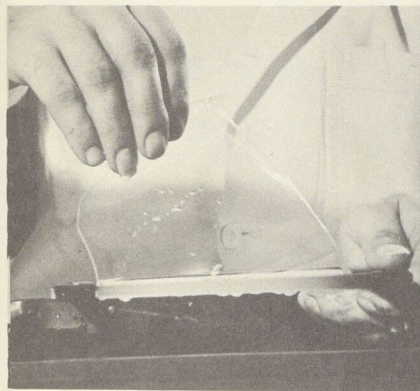
Un radar spécial facilite l'é-
tude des orages de grêle **26**

28 Bird flight physiology study

29 Etude sur la physiologie des
oiseaux pendant le vol

Night view of new building
for NRC's Division of Bi-
ology **32**

Vue nocturne de l'édifice
récemment construit pour la
Division de biologie du Con-
seil **32**



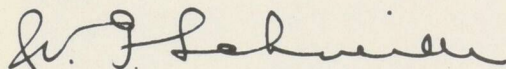
Foreword

Since 1948, the National Research Council of Canada has published NRC Research News as a means of informing the scientific community and the general public of its various activities.

In an effort to make this publication more effective and informative, it has been decided to replace NRC Research News with a magazine with a new format. The new magazine has been named Science Dimension, a title reflecting the Council's desire to look to the future.

Science Dimension will be published six times a year at the end of each two-month period. The first issue, Volume 1, number 1, is for April, 1969.

Besides having a bilingual title, all stories in the new magazine are published in Canada's two major languages. The larger format will permit the publication of scientific stories in greater detail, and enable the Council to keep readers better informed of its other activities, comprising laboratory research and research support of universities and industries.



W. G. Schneider,
PRESIDENT, NATIONAL RESEARCH COUNCIL
OF CANADA.

Avant-propos

Depuis 1948, le Conseil national de recherches du Canada a publié le "NRC Research News". Cette revue avait pour but de mettre au courant et les chercheurs et le public des activités du Conseil.

Afin d'informer davantage nos lecteurs, nous avons changé le format et donné un nouveau titre à cette revue. Voici donc "Science Dimension", titre qui reflète la volonté du Conseil de toujours élargir ses horizons.

"Science Dimension", publication bimestrielle, paraîtra pour la première fois en avril 1969.

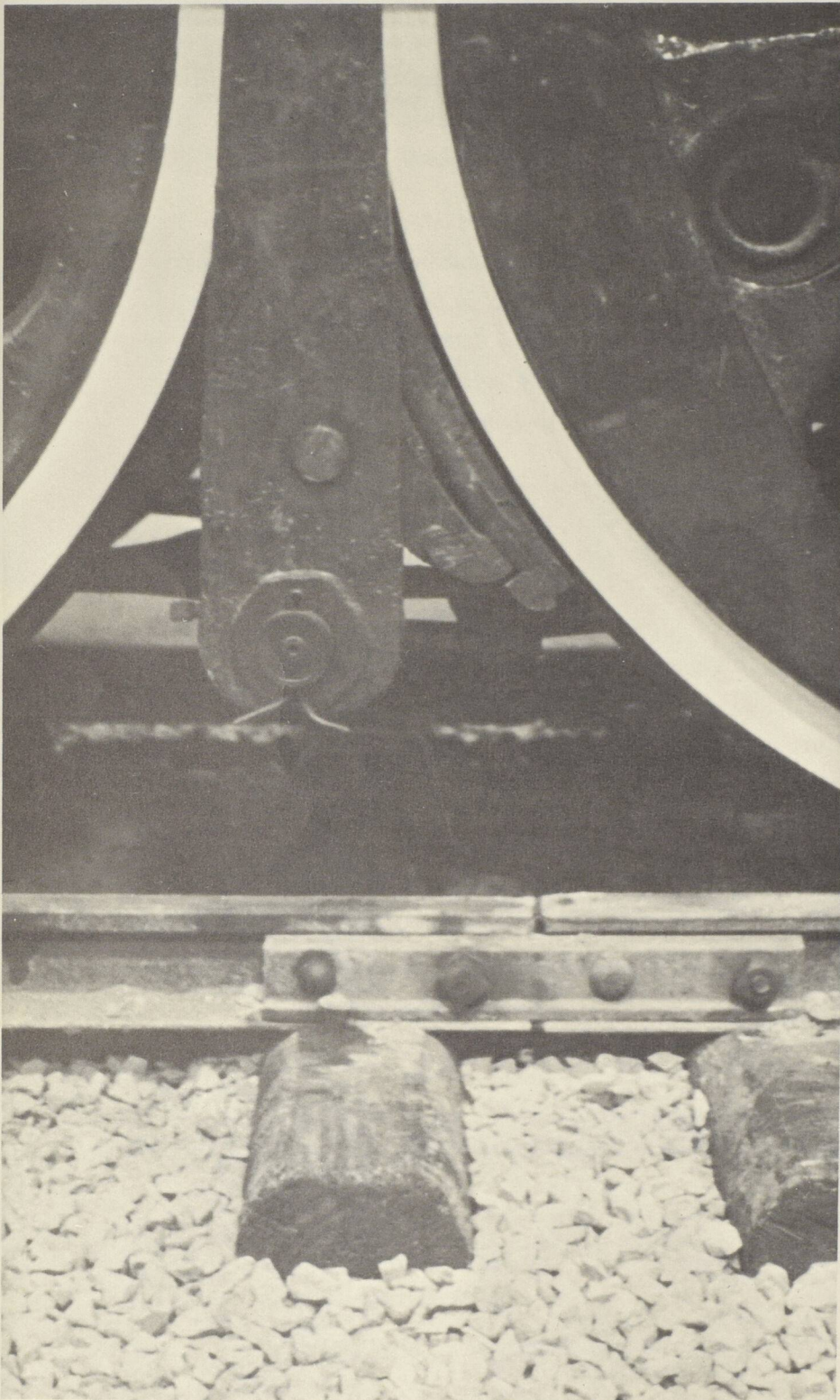
Il est à noter que dans tous les numéros, chaque article sera publié dans les deux langues principales.

Grâce à ce nouveau format nous serons en mesure de décrire avec plus de détails les recherches effectuées au Conseil même et de mieux renseigner nos lecteurs sur ce qui se fait en collaboration avec les universités et les industries canadiennes.

W. G. Schneider,
LE PRÉSIDENT DU CONSEIL NATIONAL
DE RECHERCHES DU CANADA.

clickety clack removed from rail travel

Techniques developed by NRC permit railways to lay 1,400-foot welded rail sections on year-round basis. This will lower maintenance costs and give freight and passengers a smoother ride



One hundred and fifty years ago, when railroading was in its infancy, the first regular train tracks were set down in six-foot rail lengths. Six feet of rail was deemed to be the best length a man could comfortably carry unaided. As time passed, the length of rail being used grew – generally at the whim of its manufacturer. By 1890, for example, American rail plants were producing mainly 24-foot lengths, British plants preferred the 25-foot span, while other countries produced rail in lengths of from 20 to 30 feet.

In Canada, confusion ended in 1880, not through any form of international accord or business agreement, but for a reason as simple as that which produced the original six-foot rail. The rail length was standardized at 39 feet because this was the perfect size to go into the 40-foot railway flatcar. Now, after nine decades, the 39-foot rail is making way for continuously welded rail, generally one-quarter mile or more in length. The reason again is a simple one – lower maintenance costs and a smoother ride for freight and passengers.

THWARTED BY CLIMATE

In Europe and in some parts of the United States, where temperature variations are not so extreme as in Canada, railways have gone in extensively for the long welded rail. Over the last 20 years welded rail laying has been limited in Canada by severe climatic conditions which impose great stresses on the rails. Only in the last five years have Canadian railways embarked on climate-limited welded rail laying programs.

Now, engineers with NRC's Division of Mechanical Engineering have developed techniques that, for the first time, will allow year-round laying of 1,400-foot welded rail sections in place of 39-foot bolted rails.

In a mile of track laid with 39-foot sections there are 270 bolted expansion joints. These joints are needed to permit expansion and contraction of the rail sections due to extreme rail temperature variations ranging as much as 200 degrees.

It is the wheels of a speeding train rolling over these closely-spaced joints that produce the singsong clickety clack rhythm that has lulled many a weary traveller into sleep. This click-

ety clack may be music to the ears of thousands of Canadians in whom it evokes memories of happy travelling times, but to railway roadway maintenance engineers this sound is definitely not one to become sentimental about.

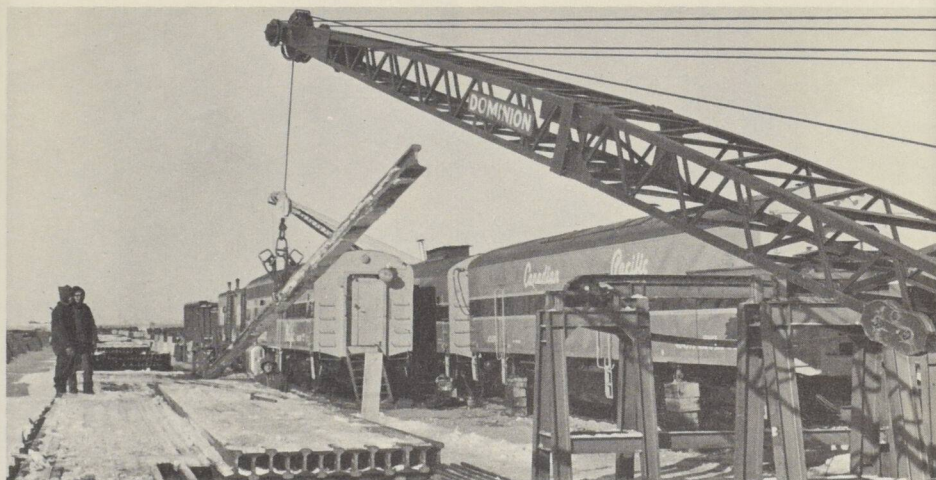
As the wheels hit the joints, the latter move up and down, a motion that affects not only the rails but the railway ties nearest the joint. The result is that the ends of the joint get damaged with the motion and are beaten down and rounded at their ends. Battered ends have to be built up periodically by welding. Ties where the up and down motion has wrecked the wood have to be replaced. And, once these repairs have been done, the rails must be brought up to a uniform level by a process called surfacing. To lower maintenance costs (and coincidentally remove the clickety clack) Canadian railroads have embarked on long range programs that will replace the 39-foot rail with the continuously welded rail.

WELDING TECHNIQUE

In this technique, instead of short sections bolted together, rails are welded together into long strips of steel approximately one-quarter mile in length. Each section is anchored securely to resist the expansion and contraction forces due to temperature change. The life expectancy of welded over bolted rail is roughly double, according to M. S. Wakely, Assistant Engineer with the Canadian Pacific Railway's Track Maintenance Division. He likens the difference in ride produced to driving an automobile onto pavement from a gravel road.

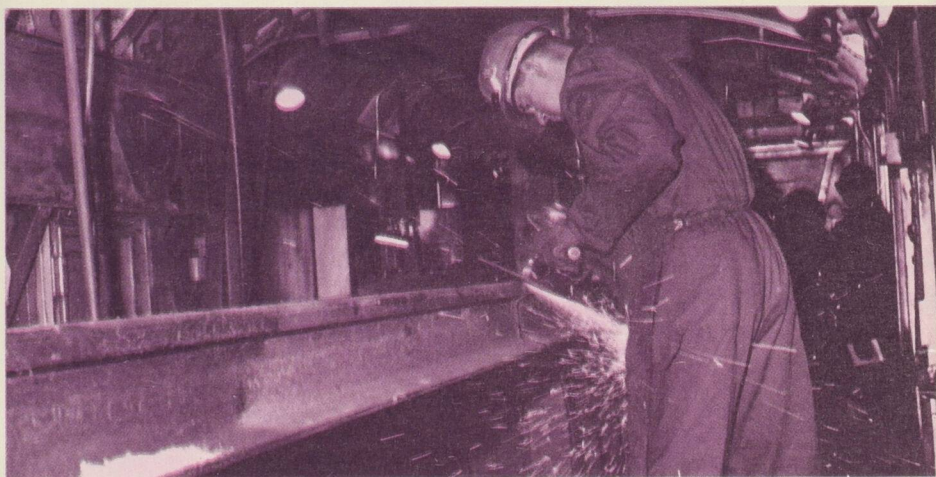
If a quarter-mile of welded track is laid in the depth of winter then, in mid-summer, when the thermometer has soared through a 100-130 degree range, the rail section may develop a sun kink. This is the railroad term to describe thermal expansion so great that it lifts the rails complete with ties and buckles the track. There are recorded cases of derailments caused by sun kinks.

The other side of the coin – not so severe a condition – is tension stress created in long welded rail by contraction. Rail laid in the heat of summer contracts as the temperature drops to subzero midwinter temperatures. If the contraction is extremely severe



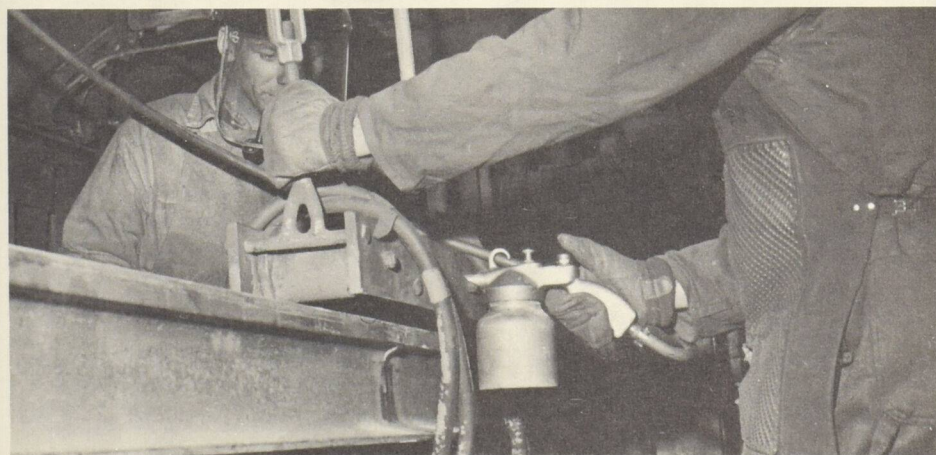
Crane hoists standard length of rail to be fitted into mobile welding plant (background).

Une grue apporte les rails à souder (l'installation mobile de soudage apparaît à l'arrière plan).



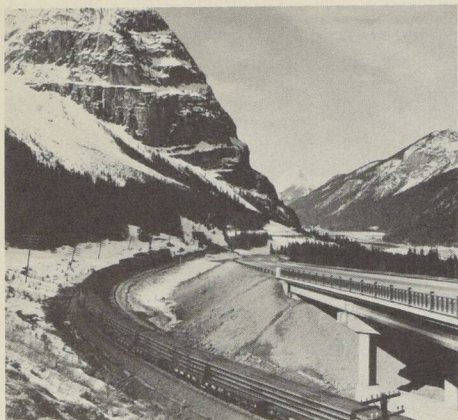
After two 39-foot rails have been welded together, the burr is removed by a shearing machine and the rail ground smooth.

Après avoir soudé les rails ayant 39 pieds de long, on les ébarbe et les rectifie.

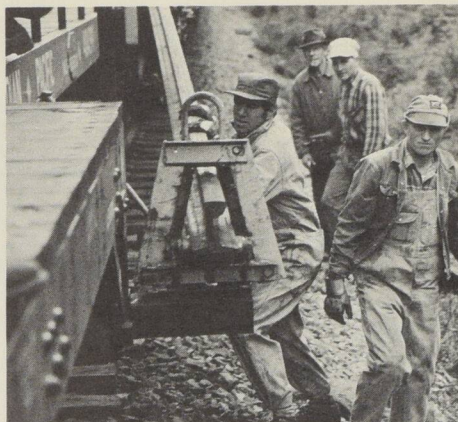


Welded joint undergoes magnetic particle inspection to detect any surface imperfections.

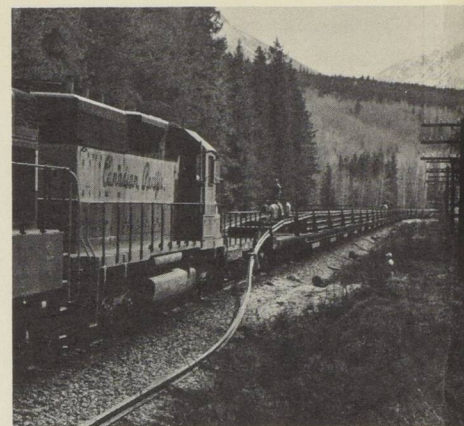
C'est au moyen d'un examen des particules magnétiques que l'on vérifie que la surface du joint soudé est sans défaut.



Rail train snakes around curve below Spiral Tunnels near Field, B.C.
Convoi de rails soudés près de Field en C.B.



Welded rail is unloaded from flat car through threaders.
Du wagon en plate-forme, les rails soudés passent directement par un dispositif qui facilite leur pose.



With end of rail (out of photograph at left) anchored alongside track, engine moves forward, threading the rail onto the ground. Une fois le bout du rail ancré, la locomotive avance, et, grâce au dispositif, le rail est posé.

(ranging over 200 degrees), the rail snaps or pulls apart in tension.

Research showed the answer to the problem of stress forces was to lay rail in a stress-free condition at the mean annual temperature existing in the area. In Canada this has been established to be about 65 degrees Fahrenheit and the procedure is now described as normalization.

Only short patches of welded rail have been laid to date under a technique that sees track laying crews anchoring the rail at one time and returning when the temperature is at a mean climatic temperature of 65 degrees Fahrenheit to release the rail anchors, let it move and re-anchor it permanently.

