

SCIENCE DIMENSION

1978/3



EXTINCTION / LA FIN DES DINOSAURES

SCIENCE DIMENSION



National Research
Council Canada

Conseil national
de recherches Canada

Vol. 10, No. 3, 1978

ISSN 0036-830X

Indexed in the Canadian Periodical Index

CONTENTS

4 Demise of the dinosaurs

What happened 64 million years ago?

10 Coordinating research for the handicapped

Focus on biomedical engineering projects

14 Energy technology

Choices for the future

18 Computer graphics

An aid to medicine

22 Nature's fireworks

Simulating lightning in the laboratory

24 DC versus AC current

An old controversy revived

28 A new NRC invention

Transfer in ultrahigh vacuum

Cover: The dinosaurs disappeared millions of years ago, but the nature of the worldwide environmental crisis that wiped out three-quarters of Earth's life species at the time still remains obscure. Could it have been a solar instability, changes in the configuration of continents and ocean basins, or the explosion of a supernova, depicted here in diminished intensity? (Story page 4.) Detail of painting by Elly Kish. Courtesy National Museum of Natural Sciences, National Museums of Canada.

Science Dimension is published six times a year by the Public Information Branch of the National Research Council of Canada. Material herein is the property of the copyright holders. Where this is the National Research Council of Canada, permission is hereby given to reproduce such material providing an NRC credit is indicated. Where another copyright holder is shown, permission for reproduction should be obtained directly from that source. Enquiries should be addressed to: The Editor, *Science Dimension* NRC, Ottawa, Ontario, K1A 0R6, Canada Tel. (613) 993-3041.

Editor Loris Racine

Managing Editor Wayne Campbell

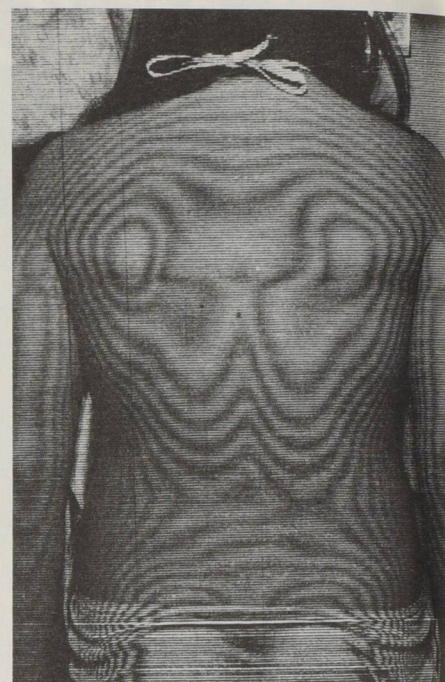
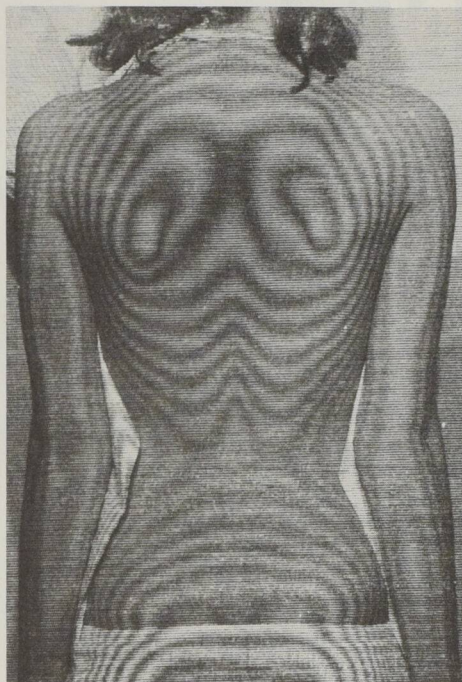
Executive Editor Joan Powers Rickerd

Design John B Graphics Inc.

Editorial Production

Coordinator Diane Bisson Staigh

Detection of childhood scoliosis The answer lies in the shadows



Division of Physics, NRC/Division de physique, CNRC

The shadows or moiré fringes which are projected on the back help to delineate its symmetry. When the spine is normal the patterns on both sides are symmetrical. In contrast, when the child has scoliosis and therefore suffers from a deformed spine the patterns are not symmetrical.

Les ombres, c'est-à-dire les franges moirées, qui apparaissent sur le dos du sujet permettent d'en vérifier la symétrie. Dans le cas d'une épine dorsale normale, les configurations qui apparaissent de part et d'autre du dos sont symétriques (à gauche). Au contraire, lorsque l'enfant est atteint de scoliose, sa colonne vertébrale est déformée et l'on observe une asymétrie dans les configurations (à droite).