The cost of restressing the welded rail in such a manner is estimated at close to \$1,000 per mile by Mr. Wakely.

NRC has been associated with railway research for many years, mainly in connection with locomotives and rolling stock. In 1958, an NRC Associate Committee was formed with membership from the principal railways and NRC and a representative of the Association of American Railroads. As a result, NRC has started on a study of rail behavior.

Last fall, the CPR and the CNR jointly asked NRC to develop a technique for ensuring that welded rails could be reliably brought to the mean climatic temperature before being anchored.

The problem of heating the rails was given to A. J. Bachmeier, Head of

the Gas Dynamics Section of Mechanical Engineering. His section developed special high velocity propane gas burners. These burners, their velocities increased by air pressure of approximately one pound per square inch, are mounted under a hood in series of six pairs. These blast heat against the tracks as the unit moves over the rails at a set rate of 40 feet per minute.

A temperature measuring instrument, designed by C. A. M. Smith of the Instrument Section, is trailed behind at a distance of 15-20 feet (in time half a minute behind the burner) in order to measure rail temperature when it has been allowed to become partially stabilized.

COOLING SYSTEM

T. R. Ringer's Low Temperature Laboratory was given the task of devising a means of cooling rails to the desired 65 degree temperature needed for anchoring.

A trough with a maximum possible length of 20 feet will be mounted over the rails. Ice from an icemaking car will feed into the trough and onto the rails as the trough slides along at the set rate of 40 feet per minute. The ice melts, turns into water and the latent heat of fusion is used to cool the rails.

Mr. Ringer said this technique will extend the period in which it is possible to anchor welded rails. Often there are only one to two hours per day in which the temperature is just right.

"In some instances, daily temperature fluctuations may make it necessary to use the heater during one part

of the day and the cooler during a later part of the same day", he said.

Initially, according to Mr. Bachmeier, it was considered that a system for heating or cooling rails would be functional only from April through October. However, preliminary tests conducted at the NRC railroad test facility in Ottawa last fall, and winter trials on a 40-mile stretch of welded track on the CPR line north of Toronto, showed that the heater functioned well even in extreme cold conditions and thus welded rail laying becomes practical on a year-round basis, he said.

Spring trials utilizing a 30-mile stretch of continuously welded rail were conducted in the CNR's Mountain Division west of Edmonton. The heater was used to normalize continuously welded rail laid at low temperatures.

Mr. Wakely, whose Track Maintenance Division worked with the Division of Mechanical Engineering on the winter trials north of Toronto, is enthusiastic about test results.

"The cost per mile for re-anchoring is close to \$1,000 while the cost of fuel for Mr. Bachmeier's burners is only in the neighborhood of \$50 per mile.

"If you also figure the cost of each bolted expansion joint to be about \$8 and that we have about 4,000 miles of mainline bolted rail track, then it's easy to see why we are enthusiastic.

"We are on a 15-20 year program to replace all bolted rail with welded rail. I doubt if you'll ever see bolted rail laid again except, perhaps, on branch lines", he said.

voyages en chemin de fer enfin sans clic-clic

Les recherches du Conseil ont permis la pose de rails soudés, longs de 1,400 pieds (425 mètres) toute l'année durant, ce qui aura pour effet non seulement de réduire les frais d'entretien mais aussi d'assurer aux passagers un voyage plus confortable



Lorsque les chemins de fer firent leur apparition, il y a un siècle et demi, les rails que l'on posait avaient 6 pieds de long. Six pieds parce que l'homme à l'époque de nos arrière-grands-parents pouvait porter à lui tout seul un rail de cette longueur sans trop d'efforts. Pourtant depuis lors, la longueur des rails n'a cessé d'augmenter avec le temps, changeant, le plus souvent, selon les idées, pour ne pas dire les caprices, du fabricant. Aux environs de 1890 par exemple, les rails produits aux Etats-Unis mesuraient 24 pieds, ceux fabriqués en Angleterre 25 pieds et, enfin, variaient de 20 à 30 pieds dans d'autres pays.

Au Canada, la dimension des rails a changé jusqu'en 1880; depuis cette date ils mesurent 39 pieds de long, non pas à la suite d'un accord international ni d'une convention intervenue entre les fabricants, mais tout simplement parce que c'est là la longueur la plus convenable pour le transport par wagons en plate-forme, wagons qui, au Canada, ont 40 pieds.

Aujourd'hui, presque 90 ans plus tard, le rail classique devra céder la place au rail en barres soudées dont la longueur peut atteindre, voire dépasser, le quart d'un mille (400 mètres). Cette innovation tout en diminuant les

frais d'entretien, assurera aux passagers un voyage plus confortable.

Les rails soudés ont déjà été adoptés là où les écarts de température ne sont pas aussi extrêmes qu'au Canada, en Europe et dans certaines régions des Etats-Unis par exemple. Depuis 1940 au Canada, l'on a pensé aux rails soudés mais les conditions climatiques n'en permettent qu'un usage très limité. Ce n'est qu'en 1964 que nos compagnies ferroviaires commencèrent la pose des rails soudés et cela seulement dans des conditions favorables.

Maintenant, grâce aux techniques récemment mises au point par les ingénieurs de la Division de génie mécanique, ces compagnies pourront pour la première fois poser les rails soudés pendant toute l'année; les voyageurs canadiens rouleront donc non plus sur des rails longs de 39 pieds mais sur des rails ayant chacun 1,400 pieds.

Or, avec les rails classiques boulonnés l'un à l'autre, l'on compte jusqu'à 270 joints à dilatation par mille. Ces joints, considérés longtemps comme indispensables pour permettre les variations de longueur dues aux effets de la température, sont à l'origine du clic-clic constant de roues qui berce et endort les voyageurs fatigués.

Que signifie ce clic-clic pour les res-

ponsables de l'entretien de la voie ferrée? Pour eux, c'est une source d'ennuis et de frais car lorsque les roues frappent contre les joints, ceux-ci vibrent, ce qui ébranle les rails et également les traverses à proximité. Les extrémités des joints s'usent et s'arrondissent au point où il faut finalement les souder. En outre, de temps à autre, les traverses doivent être remplacées. Et enfin une fois ces réparations effectuées, il est nécessaire de remettre les rails à niveau. Le remplacement des rails classiques par les rails soudés qui élimineront le clic-clic, aura donc pour effet de réduire de beaucoup les frais d'entretien.

A LA MERCI DE LA TEMPERATURE

Mais ce changement ne va pas sans difficultés. 1) Avec les rails soudés posés en hiver, une température excessive en été (c'est-à-dire un écart de température de 100 à 130 F.°) entraîne la dilatation des rails et des traverses et, par la suite, le gauchissement de la voie. Il a été démontré que ce phénomène suffisait à provoquer des déraillements. 2) D'autre part, s'il fait trop froid, les rails soudés sont soumis à des contraintes et, si l'écart de température dépasse 200 F.°, ils finissent par

s'écarter ou bien même se fendre.

Après maintes recherches on a trouvé que la température optimale pour la pose des rails est la température moyenne de la région en question, soit environ 65° F. pour presque tout le Canada. On pose donc les rails et on les fixe d'abord temporairement. Ce n'est que lorsque la température s'approche de la température moyenne que l'on peut ancrer les rails d'une façon permanente. L'on est alors obligé de revenir pour enlever le premier dispositif d'ancrage puis attendre que la voie se stabilise pour enfin ancrer définitivement les rails. A cause de ce long procédé, cette méthode a été peu utilisée jusqu'à ce jour.

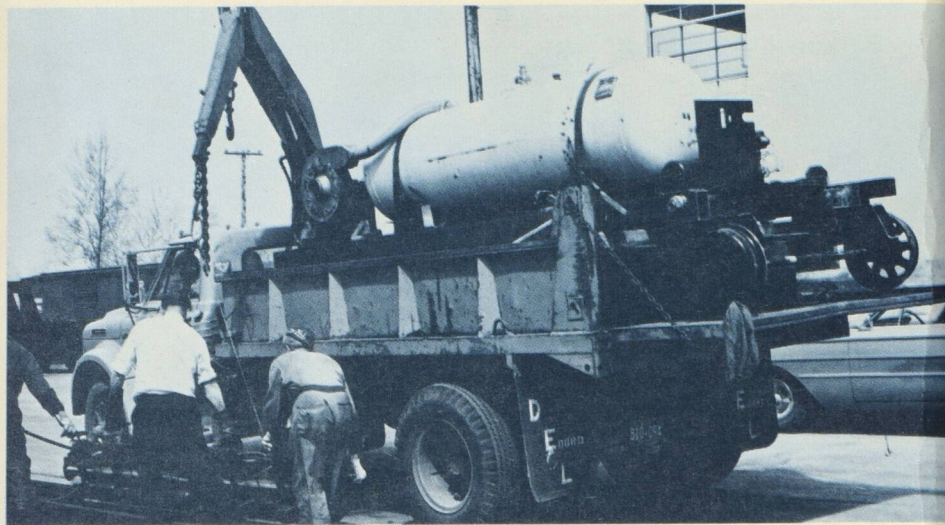
C'est ici qu'intervient le Conseil national de recherches. En effet, il s'intéresse depuis longtemps à la recherche ferroviaire et en particulier aux locomotives et au matériel roulant. A la suite de la formation en 1958 d'un comité associé où sont représentés les principales compagnies canadiennes, l'Association des chemins de fer américains et le Conseil, celui-ci a entrepris une étude sur les rails.

CONTRE LE FROID

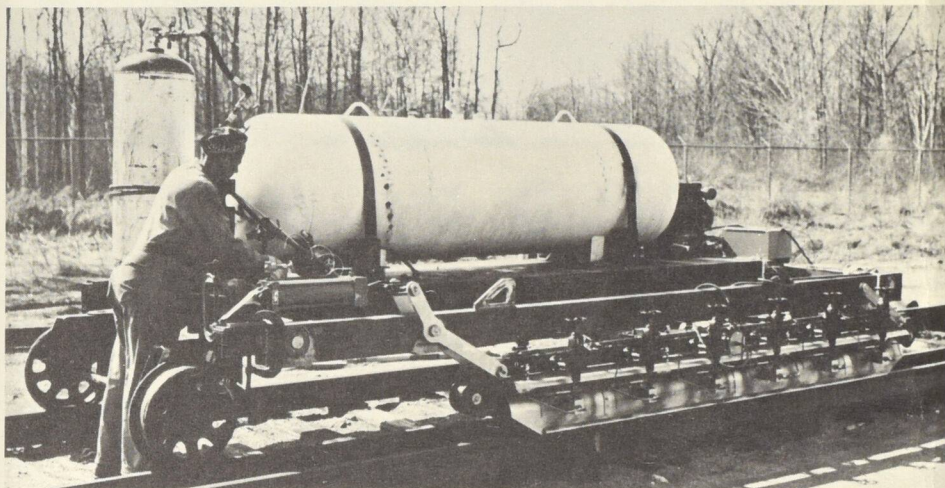
Au printemps de l'année passée, à la demande des compagnies, le Canadien Pacifique et le Canadien National, le Conseil et en particulier M. A. J. Bachmeier, chef du laboratoire de la dynamique des gaz, Division de génie mécanique, s'est appliqué à découvrir une méthode de pose et d'ancrage des rails soudés où les rails seraient toujours gardés à la température moyenne de la région. Ce laboratoire a mis au point des becs à propane à haute vitesse qui est même augmentée encore par une pression d'air d'un psi. Ces becs se présentent suspendus à un crochet (il y en a 6 paires par crochet) et chauffent les rails en passant dessus à une vitesse constante de 40 pieds par minute. En outre, M. C. A. M. Smith du laboratoire des instruments a inventé un instrument, qui, 30 secondes après (il y a donc un écart de 15 à 20 pieds entre les deux dispositifs) mesure la température, alors stabilisée, des rails.

CONTRE LA CHALEUR

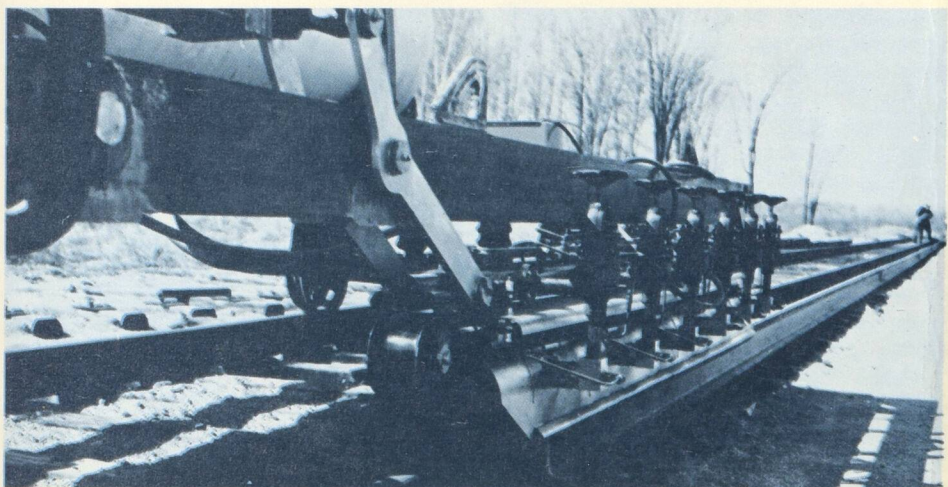
Voilà pour le chauffage des rails. Mais comment en été faire descendre la température des rails à la température moyenne?



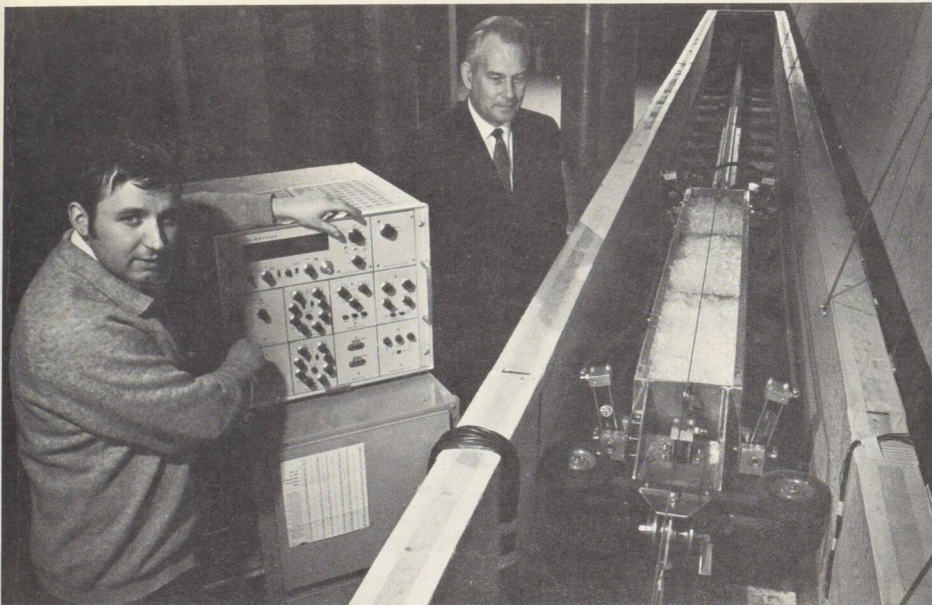
Une fois enlevé du camion, le dispositif de chauffage sera posé sur les rails. Rail heater being lifted from truck and placed on tracks.



Dispositif de chauffage installé sur les rails. Rail heater on tracks. Burners which heat rail shown at lower right. Les becs (en bas, à droite) chauffent les rails.

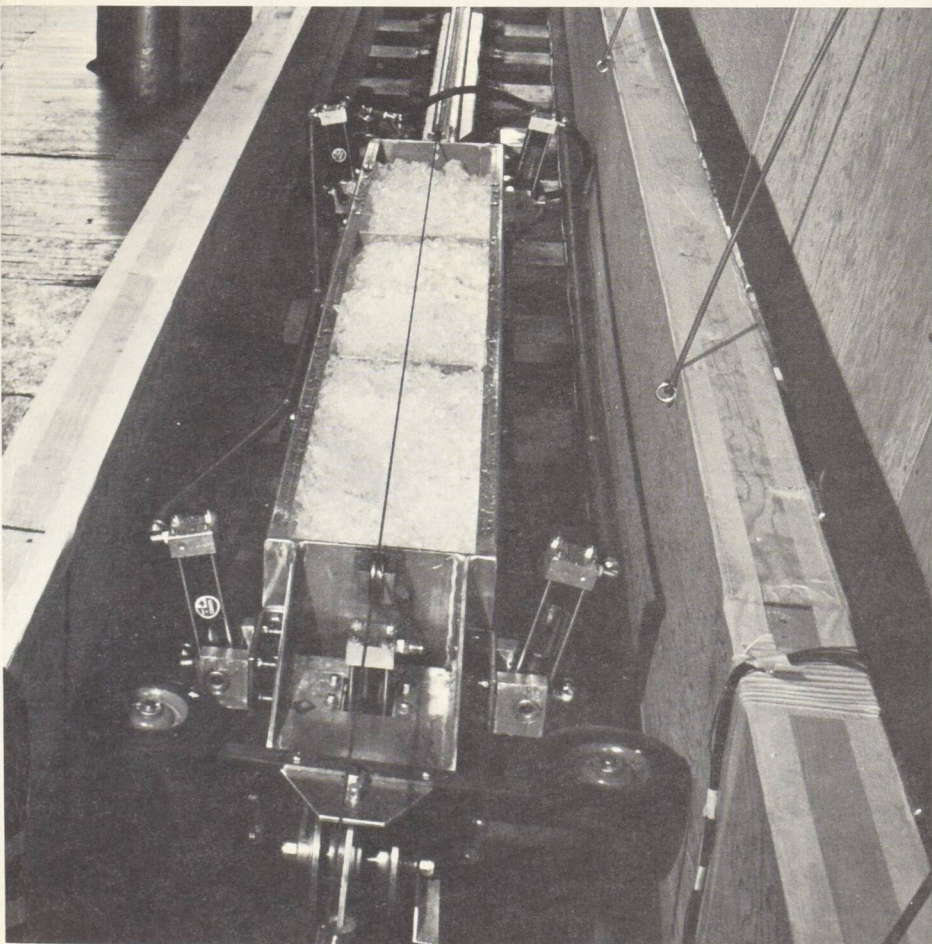


Gros plan des becs à propane à haute vitesse. Close up view of high speed propane burners.



*Photo du haut: Au laboratoire, MM Koch et Ringer examinent une maquette expérimentale du dispositif pour refroidir les rails.
En bas: Le dispositif vu de près.*

Herman Koch and Mr. Ringer (top) examine experimental laboratory model of rail cooler on which the design of the operational unit will be based. Below—close up view of experimental cooler.



Au Conseil, le laboratoire de cryologie, dont le chef est M. T. R. Ringer, a trouvé la réponse de la façon suivante. Un dispositif creux, toujours empli de glace grâce à une machine à glace qui l'alimente, glisse sur les rails à une vitesse de 40 pieds par minute. A mesure qu'avance le dispositif, la glace fond sur les rails puis cette eau est vaporisée sur place de sorte que les rails se refroidissent efficacement.

Selon M. Ringer, ce dispositif permettra d'enlever en grande partie les restrictions saisonnières à l'ancrage des rails. Il précise que parfois les fluctuations de la température quotidienne sont telles que l'on peut employer et le dispositif de chauffage et celui de refroidissement dans une seule et même journée.

Au début des expériences, nous informe M. Bachmeier, l'on pensait que ces deux façons de stabiliser la température des rails ne seraient pas praticables entre octobre et avril. Toutefois, les résultats des tests préliminaires au printemps à l'ouest d'Edmonton, en automne à Ottawa, et en hiver au nord de Toronto ont démontré que le dispositif de chauffage fonctionne efficacement même dans des conditions extrêmes de froid. Par conséquent, la pose des rails soudés pourra s'effectuer toute l'année durant.

M. Wakely, ingénieur adjoint responsable de l'entretien des rails pour le Canadien Pacifique, est enthousiasmé par les résultats. D'abord, les rails soudés dureront deux fois que les rails classiques, et assureront un voyage beaucoup plus confortable. Et, il prévoit que la pose coûtera beaucoup moins cher, étant donné que le propane nécessaire aux becs ne dépasse pas \$50 pour une distance d'un mille tandis qu'à présent l'ancrage des rails coûte environ 20 fois plus. D'ailleurs, il est à noter que chaque joint boulonné à coûté environ \$8; il y en a 270 par mille et les rails boulonnés des lignes principales totalisent 4.000 milles, on comprendra donc facilement pourquoi il s'enthousiasme ainsi. M. Wakely a ajouté qu'au cours des 15-20 prochaines années, sa compagnie a l'intention de remplacer tous les rails boulonnés par les rails soudés et il doute que l'on revienne jamais aux rails boulonnés, sauf sur des lignes secondaires.

seek to improve length standard

The rapid development of science and technological industry during recent decades has placed heavy demands on scientists to improve basic standards of physical measurement. Without continual improvement in the precision and accuracy of measurement, progress in science and industry would be at first critically handicapped and, in due course, stopped.

All the fundamental physical standards for Canada are housed and serviced in the Division of Applied Physics of the National Research Council of Canada. While these primary standards are equal to any in the world, science and technology marches on, and what is today up-to-date apparatus can very quickly become obsolete.

As a result, measurement scientists at NRC continually strive to improve Canada's basic standards of physical measurement. At the moment, these scientists are again playing a leading role in continuing international efforts to make the international standard of length more accurate.

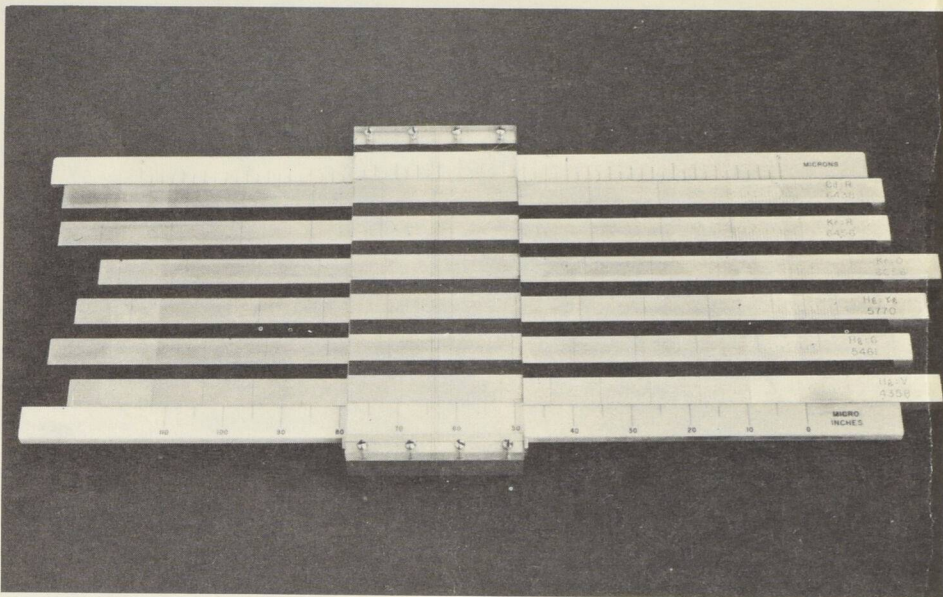
Until 1960 the international standard of length was the "M" – the metre bar of platinum-iridium kept at Sèvres, France. The Canadian yard was defined as 0.9144 of the International Metre, which made the inch exactly equal to 25.4 millimetres.

In 1960, under pressure from the need for increased accuracy in the primary standard, the International Conference on Weights and Measures agreed that the international standard of length should be 1,650,763.73 times the wavelength of one of the orange lines emitted by isotopic krypton of atomic weight 86. This decision was based on research conducted in Canada, France, Germany, Australia, Japan, the United Kingdom, the United States and Russia.

The Canadian work, which played an important role in the decision to adopt the new international standard of length, was conducted in the laboratory of Dr. K. M. Baird, Head of the Optical Physics Section (then called the Interferometry Section) of NRC's Division of Applied Physics.

With this standard it is possible to specify lengths to better than one part in a hundred million, but beyond this point the low intensity and instability of the source and the line width limit the reproducibility of measurements.

Measurements, such as length, are the indispensable foundation of science and industry. They must be continually improved to keep up with demands for increasing accuracy and precision. Work now is in progress to determine whether a laser can make the International Standard of Length more accurate



Simple slide rule device, developed at NRC, for converting measurements using light into English or metric units.

Règle à calcul, mise au point au Conseil, qui permet de convertir les mesures interférométriques directement en unités du système métrique ou anglais.

After adoption of the new standard of length in 1960, scientists began experimenting with light from a helium-neon laser for measuring lengths. Since this light is intense, and the line width is extremely small, it is possible to make very precise measurements of length in terms of this wavelength. Unfortunately, the wavelength of the laser depends upon the construction and the operating conditions of the laser and, in spite of its many desirable characteristics, the wavelength of a laser emission line has not been sufficiently reproducible to be useful as a standard.

NEW WORK STARTED

However, a means has now been devised by the Optical Physics Section of NRC's Division of Applied Physics for stabilizing the wavelength of the red emission line of a helium-neon laser. Light from the laser is passed through iodine vapor and the wavelength of the laser emission is locked to that of a particular absorption line of iodine. In this way the wavelength of the very sharp laser line is determined by that

of the iodine absorption line and the wavelength of this absorption is largely independent of the geometric arrangement and other physical conditions.

Dr. G. R. Hanes, who is conducting this work, says that although only preliminary experiments have been carried out, it now appears that the stabilized helium-neon laser can generate a line whose wavelength can be specified with a precision at least a hundred times better than that of the present krypton standard.

"This source has an excellent chance of becoming the new standard of length," Dr. Hanes says.

The Section's work with the helium-neon laser is an example of how the National Research Council promotes research for the continuous improvement of the precision and accuracy of fundamental standards for physical measurement, including length, mass, time, electricity, heat, light and ionizing radiations. Industrial and scientific progress both depend on accurate measurement, and modern mass production would be impossible without it.

THE LASER: FOR EXCELLENCE IN ATOMIC PHYSICS.

The laser (an acronym of "Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation") is a machine capable of producing intense monochromatic light which is spatially coherent and emerges in a well-defined beam. This instrument followed on the heels of the maser (acronym for "Microwave Amplification by the Stimulated Emission of Radiation") which can emit radiation of wavelengths from one millimeter to 30 centimeters.

The laser, useful in a hundred ways, its utility increasing daily, has now become a household word. It has profited medicine, dentistry, communications, surveying, welding, interferometry (the science of measuring distance using light), photography, biology, and basic research on atoms and molecules. It aids the blind to detect obstacles, yet produces temperatures that vaporize matter. It can help obtain information from space satellites or serve as a burglar alarm for the home.

The laser's development through discoveries and advances in the fields of microwaves, electronics, atomic physics, quantum mechanics and optics has added the word "maser", "laser", "to lase" and "lasing" to the English language. But although the laser has now revolutionized areas of science

and technology, its birth was a difficult one: the laser needed nearly half a century of experimentation in addition to the insight and imagination of four Nobel prize winners in Physics, Max Planck (1918), Albert Einstein (1921), Niels Bohr (1922) and Charles Townes (jointly with Bassov and Prokhorov in 1964) before the world first saw laser light.

It all began with Max Planck, Physics Professor at the University of Berlin. His fertile mind enriched the study of physics in numerous ways but one of his theories stands out as the basis of modern physics. It is this same theory, called by Planck the "Quantum Theory", which served as the first clue in the intricate puzzle whose solution was the laser.

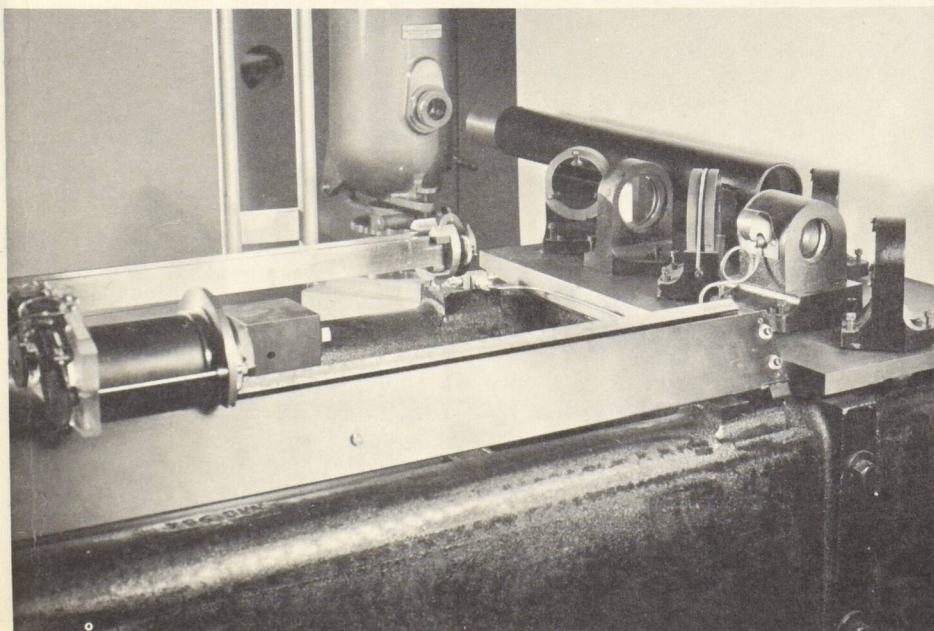
In 1900, Planck was engaged in the study of the radiation emitted from a "black body", a body which would ideally absorb all, and reflect none of the radiation falling on it. He was particularly interested in the range of energy emitted by the black body at a given temperature – seemingly a straightforward experiment. But Planck was startled by the results, for where a continuous range of values was expected, (as the old proverb has it: "natura non facit saltum, – nature does not make a leap) none was found.

Confronted with these results, Planck lashed out at the pillars of classical

physics. With the deft iconoclasm of an intuitive genius, he hypothesized that the energy transfers associated with electromagnetic radiations must occur discontinuously, in definite steps, by means of small bundles of energy. Furthermore, he theorized that each packet of energy (given the name quantum, or, in the case of light, photon) so transferred, had the value of the frequency of the radiation with which it was associated, multiplied by a certain number, which came to be called, not surprisingly, Planck's constant.

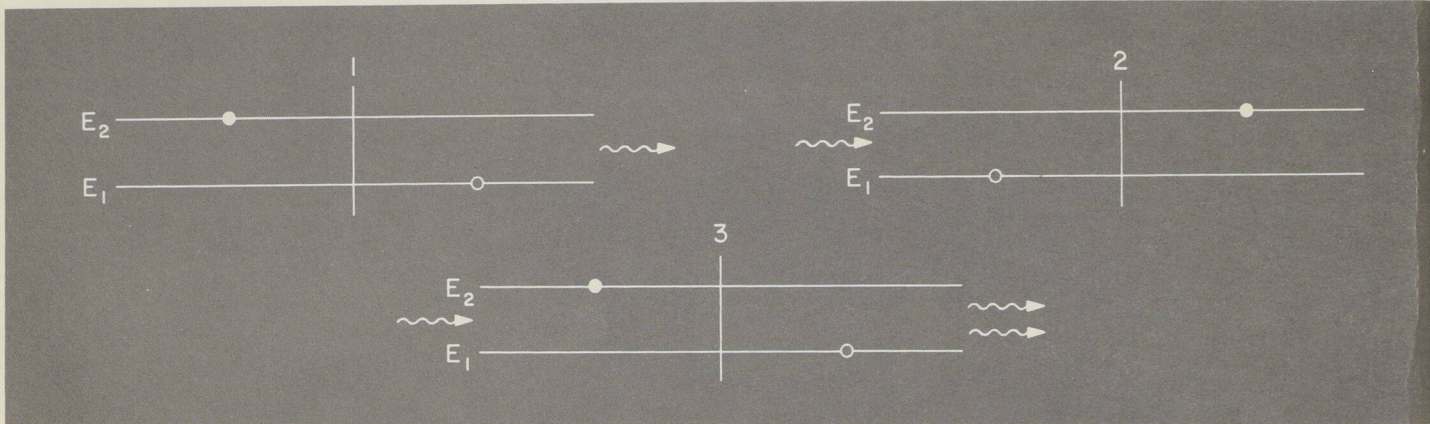
But what did this theory mean for the atom?

This query was answered in 1913 by Niels Bohr, the Danish physicist who was to become the head of Copenhagen's Institute of Theoretical Physics. He conceived of the atom as having a positively charged central core (nucleus) around which are orbiting smaller negatively charged particles (electrons). Each orbiting electron is able to jump from one defined stable orbit around the nucleus to another. However if it does change its orbit, the electron will either gain energy by absorbing a photon or lose energy by emitting a photon. Thus the defined orbits may be considered as energy levels. This was succinctly represented by Bohr in the following formula: $E_2 - E_1 = hn$, where "E₁" and "E₂" are the energies of two stable orbits,



Interference comparator for the calibration of scales up to one metre length directly in terms of wavelengths.

Le comparateur interférométrique permet d'étalonner directement en longueurs d'ondes les longueurs allant jusqu'à un mètre.



Graphic representation of (1) spontaneous emission (2) absorption and (3) stimulated emission of photons. In the first case, an atom (or molecule) raised by some means to a higher energy state (dot, top left) can emit a photon spontaneously (wavy arrow) and revert to its ground state (circle at right). On the other hand (2) an atom in its normal state (left) may absorb a photon and be raised to a higher state (right). Lastly (3) an atom excited by some means (left), if struck by a photon, can be stimulated to emit a similar photon (right); it then returns to a lower energy state. This process is at the heart of the laser.

Graphique de (1) l'émission spontanée (2) l'absorption et (3) l'émission stimulée des photons. Dans le premier cas, l'atome (ou molécule) excité d'une façon ou d'une autre à un état d'énergie supérieure (point, en haut à gauche) peut émettre spontanément un photon (flèche ondulée) et passer à un état inférieur (petit cercle, à droite). D'autre part (2) un atome non excité (à gauche) peut absorber un photon et passer à un niveau d'énergie supérieure (à droite). Enfin (3), un atome excité d'une manière ou d'une autre (à gauche) si stimulé par un photon, émettra un photon semblable au premier (à droite); ensuite, il revient à un état d'énergie inférieure. Voilà le procédé-clé du laser.

“h” is Planck’s constant and “n” is the frequency of the associated radiation.

The next part of this puzzle was unraveled by Einstein in 1917. He was impressed with the breakthroughs of Planck and Bohr, and aside from his work on relativity, he took up the cudgels to extend their ideas regarding the emission and absorption of quanta as electrons jumped from one energy level to another. Einstein pointed out that three possible changes could occur. Two of these were already well known. The third was to give science the laser:

1) Spontaneous Emission

Since there is always a tendency for electrons to be at their lowest energy levels (the atom is then said to be in its “ground state”) an electron excited to a high level by any means (the atom being then in an excited state) will jump down spontaneously to a lower level and in so doing will emit a photon.