Researchers in the Photogrammetry Section of NRC's Division of Physics have contributed to a unique screening procedure for the detection of scoliosis, an idiopathic disease (one of unknown cause) which results in a deformed spine.

Scoliosis is relatively common, afflicting one out of every 10 children. Out of this group 10 per cent of the patients require some corrective treatment. If left unattended the deformity can progress to a point where major surgery is required to straighten the spine.

NRC physicists, in collaboration with a professor of orthopaedic surgery at the University of Ottawa, developed and tested a simple device which, to date, has had a high success rate in the accurate diagnosis of scoliosis.

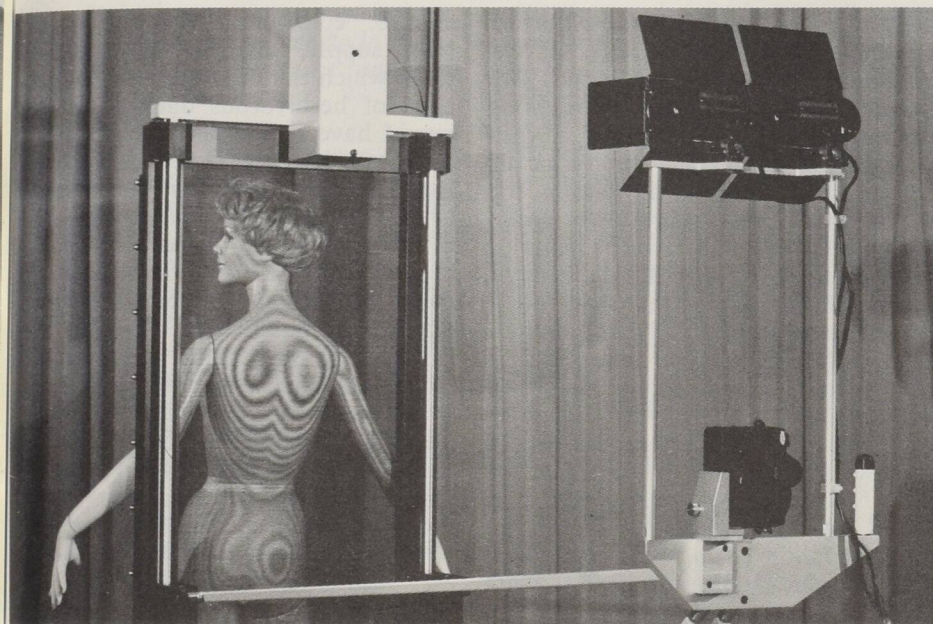
The make-up of the device is quite simple: a screen of uniformly spaced transverse black nylon strings, a light source and a camera. The child is positioned behind the screen with his or her back parallel to it and a photograph is taken. As the light

passes through the screen, a pattern of lines which appears as shadows on the back is observed and recorded by the camera. These patterns or shadows (technically termed moiré fringes) delineate the surface contours much like the topographical map of a landscape. If the spine is normal, symmetrical moiré fringes appear on both sides; if the spine is deformed, the fringes lack symmetry. The simple procedure offers the advantages of early diagnosis at low cost, without the need for highly-skilled medical personnel. A permanent record of the subject is obtained immediately and can be used as a means for monitoring therapy effectiveness.

Otal Precision Co. Ltd. of Ottawa, aided by an NRC Program for Industry/Laboratory Projects grant, has produced three improved and more versatile devices from the original NRC prototype. The equipment will be distributed around Canada and the United States for more thorough testing and to assess its potential for international marketability. □

Sadiq Hasnain

Dépistage de la scoliose infantile Trahie par son ombre



Division of Physics, NRC/Division de physique, CNRC

An improved version of the NRC screening device has been manufactured by Otal Precision Co. Ltd. The surface contours outlined by the moiré fringes appear on the mannequin positioned behind the screen.

Des chercheurs de la section de photogrammétrie de la Division de physique du CNRC ont participé à la mise au point d'une technique remarquable pour le dépistage de la scoliose. Il s'agit d'une maladie idiopathique (c'est-à-dire dont on ignore la cause) qui entraîne une déformation latérale de la colonne vertébrale.

La scoliose est une maladie relativement courante affligeant un enfant sur dix et l'état de 10% des enfants atteints nécessite un traitement correctif. En l'absence de soins, la déformité peut progresser jusqu'au point où une intervention chirurgicale majeure devient nécessaire pour redresser l'épine dorsale.

Les physiciens du CNRC, travaillant en collaboration avec un professeur de chirurgie orthopédique de l'Université d'Ottawa, ont mis au point et essayé un dispositif simple grâce auquel on a pu jusqu'à présent enregistrer un pourcentage élevé de diagnostics exacts de scoliose.