2) Absorption

An electron at a low level will absorb a photon and, with this extra energy, jump to a higher level.

The third possibility was advanced theoretically by Einstein himself.

3) Stimulated Emission

An electron at a higher-than-normal energy level will, if struck by a photon, be stimulated to emit its own photon

and fall to a lower level. The photon emitted, Einstein predicted, would be similar to the incident photon, traveling in the same direction, being in phase with it, and having the same frequency associated with it. In short, the photon would have multiplied.

Such was Einstein’s contribution; as often was the case, however, his theories were a leap into the unknown. Although Einstein clearly established the theoretical basis for stimulated emission, physicists were incapable of demonstrating it experimentally for almost three decades. Competition from the spontaneous emission of photons and from the absorption of photons was too keen and thwarted attempts to detect this phenomenon in the laboratory.

In 1954, a physicist at Columbia University discovered how to demonstrate Einstein’s idea and thereby catapulted science into the laser era. For three years Charles Townes had painstakingly examined Einstein’s theory and the barriers to its confirmation. By careful planning and experimentation he was able to weed out these hindrances. In fact he succeeded in the improbable task of singling out excited molecules of ammonia and segregating them. This was the key step. His experiments to produce stimulated emission from these excited molecules were

successful. The emission was triggered not by radiation from an outside source but by the first photons to be emitted spontaneously from the excited ammonia molecules; it was encouraged and built up by the clever use of the tube containing the ammonia as a kind of “echo chamber” for the increasing number of quanta, reflecting them back and forth to strike the diminishing population of already excited molecules and thereby inducing emission until a very high intensity was reached in a fraction of a second. The resulting radiation was in the microwave region of the electromagnetic spectrum. Hence Townes had effected microwave amplification by the stimulated emission of radiation – he had produced the “maser”.

And in particular when this radiation can be made to fall in the visible spectrum, as Townes and his brother-in-law Shawlow predicted in 1958, when it emerges as a colored light, as Maimon witnessed for the first time in 1960, then the instrument producing it is called an optical maser. Since it produced Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation, the optical maser has another more common name, the laser. Four Nobel prizewinners and 60 years later and the puzzle was solved.

le laser et l'étalon de longueur

En raison du saut en avant qu'ont fait les sciences et la technologie depuis ces dernières décennies, les chercheurs scientifiques sont appelés à préciser toujours davantage les unités de mesure principales. Sans ces améliorations continuelles, le progrès dans le domaine des sciences et de l'industrie serait tout d'abord retardé et finirait par s'arrêter complètement.

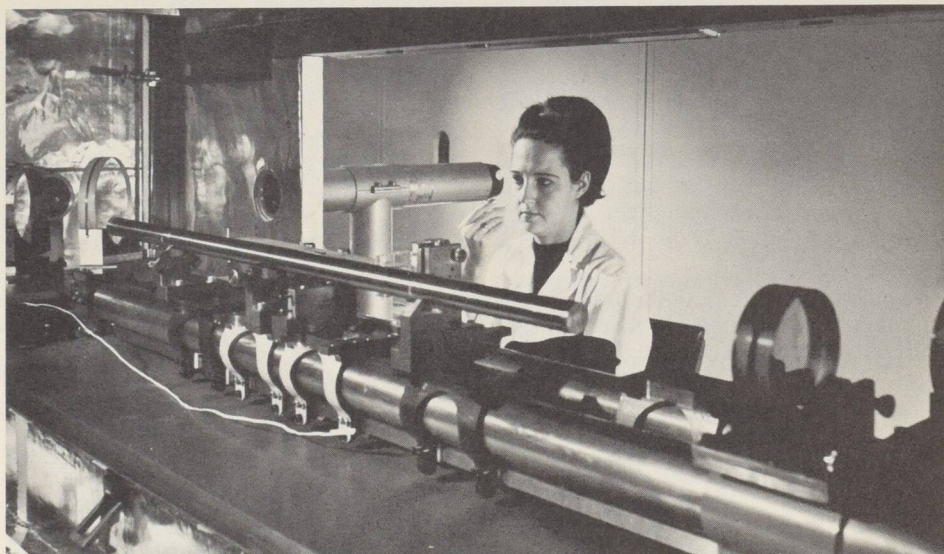
Au Canada, tous les étalons de quantité physique se trouvent aux laboratoires de la Division de physique appliquée du Conseil national de recherches du Canada. Bien que ces étalons soient parmi les plus précis du monde, la science, qui progresse sans cesse, peut rendre désuètes les méthodes et appareils les plus modernes. Par conséquent, les chercheurs du Conseil s'efforcent toujours d'améliorer ces étalons universels et actuellement en ce qui concerne les mesures de longueur ils jouent un rôle de tout premier plan dans le monde des sciences.

Jusqu'en 1960, l'étalon de base du système métrique, le mètre, était représenté par la distance moyenne, à la température de 0° C, des axes de deux traits parallèles tracés sur le prototype international, soit une barre en platine iridié conservée à Sèvres, en France. Le yard canadien est, selon la définition, 0,9144 du mètre. Ainsi notre pouce vaut exactement 25,4 millimètres. Cependant, avec le progrès, cet étalon de base ne répondait plus aux besoins de précision de la science, et en 1960, à la Conférence générale des poids et mesures, on a décidé, d'après des recherches effectuées dans plusieurs pays y compris le Canada, les Etats-Unis, la Russie et la France, que l'étalon de longueur devrait être égal à 1,650,763,73 fois la longueur d'onde d'une des raies oranges émises à basse pression et à basse température par l'isotope 86 de krypton.

Au Canada, les recherches se sont poursuivies au laboratoire du D^r K. M. Baird. Chef de la Section de l'optique (appelée alors Section de l'interférométrie) de la Division de physique appliquée.

Au moyen de cet étalon, l'on peut mesurer les longueurs avec une précision au cent millionième, mais au-delà, la faible intensité de la lumière en question ainsi que l'épaisseur de la raie spectrale font que l'étalon n'est plus reproductible.

Les mesures, telles que la longueur, sont essentielles à la science et à l'industrie. Afin de satisfaire aux demandes de la science et de la technologie, il faut préciser toujours davantage les unités de mesure principales. Le Conseil est en train d'étudier le laser afin de répondre à ces demandes



Interféromètre utilisé actuellement au Conseil pour l'étalonnage des longueurs.

Interferometer currently in use at NRC calibrates length standards against a known wavelength of light.

C'est là que le laser vient au secours des chercheurs.

Après avoir accepté cet étalon en 1960, ils ont étudié la lumière produite par un laser à hélium-néon en vue de rendre l'étalon encore plus précis. Etant donné que cette lumière est monochromatique et douée d'une forte intensité, elle permet de mesurer la longueur avec une précision prodigieuse. Toutefois, la longueur d'onde de cette lumière présente un inconvénient. Elle dépend en effet du laser, en particulier de sa fabrication et des conditions dans lesquelles il fonctionne. Nonobstant ses nombreux avantages, cette longueur d'onde n'est donc pas suffisamment reproductible pour servir d'étalon.

Comment donc pallier ce défaut? La section d'optique du Conseil a fourni la réponse en assurant la stabilité de la longueur d'onde de la raie rouge émise par le laser à hélium-néon. Et voilà comment ils ont procédé: si l'on fait passer la lumière produite par le laser à travers la vapeur d'iode, l'on trouve que la longueur d'onde de cette lumière correspond exactement à celle d'une certaine raie dans le spectre d'absorption de l'iode. Ainsi, en notant

la raie dans le spectre d'absorption de l'iode, raie presque totalement indépendante de toute condition expérimentale, l'on peut déterminer très précisément la longueur d'onde de la lumière provenant du laser.

Selon le D^r G. R. Hanes, chargé de ces recherches, bien que l'étude ne soit qu'au stade préliminaire, il semble que le laser à hélium-néon ainsi stabilisé puisse émettre une raie de fréquence très constante, voire si constante que l'on pourra mesurer la longueur d'onde de cette lumière avec une précision cent fois supérieure à celle de l'étalon établi à partir du krypton 86. Le D^r Hanes conclut que la lumière du laser à hélium-néon peut très bien fournir un nouvel étalon de longueur.

Les recherches ayant trait au laser à hélium-néon illustrent encore l'intérêt que montre le Conseil national de recherches pour l'amélioration des principaux étalons de mesure. Au Conseil, des chercheurs étudient toujours la justesse des unités de longueur, masse, temps, électricité, chaleur, lumière et radiations ionisantes, unités qui assurent la précision de nos mesures, dont dépendent les progrès dans le monde des sciences et de l'industrie.

LE LASER: CREATION DES GRANDS DE LA PHYSIQUE MODERNE.

Le laser, (mot venant de l'anglais: "Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation"), est une machine capable d'émettre un faisceau bien défini de lumière, intense, pure, et en cohérence de phase. L'invention de cet instrument suit de près celle d'un autre, dit maser (mot également dérivé de l'anglais: Microwave Amplification by the Stimulated Emission of Radiation) d'où sort non pas la lumière visible mais le rayonnement d'ondes ultra-courtes allant d'un millimètre à 30 centimètres.

A peine inventé et déjà employé de cent façons différentes, le laser est devenu mot d'usage courant. En ce moment, il rend de grands services à la médecine, la dentisterie, la géodésie, la soudure, l'usinage, l'interférométrie (science de la mesure des distances au moyen de la lumière), la photographie, la biologie et les recherches fondamentales sur les atomes et les molécules. Il peut aider les aveugles à détecter les obstacles, mais il produit aussi des températures qui volatilisent la matière. Le laser facilite les communications avec les satellites; il peut servir aussi d'avertisseur électronique dans votre maison.

Mis au point grâce aux découvertes et aux énormes progrès réalisés dans le domaine de l'électronique, de la physique atomique, des ondes ultra-courtes, de la mécanique ondulatoire et de l'optique, cet instrument a déjà enrichi de plusieurs mots la langue française: laser, maser, lasérothérapie. Bien qu'ayant révolutionné depuis peu plusieurs secteurs de la science et de la technologie, le laser ne fut pas pour autant développé sans peine. Il a fallu près d'un demi-siècle d'expérimentation, et pas moins de quatre lauréats du Prix Nobel, à savoir Max Planck (1918), Albert Einstein (1921), Niels Bohr (1922) et Charles Townes (avec Bassov et Prokhorov en 1964) pour frayer le chemin au laser.

Il faut remonter à l'esprit fécond de Max Planck, professeur de physique théorique à l'Université de Berlin. Celui-ci a enrichi la physique par ses théories, dont une est toujours à la base de la physique moderne. Planck l'appela la théorie des quanta, et c'est elle qui a donné naissance un demi-

siècle plus tard au laser.

Mais, demandera-t-on, comment cette théorie nous a-t-elle amenés à la découverte du laser? En voici l'histoire.

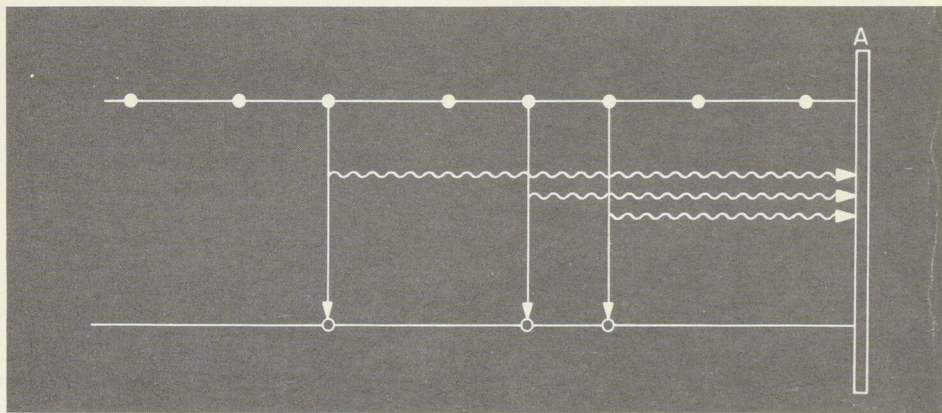
Ce fut en 1900 que Planck s'appliqua à l'étude du rayonnement émis par un "corps noir", corps qui, idéalement, absorberait tout rayonnement incident sans rien réfléchir. Pendant ces expériences, il s'intéressait surtout à la gamme d'énergies émises à une température donnée – étude apparemment sans complexité. Toutefois Planck fut étonné par les résultats. En effet, il s'attendait à une gamme ininterrompue d'énergies – car comme chacun sait natura non facit saltum, la nature ne fait pas de saut – mais il n'en fut rien.

Face à ces résultats, Planck fut amené à remettre en cause les principes même de la physique classique. En iconoclaste habile, ce génie intuitif émit l'hypothèse de la discontinuité de l'énergie: les transferts d'énergie se produisent en petits paquets discontinus, en quantités séparées. A ces quantités fut donné le nom de "quanta" (ou bien, s'il s'agit de grains de lumière: photon). En outre, Planck postula que chacun des petits paquets

participant à un transfert d'énergie avait la valeur de la fréquence du rayonnement auquel il était associé, multipliée par une constante que l'on appelle, pour rendre hommage à ce pionnier de la science moderne, la constante de Planck.

Alors, quelle lumière cette théorie jette-t-elle sur l'atome?

Ce fut le danois Niels Bohr, – il devint par la suite chef de l'Institut de physique théorique à Copenhague – qui donna en 1913 la réponse à cette question. Il conçut l'atome comme un noyau central ayant une charge électronique positive entouré par des particules d'électricité négative (électrons) en mouvement autour du noyau comme des planètes autour du soleil. Chaque électron peut passer d'une orbite stable et bien définie à une autre, mais ce faisant, il gagnera de l'énergie en absorbant un photon incident, ou il perdra de l'énergie en émettant un photon. L'on peut donc considérer les orbites électroniques comme des états ou des niveaux d'énergie. Bohr représenta nettement cette idée par la formule suivante: $E_1 - E_2 = hn$, où E_1 et E_2 sont les énergies de deux orbites électroniques stables, "h" est la cons-



Emission stimulée. L'atome (ou molécule) se trouvant à un niveau d'énergie supérieure peut spontanément émettre un photon et passer à un niveau d'énergie inférieure. A son tour, ce photon peut stimuler un autre atome déjà excité, avec l'émission d'un photon en phase et de la même fréquence que le premier ou bien il peut être absorbé par un atome non-excité, ce qui aura pour effet de hausser l'atome à un niveau d'énergie supérieure. S'ils sont réfléchis à la surface A, les photons peuvent revenir pour stimuler l'émission chez d'autres atomes excités. Dans certains cas, ce procédé dure moins d'un millionième de seconde et produit des puissances prodigieuses – des dizaines de milliers de watts.

Stimulated emission. An atom (or molecule) excited by some means can spontaneously emit a photon and fall to a lower energy level. This photon can either stimulate another excited atom to emit a photon with the same frequency and phase, or can be absorbed by an unexcited atom, raising it to a higher energy level. The photons, if reflected at surface A, can return and are capable of stimulating emission from still other excited atoms. In some cases, this process takes less than one millionth of a second, and powers of tens of thousands of watts may be reached.

tante de Planck et "n" est la fréquence de l'onde électro-magnétique associée au photon en question.

Nous arrivons à la prochaine étape de notre itinéraire avec Einstein. En 1917, tout en travaillant sur la relativité, impressionné par les théories de Planck et de Bohr, il s'appliqua à pousser plus loin leurs études sur l'émission et l'absorption des quanta lors du passage des électrons d'une orbite à l'autre. Il avança trois possibilités, dont deux déjà bien connues. La troisième, pourtant, conduira au laser. Les voici:

1) Emission spontanée

Etant donné que les électrons tendent toujours à occuper les états d'énergie inférieure, un électron excité d'une manière ou d'une autre à un niveau supérieur reviendra spontanément à un état d'énergie inférieure et, ce faisant, émettra un photon.

2) Absorption

Un électron à un état d'énergie inférieure absorbera un photon et, doué de cette énergie supplémentaire, passera à un niveau supérieur.

C'est à Einstein lui-même que l'on doit la troisième possibilité.

3) Emission stimulée (émission induite)

Un électron se trouvant dans un état excité pourra être stimulé par un photon. Il émettra alors son propre photon et passera à un niveau d'énergie inférieure. Einstein prédit que les photons émis par les électrons stimulés accompagneraient les photons incidents et que, de plus, ils constitueraient une onde électro-magnétique qui se propagerait dans la même direction que l'onde incidente, et qui vibrerait en phase avec elle, c'est-à-dire qui constituerait en fait un renforcement de l'onde incidente. Bref, le photon incident se serait multiplié.

Voilà donc l'apport d'Einstein. Comme ce fut souvent le cas d'ailleurs, cette théorie constituait un saut dans l'inconnu. Bien qu'Einstein ait clairement établi la base théorique de l'émission stimulée, les chercheurs des trois décennies suivantes tentèrent en vain de la démontrer expérimentalement. En effet, ce phénomène était impossible à détecter en laboratoire car il était masqué d'un côté par l'absorption de photons et, de l'autre, par l'émission spontanée de photons.

Pourtant, en 1954, Charles Townes, physicien à l'Université Columbia, réussit brillamment à démontrer l'idée d'Einstein et ainsi nous entrâmes dans l'ère du laser. Pendant trois ans il avait soigneusement étudié la théorie d'Einstein et les obstacles à sa vérification. A force de concevoir et d'effectuer ses expériences avec beaucoup de minutie, il a pu surmonter ces difficultés. Si l'on peut dire, il a réussi l'impossible: il est parvenu à séparer les molécules excitées d'ammoniac et les a isolées. C'était la clé du problème. Ses expériences dont le but était d'induire l'émission de photons chez ces molécules excitées furent couronnées de succès. Cette émission était déclenchée non pas par le rayonnement provenant d'une source à l'extérieur mais par les premiers photons émis spontanément par les molécules excitées d'ammoniac dans le système même. En outre, Townes a ingénieusement renforcé et encouragé l'émission ainsi induite en faisant du tube où se trouvait l'ammoniac une cavité résonnante pour les quanta. Réfléchis par le tube, les quanta, qui ne cessaient d'augmenter, allaient et revenaient en frappant contre les molécules excitées d'ammoniac, dont le nombre allait en diminuant; ainsi les quanta stimulaient l'émission chez ces molécules jusqu'à produire une très forte intensité de quanta tous en phase, tous de la même fréquence et tous ayant une même direction - et cela, en une fraction de seconde. Le rayonnement sortant du tube se situait dans la région d'ondes ultra-courtes du spectre électro-magnétique. Townes avait effectué donc l'amplification (ou plus exactement l'oscillation) d'ondes ultra-courtes par émission stimulée de rayonnement électro-magnétique (en anglais le "Microwave Amplification by the Stimulated Emission of Radiation") - c'est-à-dire le maser.

Dans le cas où ce rayonnement est une lumière colorée et se situe donc dans le spectre optique, comme l'avaient prévu Townes et son beau-frère Shawlow en 1958, et comme l'américain Maimon l'a vu pour la première fois en 1960, alors l'instrument s'appelle un maser optique. Or, étant donné que c'est un amplificateur de lumière par émission stimulée de rayonnement électro-magnétique, le maser optique est plus connu sous le nom de - laser!

UNITE DE MESURE PRINCIPALE DE LONGUEUR

LE METRE

DEFINITION ORIGINALE (1791):

La dix-millionième partie du quart du méridien terrestre passant entre Dunkerque et Barcelone.

DEFINITION ACTUELLE (1960):

1,650,763.73 fois la longueur d'onde, dans le vide, de la radiation correspondant à la transition entre les niveaux $2p_{10}$ et $5d_5$ de l'atome de krypton-86.

DEFINITION FUTURE?

1,579,800.31 fois la longueur d'onde de la radiation émise par un laser à hélium-néon correspondant à la raie R(127) de la bande 11-5 d'une certaine transition dans la molécule d'iode, libre et non perturbée.

DEFINITIONS OF THE STANDARD OF LENGTH

THE METER

ORIGINAL (1791):

1/10,000,000th of quadrant of earth's meridian passing through Barcelona and Dunkirk.

PRESENT (1960):

1,650,763.73 wavelengths in vacuum of transition between energy levels $2p_{10}$ and $5d_5$ of a krypton-86 atom.

FUTURE?

1,579,800.31 wavelengths of light emitted by a Helium-Neon laser controlled to the R(127) line of the 11-5 band of a certain electronic transition in a free, unperturbed iodine molecule.

machine translation research

Studies are underway at the University of Montreal and the University of Saskatchewan to determine whether computers can be programmed to translate English into French. The objective of the research is a rough translation that would require human post-editing

The National Research Council of Canada has negotiated contracts with the Universities of Montreal and Saskatchewan to develop programs of machine translation from English into French.

The two contracts represent a continuation of studies initiated in 1964, after the Council had been asked by the Queen's Printer to determine whether a computer could be used to provide some assistance in the translation of government documents from English into French. These studies are

believed to be the most extensive undertaken by any country.

The idea of machine language translation is simply that a computer can carry in its storage the equivalent in the target language of given words or phrases in the source language. Consequently, a sentence or group of words provided as input in the source language can be processed by the computer to provide a sequence of words containing the same information in the target language. The computer would, of course, be programmed to take account of word order and rules of grammar in each of the two languages.

The program at the University of Montreal is expected to arrive at a point where first trials can be run next year. Saskatchewan expects to run its first trials this year. Source material may then be offered to a programmed computer with the hope of obtaining a rough translation. Only some time after this point is reached can any reasonable assessment be made of the extent

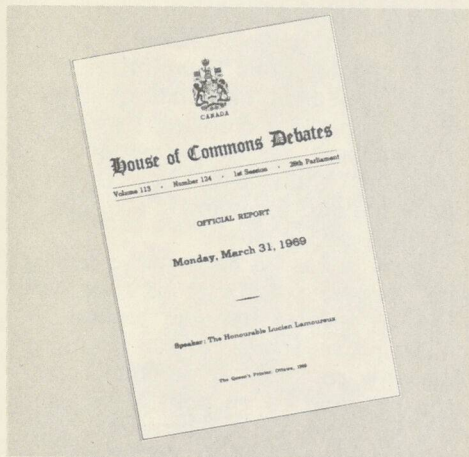
of the progress which has been achieved. Some additional work will then probably be needed to correct the deficiencies which are revealed and whose correction is straightforward. This scheme, however, assumes the participation of a competent post-editor.

A machine translation system is expected to translate about 100,000 words of text a day – or about twenty times the number of words produced daily by a good human translator. The machine product usually would be a very rough translation necessitating human post-editing, but with the demand for professional translators exceeding the supply, machine language translation could be an important aid to the already overburdened translator.

Although other countries such as the United States, the United Kingdom, France, and the Federal Republic of Germany, have been involved in machine translation for some years, their programs are concerned with the trans-

MACHINE AIDED TRANSLATION —

*Material
to be
translated*



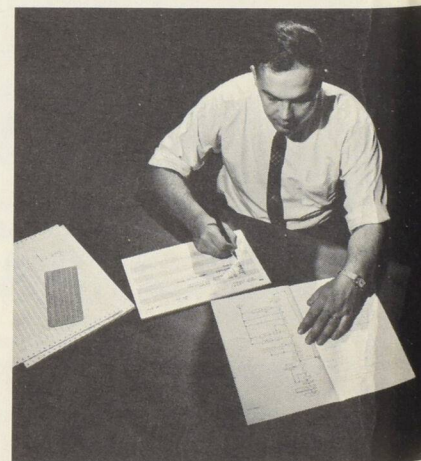
*Matière
à
traduire*

*Information
put on
punch cards*



*Information
enregistrée sur
cartes perforées*

*Computer programmed
with rules of
grammar, vocabulary*



*Ordinateur
programmé avec
ordre des mots,
règles de grammaire,
vocabulaire*

lation of Russian documents into the various target languages. It was soon found that while a very low quality translation could be produced which could be understood by an expert in the field of information dealt with by the document, a high quality automatic translation appeared to be a goal which might be reached only in the very distant future.

The NRC goal, therefore, is not automatic machine translation (translation without involving human translators or editors), but a much simpler goal — machine aided translation — to learn to what extent electronic data processing equipment can be used to aid human translators, or to require only monolingual editors having a knowledge of the target language and the information field.

The approach at the University of Montreal is a fairly sophisticated one, based on a knowledge of the structure of language and linguistic science. At the University of Saskatchewan, the

problem is along simpler lines, based principally on such things as the statistical occurrence of various orders in which parts of speech are found in the natural use of language. Although the two approaches to the problem differ, the successful features of either scheme may be fairly readily adapted to the other.

The full assessment of an MLT system will depend on the quantity of translation work which can be done by a person aided by a machine relative to the output of a person unaided, and the respective costs.

The continuing research work is monitored by a small inter-agency committee with representatives from the Federal Government's Printing Bureau, the Translation Bureau, and the National Research Council of Canada. A symposium is held annually at which representatives from all projects present a summary of recent work and progress, and at which discussions are held by all present, criticisms made,

and suggestions offered.

Although it has been recognized that high quality fully automatic translation seems unlikely to be a possibility in any reasonable span of time, the situation is steadily altered by the progress which is made in the technology of computers. As computer speeds increase, and particularly as the cost of the computer "core storage" decreases, the possibilities of eliminating one by one each of the problems which arise in machine translation improve. It is very difficult at this time to foresee an end to technological progress in computer design and manufacture. Consequently, the possibilities of progress in the future are virtually unforeseeable.

There seems to be little doubt that work in machine language translation will continue in many countries almost indefinitely. Since Canada appears to face a continuing translation problem, it is likely that work in this field will never cease, although the scale of the effort may well be altered appropriately from time to time.

TRADUCTION A L'AIDE DE L'ORDINATEUR

*Computer output in
target language
(100,000 words per day)*



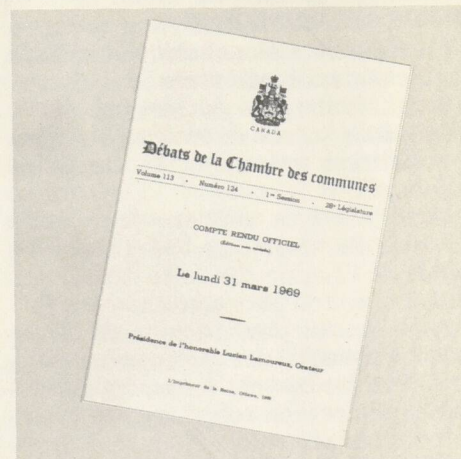
*Traduction en
langue-cible
(100,000 mots par
jour)*

*Output revised
by Editor*



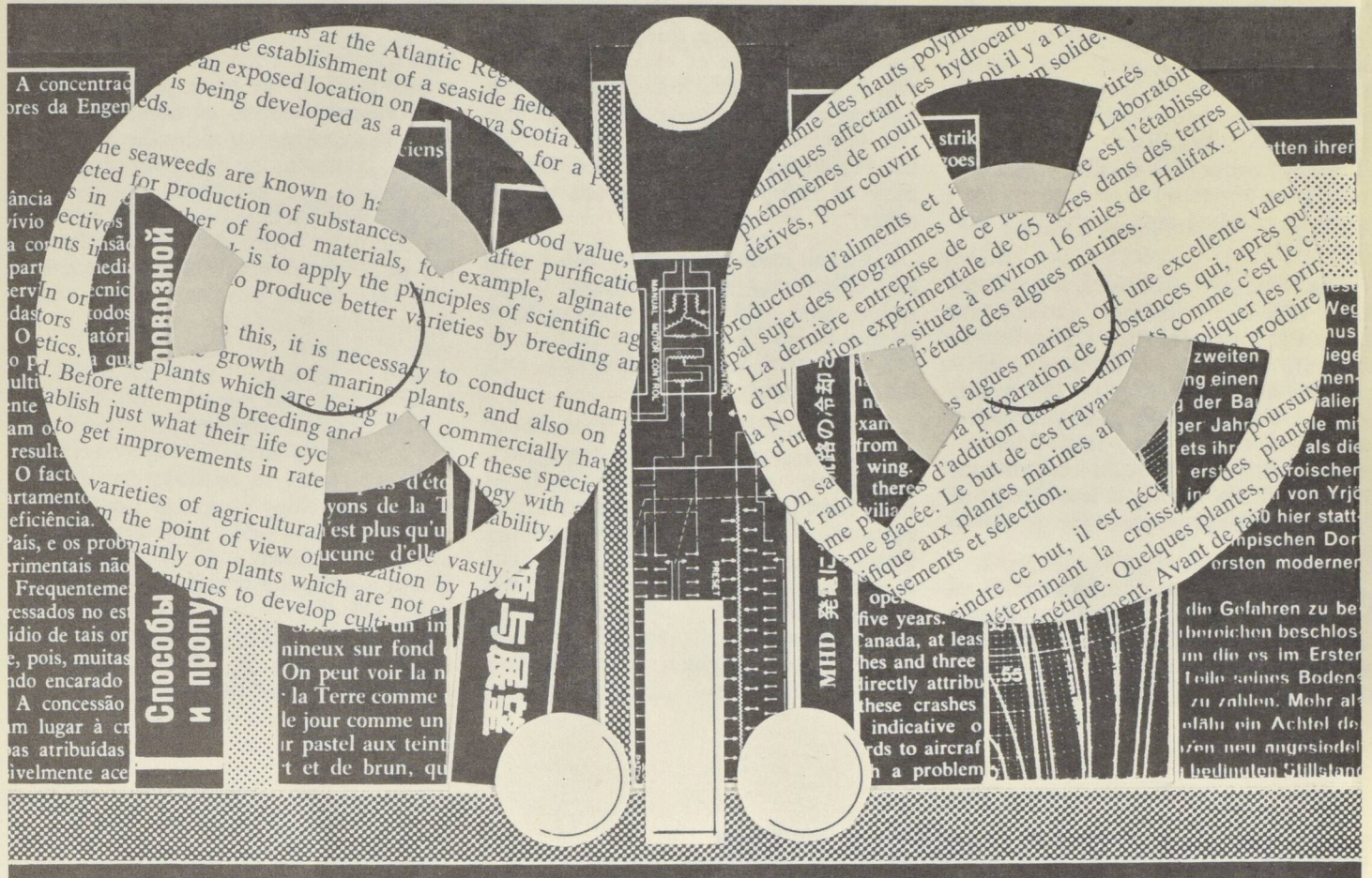
*Traduction
revue par
un rédacteur*

*Finished
translation*



*Traduction
révisée*

thème et version chez l'ordinateur



A l'Université de Montréal ainsi qu'à l'Université de Saskatchewan, l'on étudie la possibilité de traduire l'anglais en français au moyen de l'ordinateur. Les recherches visent à produire une traduction approximative qui présuppose la participation d'un rédacteur compétent

Le Conseil national de recherches du Canada a négocié avec les universités de Montréal et de Saskatchewan des contrats en vue de mettre au point la traduction mécanique de l'anglais en français.

Cette politique continue le travail qui avait été amorcé en 1964 à la demande de l'Imprimeur de la Reine qui voulait savoir si l'on pouvait se servir d'un ordinateur pour traduire de l'anglais au français les documents officiels. Ces études sont à notre avis les plus extensives qui soient menées dans le monde entier.

Ce mode de traduction s'inspire du principe suivant, qu'un ordinateur peut emmagasiner dans sa banque-mémoire l'équivalent de phrases et de mots donnés de la langue de départ dans la

langue-cible. Ainsi, un groupe de mots appartenant à la langue de départ emmagasiné dans la mémoire de l'ordinateur peut être transformé par celui-ci en une séquence de mots comportant la même information dans la langue-cible, l'ordinateur étant évidemment programmé pour tenir compte de l'ordre des mots et des règles de grammaire dans chacune des deux langues.

Le programme de l'Université de Montréal, prévoit-on, atteindra l'an prochain le stade des essais initiaux. Quant à l'Université de Saskatchewan, ceux-ci sont prévus pour cette année. La matière pourra alors être fournie à l'ordinateur programmé en vue d'obtenir, espère-t-on, une traduction approximative. Ce n'est qu'alors que l'on pourra évaluer d'une façon réaliste les

progrès obtenus jusque-là. Des travaux complémentaires seront probablement nécessaires. Ce plan de projet, cependant, présuppose la participation d'un rédacteur compétent.

La machine à traduire peut avoir un rendement de 100,000 mots par jour, soit quelque vingt fois la production quotidienne d'un bon traducteur. En général la machine donnerait une traduction très approximative exigeant l'intervention d'un rédacteur, mais avec la forte demande actuelle de traducteurs professionnels, la traduction mécanique pourrait aider puissamment le traducteur maintenant surchargé de travail.

Bien que certains autres pays, comme les Etats-Unis, le Royaume-Uni, la France et la République fédérale d'Allemagne, s'intéressent depuis quelques années à la traduction mécanique, leur activité porte sur la traduction de documents en langue russe en leurs langues respectives. Il est vrai que l'on pourrait obtenir actuellement



Les spécialistes du Centre de calcul de l'université de Montréal étudient la mise au point d'un programme de traduction automatique. De gauche à droite: M. Jean A. Baudot, Directeur du Centre, M. John Keyston, adjoint administratif à M. W. G. Schneider, Président du Conseil, et M. Henriot Mayer, Surintendant des traductions au Secrétariat d'Etat à Ottawa.

Computer equipment at the University of Montreal's Computer Centre being used in the machine translation research project. Left to right—Jean A. Baudot, Director of the centre, Dr. John Keyston, Executive Assistant to Dr. W. G. Schneider, President of NRC, and Henriot Mayer, Superintendent of Translations, Secretary of State Department, Ottawa.

une traduction de très faible qualité où seuls les spécialistes pourraient s'y reconnaître, mais nous sommes encore très loin des traductions automatiques de haute qualité.

Le but du Conseil n'est donc pas d'obtenir une parfaite traduction mécanique (n'ayant besoin ni de traducteurs ni de rédacteurs) mais tout simplement de savoir dans quelle mesure la traduction mécanique et en particulier la compilation électronique de données peuvent servir aux traducteurs ou aux rédacteurs unilingues possédant une certaine connaissance de l'autre langue et de la matière à l'étude.

Le mode d'action adopté à l'Université de Montréal est assez détaché, car il s'inspire de la connaissance de la structure des langues et de la science linguistique. Le projet de l'Université de Saskatchewan est moins complexe et repose principalement sur des points tels que la fréquence statistique des divers ordres dans lesquels se rencontrent les parties du discours dans l'em-

ploi normal de la langue. Bien que ces deux façons d'aborder le problème diffèrent, les points satisfaisants de chacune peuvent être adaptés à l'autre assez heureusement.

L'appréciation définitive du système de traduction mécanique dépendra et de la quantité des mots traduits par une personne secondée par une machine, comparée à celle traduite par une personne sans assistance mécanique, et le coût respectif des deux méthodes.

Le travail soutenu de recherches est dirigé par un comité inter-services restreint composé des représentants de l'Imprimerie fédérale, du Bureau des traductions, et du Conseil national de recherches du Canada. Au symposium annuel les délégués des divers programmes résument leurs activités et les progrès réalisés, ce qui suscite des discussions, des analyses critiques et des suggestions valables.

Bien que nous soyons loin de la traduction automatique intégrale de

haute qualité, la situation s'améliore avec la mise au point de la technique cybernétique. A mesure que se perfectionne l'ordinateur, et surtout à mesure que l'on réduit les frais de l'emmagasinement de la matière à traduire, la possibilité d'éliminer un à un les problèmes posés par la traduction mécanique se fait de plus en plus grande. A présent, l'on ne saurait dire jusqu'où iront les progrès technologiques dans la conception et la fabrication de l'ordinateur, et les possibilités de perfectionnement de la traduction mécanique sont donc imprévisibles.

On peut donc croire que le travail sur la traduction mécanique des langues se poursuivra sans doute presque indéfiniment dans maints pays. Etant donné que notre pays doit s'intéresser de plus en plus au problème de traduction, il est probable que les études dans ce domaine se poursuivront longtemps, la cadence de l'effort pouvant bien se modifier de temps à autre selon les exigences du moment.

new use for reverse osmosis

Reverse osmosis, a process for separating any substance in liquid or gaseous solution, may help reduce the costs of producing maple syrup. In the not-too-distant future, it may also play an important role in water pollution control, water renovation, water purification and waste reclamation

A major economic factor in conventional methods for the production of maple syrup is the cost of fuel. In order to obtain one gallon of syrup, water must be removed by heating processes from 30 gallons of sap.

Chemical engineers at the National Research Council of Canada have undertaken a research project to determine whether these high fuel costs can be reduced substantially with a process known as reverse osmosis. If this method proves to be practical, it will represent a major saving for tree farm operators in Eastern Canada whose production last year amounted to 2,706,000 gallons of maple syrup valued at about \$11,500,000.

W. S. Peterson of the Chemical Engineering Section of NRC's Division of Applied Chemistry, is currently experimenting with maple sap using a reverse osmosis cell. With this arrangement, heating costs per gallon have been reduced from approximately 50 cents to five cents.

Reverse osmosis is a technique originally developed to purify sea water. In principle, it can be used to separate any substance in liquid or gaseous solution. Essentially, it involves the use of a porous membrane whose chemical nature can be made such that it has a

preferential attraction for the solvent and a similar repulsion for the solute in a solution.

In Mr. Peterson's experiments, sap under 1,500 pounds pressure was forced past the surface of the membrane held inside a stainless steel pressure chamber. Water is forced preferentially by pressure through holes measuring in the neighborhood of a few hundred millionths of a centimeter in diameter. The chamber has two separate outlets, one for the water and the other for the concentrated sap or syrup.

By this method, 75 to 90 per cent of the water is removed from the tree sap. The remainder must still be boiled away since maple sugar producers have found that the maple syrup flavor is imparted through the boiling process.

Although the heating costs can be reduced 10-fold using present reverse osmosis technology, the process is still not economical for use by small-scale syrup producers, according to Mr. Peterson.

While the membrane itself can be purchased for as little as 20 cents per square foot, the cost of the membrane in a spiral module form — the form most favored in the maple sap industry — runs about \$5 a square foot. A major processor has estimated that this

cost of fabrication would have to drop to about \$1 a square foot in order to make reverse osmosis economical to use with maple sap.

In his experiment, Mr. Peterson uses the Loeb-Sourirajan type of porous cellulose acetate membrane. This type developed from the pioneering work of Dr. Srinivasa Sourirajan of the Chemical Engineering Section.

EARLY WORK IN U.S.

Dr. Sourirajan first started work on the reverse osmosis process in 1956 at the University of California. He has continued to expand the scope of the process since joining NRC in 1961.

In his initial experiments involving removal of salt from sea water at the University of California, Dr. Sourirajan obtained only a few drops of water a day from a square foot of membrane. In 1958, he was joined by Dr. Sidney Loeb and within two years had developed the process to the point where it was capable of desalting sea water at a rate of five to ten gallons per day per square foot of membrane.

After joining NRC, Dr. Sourirajan made further improvements to the technique and increased the potable water yield from sea water to 25 gallons daily. A similar advance has also been achieved in the United States.



This work has led to the setting up of pilot plants for brackish water conversion in the U.S. Several have capacities for production of up to 10,000 gallons daily and 50,000-gallon plants using the Loeb-Sourirajan type membrane are being built.

Dr. Sourirajan foresees a wide variety of uses for the process, notably desalination, water pollution control, water renovation, water purification, waste reclamation, concentration of aqueous sugar solutions and separation of liquid hydrocarbon mixtures.

While he feels Canada may not have any pressing need for desalinating plants, it does have pressing water pollution problems, notably with the Great Lakes and rivers that flow through metropolitan areas. And he feels that it is here that the reverse osmosis process will eventually have one of its greatest impacts.

HARD WATER APPLICATIONS

Dr. Sourirajan, working with A. R. Hauck of the City of Ottawa Pollution Control Centre, recently completed a study of the performance of several typical Loeb-Sourirajan-type membranes for the treatment of hard waters, polluted waters and sewage waters.

The treatment of hard waters is of special concern to municipal and industrial water users. Hard water requires much soap before a lather is formed. It also deposits sludge or incrustations on surfaces with which it comes in contact and in vessels and boilers in which it is heated.

The responsible substances are calcium and magnesium ions and to a lesser extent (because of their normally smaller concentrations), those of iron, manganese, strontium and aluminum.

For waters containing 300 to 800 parts per million of these substances, it was shown possible to obtain waters containing two parts per million or less.

This, says Dr. Sourirajan, indicates that his membranes can be successfully used for the treatment of industrial and natural hard waters to give product waters of acceptable quality for domestic use as well as for high pressure boiler systems.

In municipal and industrial water supplies, the presence of excessive amounts of nitrates, borates, fluorides, chlorides, phosphates, alkyl benzene sulfonates and ammonium ions are usually regarded as pollutants.

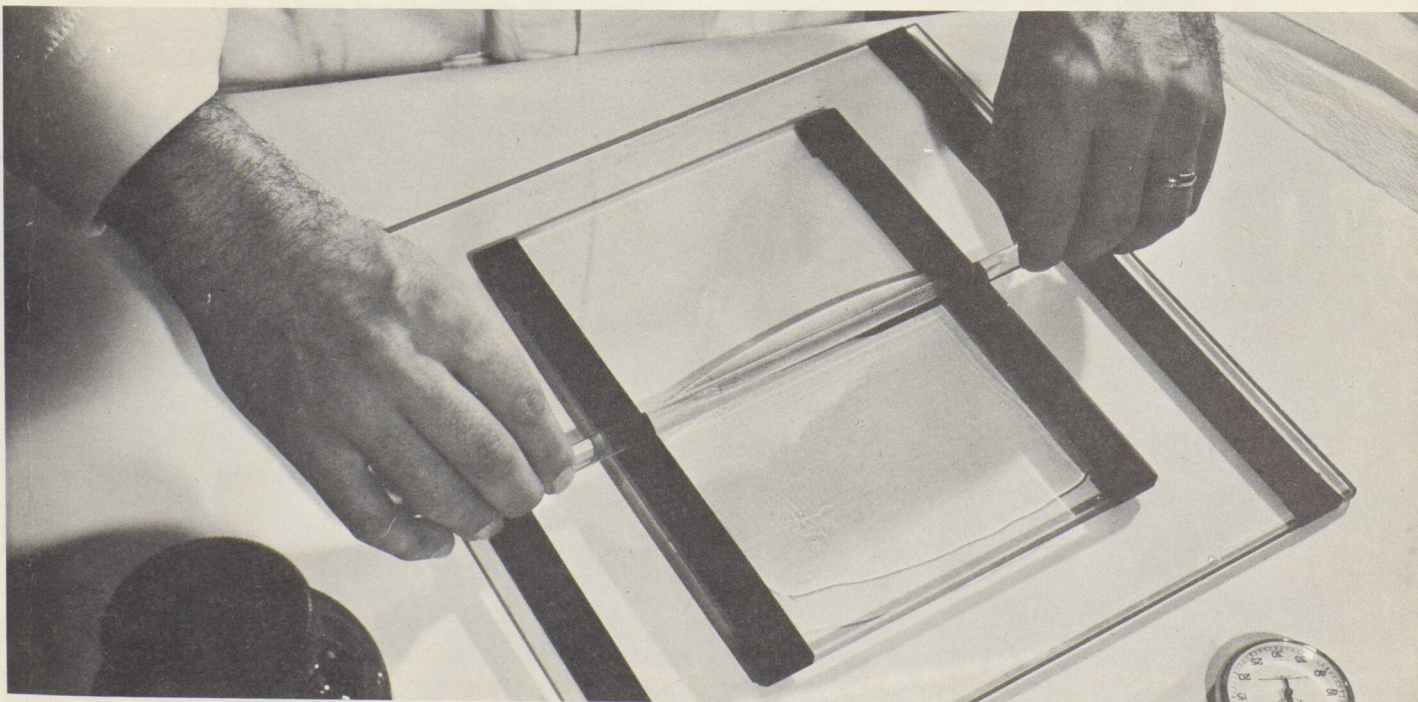
The pretreatment of water for the removal of excesses of such pollutants

may be necessary in many water supply systems. Dr. Sourirajan says that, by the appropriate choice of the porosity of the membrane, practically any degree of solute separation can be obtained. He believes the data compiled in the work with the reverse osmosis process are significant enough for consideration of the process for practical industrial applications.

Experiments with samples of raw sewage water, obtained from the city of Ottawa's primary sewage treatment plant, indicated that reverse osmosis was capable of offering an effective and economical means of upgrading sewage water to a quality suitable for almost all water uses.

Present primary and secondary sewage treatment facilities have as their objective the removal of organic material and suspended solids. These treatments are not designed to remove nitrates, phosphates or the non-biodegradable surface active agents (e.g. detergents). The removal of the latter would be the objective of tertiary sewage treatment facilities not in extensive use today.

Dr. Sourirajan says reverse osmosis can effectively take the place of tertiary and in some cases, of tertiary and secondary treatment facilities.

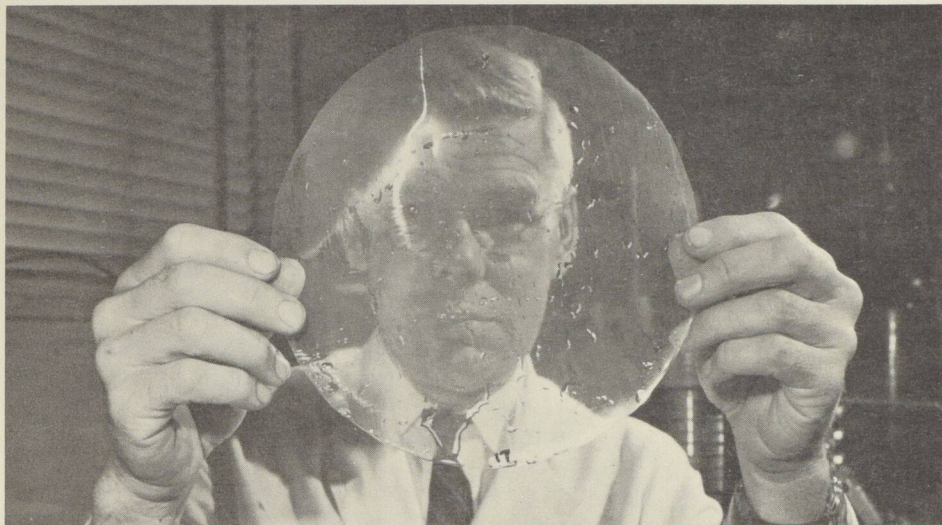


The porous cellulose acetate membranes used in the reverse osmosis are manufactured in Dr. Sourirajan's laboratory.

Membrane poreuse d'acétate de cellulose pour l'osmose inversée. Les membranes sont fabriquées au laboratoire de M. Sourirajan.

nouvelles utilisations de l'osmose inversée

L'osmose inversée, moyen efficace de séparer des substances dissoutes dans une solution liquide ou gazeuse, peut fort bien aider à réduire les frais de la production de sirop d'érable. Ce procédé pourrait aussi jouer un rôle important dans le traitement et la purification des eaux calcaires, des eaux polluées et des eaux vanes



M. Peterson examine une des membranes poreuses utilisées lors des études sur l'osmose inversée.

Lors de la production du sirop d'érable, le prix du combustible se révèle un des facteurs économiques les plus importants. En effet, il faut faire évaporer l'eau de trente gallons de sève avant d'obtenir un gallon de sirop.

Les ingénieurs chimistes du Conseil national de recherches du Canada étudient actuellement un procédé, appelé osmose inversée (à rebours sous pression), afin de savoir notamment s'il pourrait réduire substantiellement le coût de production du sirop d'érable. C'est un projet important car l'an dernier, les producteurs de l'Est du Canada ont préparé 2,706,000 gallons de sirop d'érable, d'une valeur d'environ \$11,500,000.

W. S. Peterson, de la Section du génie chimique, Division de la chimie appliquée du Conseil national de recherches du Canada, procède actuellement à des expériences à base de cellulose pour l'osmose inversée permettant d'abaisser le coût d'évaporation de la sève d'érable de cinquante cents le gallon à environ cinq cents.

L'osmose inversée est une technique qui a été mise au point d'abord pour purifier l'eau de mer. En principe, elle peut servir à la séparation de toute substance contenue dans une solution liquide ou gazeuse. Cette technique comporte essentiellement l'utilisation d'une membrane poreuse dont la com-

position chimique peut après traitement attirer le solvant et, en même temps, repousser la substance dissoute.

Dans les expériences effectuées par M. Peterson, de la sève d'érable a été forcée, sous pression de 1,500 lb, à travers la face d'une membrane disposée à l'intérieur d'une chambre de pression en acier inoxydable. L'eau est poussée, d'abord, sous pression, à travers des ouvertures ayant un diamètre d'environ quelques cents millièmes de centimètre. La chambre comporte deux sorties distinctes, l'une pour l'eau et l'autre pour le concentré de sève ou de sirop.

L'on enlèvera ainsi de 75 à 90 pour cent de l'eau dans la sève, le restant devant être enlevé par évaporation, car selon les producteurs, la saveur du sirop vient avec l'ébullition.

Bien que la technique actuelle de l'osmose inversée puisse abaisser de dix fois le coût d'évaporation, son utilisation, d'après M. Peterson, n'est pas encore économique pour le petit producteur.

La membrane utilisée ne coûte que vingt cents le pied carré, mais le coût de la membrane du module en spirale, soit la forme préférée dans l'industrie érablière, est d'environ cinq dollars le pied carré. D'après un important producteur, pour que ce procédé soit économique il faudrait en réduire le coût

de fabrication à environ un dollar le pied carré.

Dans ses expériences, M. Peterson utilise une membrane poreuse d'acétate de cellulose du type Loeb-Sourirajan, mise au point à la suite des travaux expérimentaux du D^r Srinivasa Sourirajan, de la Division du génie chimique.

DEBUT AUX ETATS-UNIS

C'est en 1956 que le D^r Sourirajan amorça ses travaux en osmose inversée à l'Université de Californie, et il a continué d'étendre le champ de ces recherches depuis son entrée au Conseil, en 1961.

Dans ses premiers travaux sur la dessalaison de l'eau de mer, à l'Université de Californie, le D^r Sourirajan n'obtenait, à l'aide d'une membrane d'un pied carré, que quelques gouttes d'eau douce par jour. En 1958, le D^r Sydney Loeb se joignit à lui et, en deux ans, le procédé de dessalaison fut développé et l'on obtint jusqu'à cinq à dix gallons d'eau dessalée par jour au pied carré de membrane.

Une fois au Conseil, le D^r Sourirajan améliora davantage sa technique ce qui permettait de récupérer de l'eau de mer jusqu'à 25 gallons par jour d'eau potable. Des progrès correspondants ont aussi été enregistrés aux Etats-Unis.

Ces travaux ont permis l'implantation aux Etats-Unis d'usines-pilotes qui traitent l'eau saumâtre; plusieurs produisent 10,000 gallons d'eau par jour. Des usines, à base de membrane du type Loeb-Sourirajan et capables d'une production quotidienne de 50,000 gallons sont en construction.

AUTRE APPLICATION: LES EAUX CALCAIRES

Le D^r Sourirajan prévoit de multiples applications de cette technique, notamment dans la dessalaison de l'eau de mer, le contrôle de la pollution des eaux, la régénération, la purification et la récupération des eaux, la concentration de solutions aqueuses sucrées, et la séparation de mélanges liquides d'hydrocarbures.

Si le Canada n'éprouve pas de besoin immédiat d'usines de dessalaison, il fait face cependant à un urgent problème de pollution des eaux, notamment des Grands Lacs et les rivières qui traversent les régions métropolitaines et d'après le D^r Sourirajan c'est dans ce domaine que la technique de l'osmose inversée jouera le plus grand rôle.

En collaboration avec A. R. Hauck, du Centre municipal d'Ottawa de contrôle de la pollution des eaux, le D^r Sourirajan a complété récemment une étude sur l'efficacité de divers genres de membranes typiques Loeb-Sourirajan

dans le traitement des eaux calcaires, des eaux polluées et des eaux vannes.

Le traitement des eaux calcaires intéresse surtout les usagers d'eau dans les municipalités et l'industrie. Pour obtenir de la mousse avec les eaux calcaires il faut beaucoup plus de savon, en outre, ces eaux laissent de plus forts dépôts ou incrustations à la surface des objets avec lesquels elles viennent en contact ainsi que dans les récipients et les chaudières à haute pression où ces eaux sont en ébullition.

Les substances responsables de ces conditions sont les ions du calcium et de la magnésie et, à un degré moindre (en raison de leurs concentrations normalement plus faibles) ceux du fer, du manganèse, du strontium et de l'aluminium.

En partant des eaux contenant ces substances à raison de 300 à 800 ppm (parties par million), il a été possible de réduire ce niveau à 2 ppm.

Selon le D^r Sourirajan, les membranes peuvent donc servir efficacement à purifier les eaux calcaires, qu'elles soient d'origine naturelle ou industrielle, permettant ainsi leur emploi non seulement dans les chaudières à haute pression mais aussi à la maison.

Des quantités excessives de nitrates, borates, fluorures, chlorures, phosphates, des alkyl benzène sulfonates et d'ions d'aluminium dans l'approvisionnement municipal ou industriel d'eau

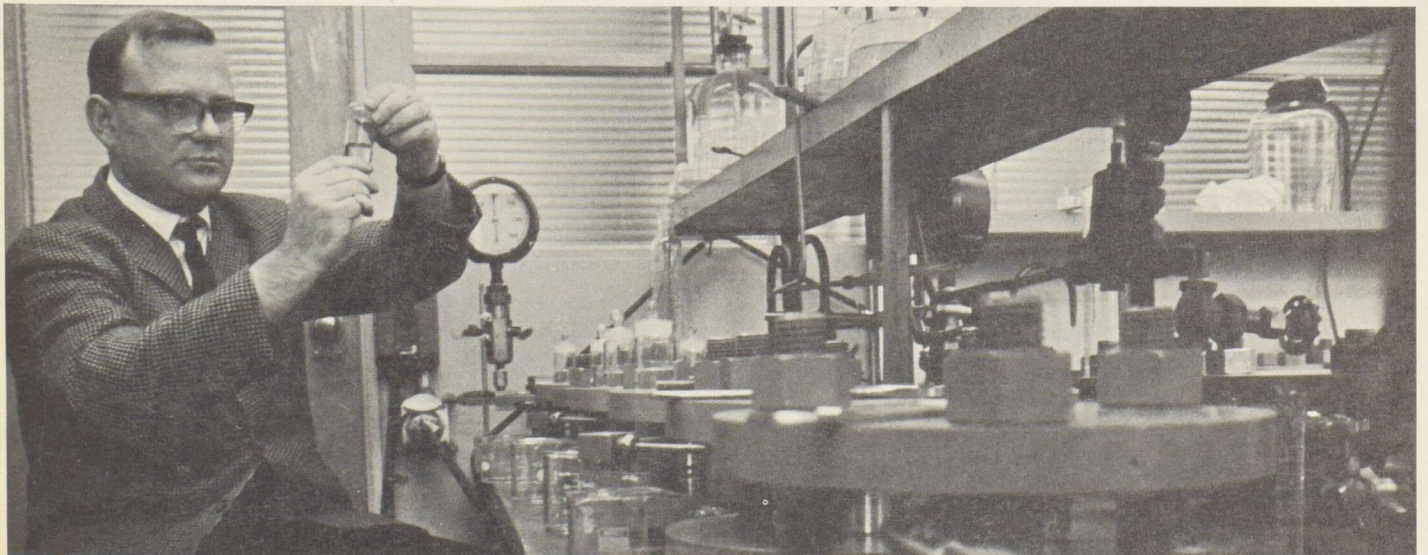
sont généralement reconnues comme polluantes.

Le traitement préalable en vue de réprimer de tels polluants dans l'eau pourrait s'imposer dans le cas de nombreux systèmes d'approvisionnement d'eau. Grâce à la porosité appropriée de la membrane, déclare le D^r Sourirajan, la séparation de la matière dissoute au degré voulu est possible, et il considère que d'après ses données l'osmose inversée peut s'utiliser dans des opérations industrielles pratiques.

Les résultats d'expériences à l'aide d'échantillons d'eaux vannes brutes puisées dans l'usine d'épuration primaire d'Ottawa démontrent que l'osmose inversée offre un moyen pratique et économique de purifier ces eaux à un degré qui satisfait à presque toutes les exigences d'emploi.

Le but des systèmes actuels primaires et secondaires de traitement des eaux vannes est la suppression des matières organiques et des solides en suspension, mais ces traitements ne visent pas à supprimer les nitrates, phosphates et détergents (agents actifs de surface). La suppression de ces derniers ferait l'objet de traitements tertiaires des eaux vannes qui ne sont pas encore largement utilisés de nos jours.

L'osmose inversée, déclare le D^r Sourirajan, peut remplacer efficacement les facilités tertiaires de traitement des eaux et, dans certains cas, même les facilités secondaires.



M. Hauck, du Centre de contrôle de la pollution des eaux à Ottawa, en train d'examiner les eaux purifiées grâce aux membranes mises au point par M. Sourirajan.

Mr. Hauck of the City of Ottawa Pollution Control Centre examines sewage water that has been treated by passing it through a membrane developed by Dr. Sourirajan.

radar for hail storm studies

Scientists hope that these studies in Alberta will lead to the development of practical hail suppression techniques

Severe hail storms cause millions of dollars worth of damage to crops in Canada each year. Crops most affected include tobacco in Ontario and grain in Saskatchewan and Alberta. Damage in Alberta alone in 1966 was some \$3,000,000.

In 1956, studies were launched in Alberta in an effort to determine the causes and behavior of hailstorms. The aim of this work is to find practical methods of protecting crops from hailstone devastation, and reduce the annual damage bill.

The research is being conducted by the Alberta Hail Studies Group of the Research Council of Alberta and is supported by the National Research Council of Canada and the Department

of Transport. The Stormy Weather Group at McGill University, Montreal, also is participating in the studies.

The key piece of research equipment being used by the Hail Studies Group is a weather radar designed by NRC's Radio and Electrical Engineering Division. It is the most sophisticated weather radar currently in use in North America for the detection and study of hail storms.

The radar is the primary tool in hail studies because of the elusive nature of weather and the impossibility of bringing it into a laboratory.

The area under intensive study annually by the Hail Studies Group extends from Leduc south to High River, and out from the foothills to a Hanna-Viking line. The project headquarters are located just south of Red Deer near the centre of the 22,000 square-mile study area.

NRC initially provided a low-power, 20 kilowatt, 3-centimeter radar. This

small set was used until the fall of 1966. It had many shortcomings, particularly in the field of storm penetration, since the 3-centimeter wavelength is excessively attenuated by moisture.

NEW RADAR BUILT

In the spring of 1967, these shortcomings were overcome with the acquisition by NRC's Radio and Electrical Engineering Division of a 450-kilowatt, 10-centimeter search and tracking radar. This set was completely redesigned by Adam Hood of the Navigational Aids Section to make it possible for scientists to obtain detailed pictures of a hail storm's internal structure. The set, which employs a novel antenna developed by Dr. G. C. McCormick of the Antenna Engineering Section, has good storm penetrating power, and provides an operational range of 100 miles, with a maximum storm detection limit of 150 miles. Simultaneous time-lapse stereo cloud



Severe hail storms like this one building up in southern Alberta can cause heavy damage to crops.

Le ciel annonce l'orage dans la partie sud de l'Alberta. Les forts orages accompagnés de grêle causent des dommages sérieux à la récolte.

photography gives a record of the external development and appearance of the clouds. As the echoes are tracked on the radar, mobile units are directed by radio into the storm vicinity. Two units are equipped to measure rain and hail fall rates and collect precipitation samples for later laboratory study.

The radar's special variable polarization equipment and displays make it a unique weather radar. The polarization equipment, which became operational last summer, provides for transmission and reception of a variable polarized beam that may enable hail studies scientists to detect the presence of irregularly shaped ice formations which occur within storms. This should permit a good distinction between round, smooth raindrops and non-round, rough hail stones.

SUPPORTING RESEARCH

Four other research groups worked with the hail project last year. The

Saskatchewan Research Council set up electronic equipment in the Lacombe area to measure the electric field in the atmosphere, and to count the number of lightning discharges as storms passed overhead.

A team from the University of Wyoming brought a specially instrumented Twin Beach aircraft to Alberta and spent many hours flying under severe storms, taking measurements of air and moisture flow into the base of clouds. The aircraft penetrated several small growing cumulus clouds to collect and count cloud droplets and ice crystals. Survey flights were also made to measure the number of ice nuclei and the sulphur dioxide concentrations within parts of the project area.

A meteorological research T-33 jet aircraft from NRC's National Aeronautical Establishment, spent several days measuring winds and turbulence up to heights of 30,000 feet around storms. Two experiments were per-

formed in conjunction with chemists from the Desert Research Institute at the University of Nevada. Small amounts of silver iodide and indium hydroxide were released from an aircraft into the updraft area of two storms. Rain samples were collected downwind between 30 and 90 minutes later. The amount of these chemicals will be determined in each sample. The analysis of these experiments should give further insight into the rain-forming process in clouds.

Some 25,000 farmers in the main study area, together with an additional 10,000 in the area south of Calgary, provide data on where, when, and how much hail falls. These reports are then correlated with the display received on the radar. About 35,000 such reports have been received in the project's history. As a result, more is now known about the climatology of hail in Central Alberta than anywhere else in the world.



Crop damage like this costs Canadian farmers millions of dollars annually.

La grêle coûte cher aux canadiens. Les dommages à la récolte se chiffrent par millions de dollars chaque année.

un radar special facilite l'étude des orages de grêle

Au Canada, tous les ans des millions de dollars se perdent à cause de violents orages de grêle qui frappent les récoltes, en particulier le tabac en Ontario et le blé en Saskatchewan et en Alberta. Ces pertes pour l'Alberta seule se sont élevées en 1966 à environ \$3,000,000.

Afin de déterminer l'origine et le comportement de ces orages, des études furent commencées en 1956 dans la province de l'Alberta. Elles visent à trouver des moyens pratiques pour protéger les récoltes et réduire les frais occasionnés par la grêle.

Ces recherches sont dirigées par le Conseil de la recherche de l'Alberta, secondé par le Conseil national de recherches du Canada, le ministère des Transports et le *Stormy Weather Group* (Groupe d'étude du mauvais temps) de l'Université McGill.

La pièce maîtresse de l'équipement est un radar conçu par la Division de radiotechnique et d'électrotechnique du Conseil national de recherches. C'est le radar le plus précis qui soit en service en Amérique du Nord pour détecter et étudier les orages de grêle.

Le radar est l'instrument essentiel des études sur la grêle à cause de l'instabilité naturelle de la température et de l'impossibilité de l'étudier en laboratoire.

L'aire à l'étude chaque année s'étend de Leduc à High River, au sud, et du pied des montagnes à la démarcation Hanna-Viking. Le siège des opérations est tout juste au sud de la ville de Red Deer, soit pratiquement au centre de la région de 22,000 milles carrés à l'étude.

Au début, le Conseil national a fourni une installation radar (longueur d'onde: 3 centimètres) à faible puissance de 20 kilowatts utilisée jusqu'à l'automne 1966. On l'abandonna en raison de ses nombreuses faiblesses, notamment sous le rapport de la pénétration par mauvais temps, la longueur d'onde étant fortement atténuée par le degré d'humidité.

PLACE AU NOUVEAU RADAR

Ces faiblesses furent cependant surmontées au printemps de 1967 par l'acquisition, de la part de la Division de radiotechnique et d'électrotechnique, d'un radar de recherches et de repérage (longueur d'onde: 10 centimètres) à 450 kilowatts, complètement

Les études effectuées en Alberta pourraient contribuer à combattre les orages de grêle et ainsi prévenir les dégâts causés par ceux-ci



Radar-détecteur de grêle, mis au point au Conseil à Ottawa. Le radar mesure 22 pieds de diamètre.

The 22-foot diameter tracking radar developed for the hail studies during initial tests at NRC's Montreal Road site in Ottawa.

renové par Adam Hood, de la Section des dispositifs actifs de navigation, permettant aux chercheurs d'obtenir des images détaillées de la structure interne de l'orage étudié.

L'équipement, utilisant une nouvelle antenne mise au point par le Dr G. C. McCormick, de la Section de technique des antennes, peut bien pénétrer les orages et a un rayon d'action de 100

milles. En outre il peut détecter les orages éloignés jusqu'à 150 milles. Un système de stéréo-photographie simultanée à retardement permet d'obtenir une documentation sur la transformation externe et la forme des nuages. A mesure que les échos sont relevés au radar, des unités mobiles sont orientées par radio à proximité de l'orage. Deux de ces unités sont équipées de façon

à mesurer la chute de pluie et de grêle ainsi qu'à recueillir des échantillons de précipitations pour examen ultérieur en laboratoire.

L'équipement spécial de polarisation variable et de manifestations radioélectriques de ce radar en fait un instrument météorologique unique en son genre. L'équipement de polarisation, mis en service l'été dernier, assure la transmission et la réception d'un rayon

polarisé variable permettant aux spécialistes de relever la présence de formations irrégulières de glace dans les nuages, ce qui permet de distinguer assez facilement les grains de pluie ronds et lisses des grêlons rugueux et difformes.

RECHERCHES EN EQUIPE

Quatre autres groupes de recherches se sont intéressés l'an dernier au pro-

jet touchant la grêle. Le Conseil de recherches de Saskatchewan a monté, dans la région de Lacombe, un appareillage destiné à mesurer le champ électrique dans l'atmosphère et à dénombrer les décharges électriques au passage des orages.

Une équipe de l'Université de Wyoming a utilisé en Alberta un avion *Twin Beach*, équipé pour la recherche, qui effectua de nombreuses heures de vol par gros orages afin de mesurer les courants d'air et l'humidité à la base des nuages.

L'avion pénétra plusieurs petits nuages cumulus en voie d'expansion afin d'y recueillir et de dénombrer les gouttelettes d'eau et cristaux de glace.

Il effectua aussi des vols expérimentaux afin de mesurer le nombre de noyaux de glace et la concentration de dioxyde de soufre dans des secteurs de l'aire expérimentale.

Un avion à réaction, équipé pour la recherche météorologique, le T-33, de l'Etablissement aéronautique national du Conseil national de recherches a passé plusieurs jours à mesurer les vents et la turbulence près des orages, jusqu'à 30,000 pieds d'altitude.

Deux expériences ont été conduites en collaboration avec des chimistes de l'Institut de recherches sur les régions désertiques, de l'Université du Nevada. De faibles quantités d'iodure d'argent et d'hydroxyde d'indium furent semées par avion dans le courant ascendant d'air à proximité de deux orages, et des échantillons de pluie chariés par le vent furent recueillis de 30 à 90 minutes plus tard. La quantité de ces deux produits chimiques dans chaque échantillon sera déterminée ultérieurement, et les résultats de cette expérience devraient faire mieux connaître le procédé de formation de la pluie dans les nuages.

Quelque 25,000 cultivateurs dans l'aire expérimentale, ainsi que 10,000 autres dans une zone au sud de Calgary, fournissent des renseignements sur le lieu, la périodicité et le volume des chutes de grêle, renseignements qui sont ensuite étudiés en corrélation avec les constatations fournies par le radar. Depuis le lancement de cette étude, quelque 35,000 rapports ont ainsi été obtenus, et, par conséquent, c'est en Alberta centrale qu'on est le mieux renseigné que partout au monde sur la climatologie de la grêle.



Le radar, situé maintenant à la base militaire près de Penhold en Alberta, peut pénétrer les orages pour y détecter la grêle.

The radar, now located at the Alberta Hail Studies Centre at the Canadian Forces Base near Penhold, scans storm clouds for signs of hail.

bird flight physiology study

The expenditure of energy by birds in flight may be among the highest of energy capabilities in the animal kingdom. The heart beat also is remarkably high — 20 beats per second compared with three per second in man during heavy work

A team of biologists and engineers at the National Research Council of Canada has completed a five-year study of bird flight physiology. Their work has helped to unravel some of the mysteries of bird flight which have baffled scientists for decades.

The studies, undertaken by biologists in NRC's Division of Biology and engineers in the Radio and Electrical Engineering Division, exemplify the degree of collaboration which exists among NRC scientists.

Dr. J. S. Hart, Head of the Animal Physiology Section of the Division of Biology was in charge of the physiological studies. O. Z. Roy of the Medical Electronics Section of REED developed the sophisticated telemetric equipment used in the experiments.

The work, stimulated by NRC's Associate Committee on Bird Hazards to Aircraft, produced new information on breathing, body temperature regulation and metabolism in flight. Transmitters weighing less than an ounce carried on the backs of homing pigeons, ducks, gulls and other birds, monitored information on breathing, wing beats, heart rates and other events during flight, which was recorded by transducers placed in a rubber mask over the beak or on various parts of the body. A long nylon fishing line attached to a harness on the bird was used to prevent its escape and pull it down to earth after each test.

Dr. Hart says that answers were sought on three main questions. Is breathing during flight co-ordinated with wing action? How much does body temperature, metabolism and heart activity increase during flight? How is the heat production lost — through evaporation of water from the lungs and air sacs or mostly by air convection through the feathers?

Measurement of body temperature, done for the first time in free flight of

pigeons, showed that the normally high temperatures of these birds were elevated even more during flight to a record level of 113 degrees Fahrenheit, compared with a maximum of about 104 degrees Fahrenheit in man during heavy exercise. The body temperature of a pigeon at rest is 107 degrees Fahrenheit.

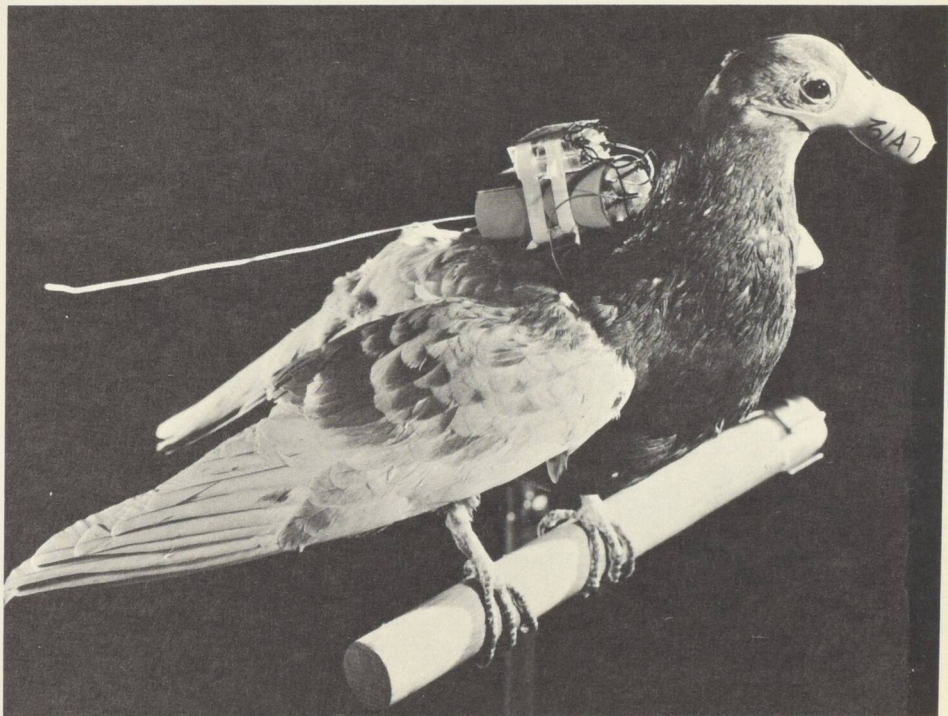
In the pigeon and in the crow, it was found that breathing and wing beats were perfectly co-ordinated, with inspiration (inhalation) occurring always on the upstroke of the wing, but in most species wing action was much faster than breathing. Basically the two functions are independent, which provides a basis for interrupted song during flight, but there was usually a co-ordination ranging from three to five wing strokes per breath.

Measurements of lung ventilation and oxygen content of the air exhaled from the mask gave very high estimates of heat production in flight. This ranged from 12 to 15 times basal (the rate at which heat is given off by an organism at complete rest) and was equivalent to near maximal increases in well trained animals during heavy exercise. Dr. Hart says that "the expenditure of energy in flight might be

among the highest of energy capabilities in the animal kingdom."

The heart frequency in flight is remarkably high with rates up to 20 beats per second in small birds compared with three per second in man during heavy work. From the oxygen consumption and heart rate, it is estimated that a small bird would circulate at least twice its weight of blood every minute.

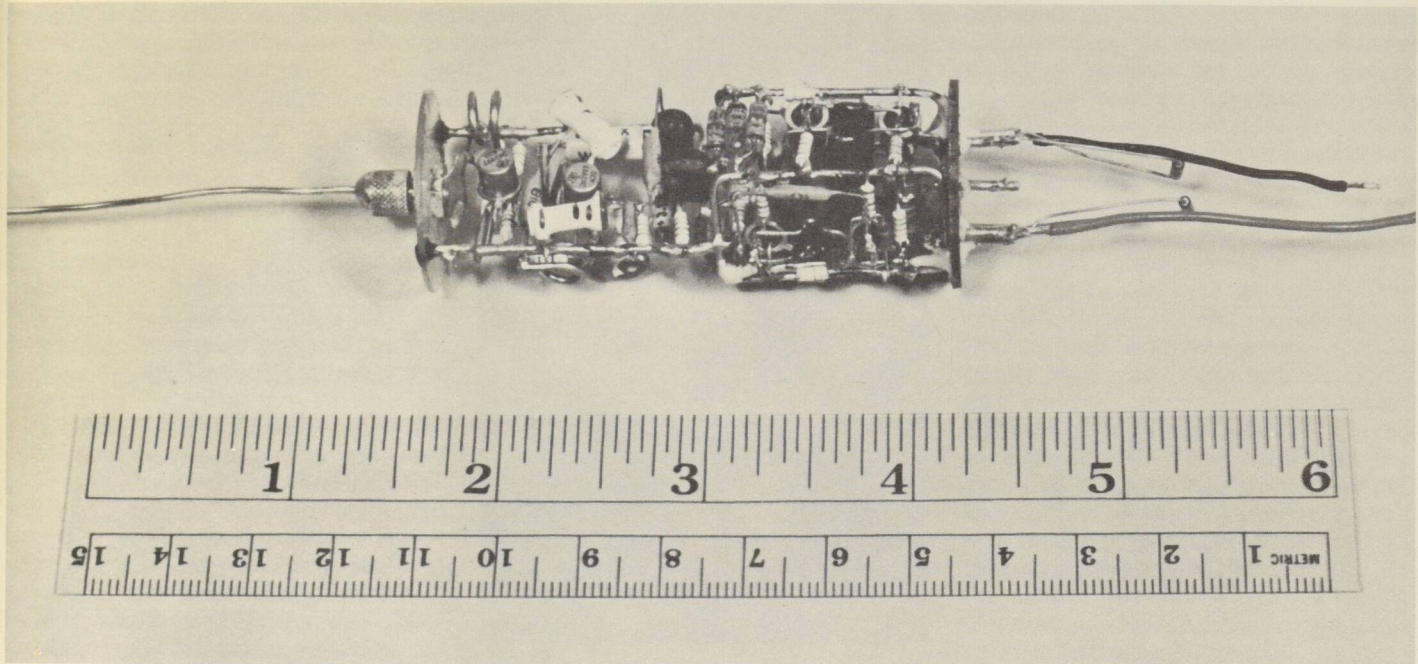
With the high energy expenditure, the heat dissipation during flight becomes a problem, particularly under warm conditions. Contrary to older theories it was found that about 85 per cent of this heat is lost by convection. In other words, it is dissipated mainly by air cooling through the feathers rather than water cooling; by evaporation from lungs and the many air sacs in the bird's body. This has the advantage of greatly reducing dehydration in long migratory flights, but raises the problem of how this is accomplished in a heavily feathered bird. The results of these studies indicate that heat loss must be so precisely regulated in flight that it is relatively independent of environment temperature. How this is accomplished is still a mystery.



One of the instrumented pigeons used in the bird flight study.

Utilisation du pigeon dans l'étude du vol des oiseaux.

étude sur la physiologie des oiseaux pendant le vol



Eléments de l'émetteur ayant 1¾ pouces de long.

Working parts of the lightweight transmitters which are about 1¾ inches in length.

L'énergie dépensée par les oiseaux peut être parmi les plus grandes sources d'énergie dans le monde des animaux. Le nombre de pulsations chez les oiseaux en plein vol peut atteindre jusqu'à 20 par seconde contre trois battements de coeur par seconde chez l'homme effectuant un travail de force

Une équipe de biologistes et d'ingénieurs du Conseil national de recherches du Canada vient de compléter une étude de cinq ans sur la physiologie des oiseaux, pendant leur vol. Ces travaux ont contribué à percer certains mystères du vol qui intriguaient les chercheurs depuis des décennies.

Ces travaux, effectués par des biologistes de la Division des sciences biologiques ainsi que par des ingénieurs de la Division de radiotechnique et d'électrotechnique, ont fait ressortir l'esprit de collaboration qui existe chez les chercheurs du Conseil.

Le D^r J. S. Hart, de la Section de physiologie animale de la Division des sciences biologiques, et M. O. Z. Roy, de la Section de l'électrotechnique, Division de radiotechnique et d'électrotechnique, ont mis au point l'équipement télémétrique complexe utilisé pour ces expériences.

Ces initiatives, encouragées fortement par le Comité associé du Conseil sur le péril aviaire en aviation, ont fourni une nouvelle documentation sur la respiration, le métabolisme et le contrôle de la température des oiseaux en vol. Des transmetteurs pesant moins d'une once et fixés au dos de pigeons voyageurs, de canards et autres oiseaux ont enregistré et transmis des renseignements sur la respiration, les

battements d'ailes, les pulsations cardiaques et autres mouvements en cours de vol, renseignements enregistrés par transducteurs intégrés à des capuchons de caoutchouc sur le bec ou diverses autres parties du corps. Un long fil de nylon fixé à un harnais attaché à l'oiseau empêchait celui-ci de s'évader et permettait de le ramener à terre à la fin de chaque test.

Le but visé, d'après le D^r Hart, était d'obtenir réponse à chacune des trois questions fondamentales suivantes: existe-t-il durant le vol coordination entre la respiration et le mouvement des ailes? dans quelle mesure la température du corps, le métabolisme et l'activité cardiaque augmentent-ils durant le vol? comment se perd la chaleur produite — par évaporation de l'eau contenue dans les poumons et poches d'air, ou principalement par convection d'air par le plumage?

La détermination des températures du corps, obtenue chez le pigeon pour la première fois pendant le vol libre, a démontré que les températures normalement élevées de cet oiseau montaient au cours du vol, pour atteindre jusqu'à 113° Fahrenheit, comparativement à la température maximale d'environ 104° F chez l'homme qui effectue un travail de force. La température du pigeon au repos est de 107° F.



Poste d'écoute servant à l'étude du vol des oiseaux.

Ground receiving station used in the tests.

Espèce (classée par grosseur) Species (in order of size)	Pulsations du cœur par seconde Heartbeats per second		Respirations par minute Breaths per minute		Battements d'ailes par seconde Wing beats per second	Température du corps (°C) Body temperature (°C)	
	Repos Rest	Effort soutenu Exertion	Repos Rest	Effort soutenu Exertion		Repos Rest	Effort soutenu Exertion
Mésange à tête noire Chickadee	10	17*	90	300*	20		
Pigeon Pigeon	2.8	9.3*	26	420*	7	42.5	45*
Chien Dog	2	5	16	45		38	41
Homme Man	1	3	12	40		37	40
Cheval Horse	0.5	4	12			37.7	
Eléphant Elephant	0.6		5			36.2	

* Pendant le vol ou peu après — In flight or immediately after landing

Dans le cas du pigeon et de la corneille, on a découvert que la respiration et le battement des ailes sont parfaitement coordonnés, l'inspiration (inhalation) s'effectuant toujours lors du mouvement ascendant de l'aile. Chez les autres oiseaux le mouvement des ailes est, le plus souvent, beaucoup plus rapide que la respiration. Essentiellement, les deux fonctions sont indépendantes, ce qui expliquerait l'interruption du chant durant le vol, quoiqu'il y ait ordinairement coordination variant de trois à cinq battements d'ailes par respiration.

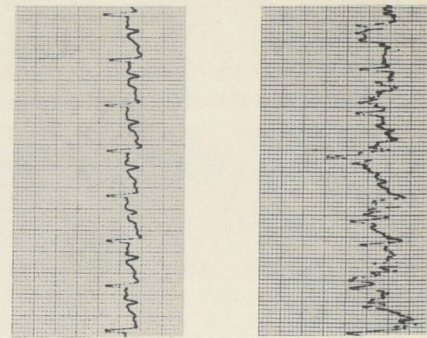
La détermination de la ventilation pulmonaire et de la teneur d'oxygène dans l'air exhalé par le masque a montré qu'une très forte quantité de chaleur est produite durant le vol, variant de 12 à 15 fois le taux auquel la chaleur est produite par un organisme étant au repos et correspondait aux augmentations presque maximales de chaleur durant les exercices violents chez les animaux bien entraînés. L'énergie produite pendant le vol, selon le Dr Hart, pourrait être parmi les plus grandes sources d'énergie dans le monde animal.

Le nombre de pulsations du cœur chez les oiseaux, durant leur vol est remarquablement élevé, atteignant jusqu'à vingt battements à la seconde

chez les petits oiseaux, comparative-ment à trois battements à la seconde chez un homme effectuant un travail de force. On estime, d'après la consommation d'oxygène et le rythme cardiaque, que chez le petit oiseau la circulation du sang par minute serait d'au moins le double de son poids.

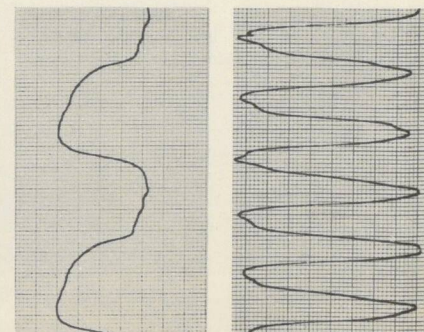
En raison de la forte dépense d'énergie, la dissipation de chaleur durant le vol pose un problème, notamment lorsqu'il fait chaud. Contrairement aux théories anciennes, on a constaté qu'environ 85% de cette chaleur se perd par convection. En d'autres mots, elle se dissipe principalement par le refroidissement de l'air en traversant le plumage plutôt que par le refroidissement par l'eau, soit par évaporation au niveau des poumons et des nombreuses poches d'air. Ceci a l'avantage de réduire fortement la déshydratation durant les longs vols migratoires, bien que le problème se pose de savoir comment la dissipation de la chaleur pourrait s'accomplir chez les oiseaux à plumage très épais.

Il ressort de ces études que la perte de chaleur doit être si étroitement réglementée durant le vol qu'elle est relativement indépendante de la température ambiante. On n'est pas encore parvenu à expliquer ce phénomène.



Graphique du haut: pulsations d'un pigeon en repos (à gauche) et en vol (à droite); graphique du bas: respiration d'un pigeon immédiatement après (à gauche) et pendant le vol (à droite).

Graph (above) shows heart beat rate of a pigeon at rest (left) and in flight (right). Below-respiration of a pigeon landing (left) and in flight (right).



APPOINTMENT

Dr. B. A. Gingras, Deputy Awards Officer of the National Research Council of Canada since 1966, has been appointed Awards Officer, responsible for the Council's Awards program. He will report directly to Dr. Donald J. LeRoy, Vice-President (Scientific) of NRC, who is responsible for the Council's Awards Program for Support of University Research.

The Awards Program supports research in Canadian universities by providing scholarships for outstanding graduate students, research grants for university professors, and assistance to a variety of general scientific programs. Funds are provided by a separate Parliamentary appropriation, and cannot be used by the Council for any other purpose.

Dr. Gingras will be responsible for the general administration of approved policies of the following standing committees: Annual Grants, Negotiated Grants, and Scholarships and Fellowships. He will also be responsible for a number of special activities, which will include maintaining liaison with other granting agencies; acknowledging requests, notifying grantees of decisions, and carrying out all related correspondence; calling meetings of committees when required; ensuring that all vacancies on grant selection and related committees are filled; providing secretarial and other assistance for such committees; and ensuring that complete information is available for committee action.

Dr. Gingras will visit universities across the country to acquaint grantees and business officers with NRC policies, and will bring to the appropriate

committee of the Council the views of university personnel for consideration in relation to policy.

He will also aid in establishing budget requirements and provide information for other organizations.



NOMINATION

Le Dr B. A. Gingras, administrateur adjoint des bourses d'études du Conseil national de recherches du Canada depuis 1966, a été nommé administrateur responsable du Bureau des bourses et des subventions du Conseil.

Le Dr Gingras relèvera du Dr Donald J. LeRoy, vice-président du Conseil (Section scientifique), chargé du Programme d'aide à la recherche universitaire par l'octroi de bourses d'études aux meilleurs diplômés, de subven-

tions de recherches destinées aux professeurs d'université, et d'assistance financière pour diverses initiatives dans le domaine scientifique. Les fonds du programme proviennent de crédits particuliers votés par le Parlement canadien et ne peuvent être utilisés à d'autres fins.

Le Dr Gingras se voit confié l'administration générale des projets approuvés par les comités permanents chargés de l'étude des subventions annuelles, des subventions concertées de développement, et des bourses d'études ordinaires et de perfectionnement en recherches. Il s'occupera aussi de certaines activités particulières, notamment: assurer la liaison avec les autres agences de bourses d'étude; accuser réception des demandes de bourses, communiquer les décisions aux boursiers; voir aux travaux connexes nécessaires de correspondance; convoquer les comités au besoin; veiller à ce que toute vacance dans les comités de sélection de subventions et autres comités connexes soit comblée; procurer à ces comités les services de secrétariat et autres; enfin, assurer que toute l'information nécessaire au bon fonctionnement des comités leur soit disponible.

Le Dr Gingras effectuera aussi des visites des universités à travers le pays afin de renseigner les bénéficiaires des bourses et les dirigeants d'entreprises sur les directives du Conseil et, d'autre part, il informera les comités appropriés du Conseil des opinions des autorités universitaires lors de la planification du programme.

Il collaborera également à l'établissement des prévisions budgétaires et procurera à d'autres organismes les renseignements dont ils peuvent avoir besoin.

Science Dimension is published six times a year by the Information Services Office of the National Research Council of Canada. Stories in this issue may be reprinted without permission, but a credit line would be appreciated. Requests for additional copies, photos and information should be addressed to Science Dimension, Administration Building, NRC, Montreal Road, Ottawa 7, Canada. Telephone: (613) 993-9101.

Publiée six fois par an par les Services d'information du Conseil national de recherches du Canada. La reproduction des textes est autorisée. Toutefois on aimerait que mention de cette revue soit faite. Pour renseignements, photos et copies supplémentaires, veuillez vous adresser à: Science Dimension, Edifice de l'Administration, Conseil national de recherches, Chemin de Montréal, Ottawa 7, Canada. Téléphone: (613) 993-9101.

Managing Editor/Directeur – René Montpetit

Editor/Rédacteur en chef – John E. Bird

Writers/Rédacteurs – Joan Powers Rickerd, Arthur J. Mantell, Earl S. Maser (F)

Photography/Photographie – Grant Crabtree, Bruce Kane

Design & Production/Arts graphiques et production – Robert C. Rickerd