Le principe de ce dispositif est très simple puisqu'il fait appel à des fils de nylon noirs tendus horizontalement sur un écran et uniformément espacés, à une source lumineuse et à un appareil photographique. On place l'enfant derrière le cadre, en veillant à ce que son dos lui soit parallèle, et l'on prend une photographie. En traversant

Version améliorée du dispositif de détection du CNRC fabriqué par Otal Precision Co. Ltd. Les courbes de niveau représentées par les franges moirées apparaissent sur le mannequin placé derrière l'écran.

l'écran, la lumière fait apparaître sur le dos du sujet des configurations courbes ayant l'aspect d'ombres et que la caméra enregistre. Ces configurations ou ombres, techniquement appelées franges moirées, font penser aux courbes de niveau d'un relevé topographique. Dans le cas d'une colonne vertébrale normale, les franges moirées qui apparaissent de chaque côté du dos sont symétriques alors qu'elles ne le sont pas s'il y a déformation. Cette technique simple a l'avantage de permettre un diagnostic précoce et peu coûteux, n'exigeant pas la présence d'un personnel médical hautement qualifié. On dispose immédiatement d'un dossier permanent sur le sujet examiné et l'on peut ainsi s'assurer de l'efficacité des moyens thérapeutiques mis en œuvre.

En partant du prototype mis au point au CNRC, et grâce à une subvention PPIL du même organisme, la compagnie Otal Precision Co. Ltd., d'Ottawa, est parvenue à réaliser un dispositif plus perfectionné et plus souple d'emploi dont elle a construit trois exemplaires. Ils seront envoyés un peu partout au Canada et aux États-Unis en vue d'essais plus poussés qui permettront de déterminer le potentiel commercial de cet équipement sur le marché international. □

Texte français: Claude Devismes

SCIENCE DIMENSION



Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

Vol. 10, N° 3, 1978

ISSN 0036-830X

Cité dans l'Index de périodiques canadiens

SOMMAIRE

5 La mort des dinosaures

Que s'est-il passé il y a 64 millions d'années?

11 La recherche au service des handicapés

Les réalisations

15 Une nouvelle technologie pour l'énergie

Options pour l'avenir

19 L'infographie

Un outil de la médecine moderne

23 Simulation d'un phénomène naturel

La foudre en laboratoire

25 CC contre CA

Reprise d'une vieille controverse

29 Le transfert dans l'ultravide

Une nouvelle invention du CNRC

Notre couverture: les dinosaures ont disparu de la surface de la Terre il y a des millions d'années mais la nature du bouleversement bio-écologique planétaire responsable de l'annihilation des trois quarts de la faune terrestre n'a pas encore été élucidée. S'agit-il d'une instabilité solaire, d'un changement dans la configuration des continents et des bassins océaniques, ou encore de l'explosion d'une supernova comme celle qui, dans sa phase finale, illustre ici notre couverture? (Voir article page 5.) Ce détail d'une peinture d'Elly Kish est reproduit avec la permission du Musée national des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada.

La revue Science Dimension est publiée six fois l'an par la Direction de l'information publique du Conseil national de recherches du Canada. Les textes et les illustrations sont sujets aux droits d'auteur. La reproduction des textes, ainsi que des illustrations qui sont la propriété du Conseil, est permise aussi longtemps que mention est faite de leur origine. Lorsqu'un autre détenteur des droits d'auteur est en cause, la permission de reproduire les illustrations doit être obtenue des organismes ou personnes concernés. Pour tous renseignements, s'adresser au Directeur, Science Dimension, CNRC, Ottawa, Ontario. K1A 0R6, Canada. Téléphone: (613) 993-3041.

Directeur Loris Racine
Rédacteur en chef Wayne Campbell
Rédacteur exécutif Joan Powers Rickerd
Conception graphique John B Graphics Inc.
Coordonnatrice de la rédaction Diane Bisson Staigh

Sudden and complete extinction

The demise of the dinosaurs

A paleobiologist and an astrophysicist probe the mass disappearance of the largest animals known to man.

Most scientists agree that extinctions did take place on an unusual scale. But 64 million years is a long time ago. What single happening or combination of events completely wiped out perhaps as much as 75 per cent of Earth's life species, practically depleting ocean life, but leaving terrestrial plant life almost intact? How did the dinosaurs — the largest animals that ever existed — up to 26 m long and weighing as much as 45 t each — suddenly disappear from the face of the earth after having inhabited it for 160 million years? Why did smaller animals survive?

Although these questions have been debated for centuries, the answers, even today, are not clear-cut. There is, for instance, no definite consensus on just how long the extinction period lasted and estimates range all the way from one year to millions of years. The majority of experts opt in the direction of the latter, but Dr. Dale Russell,

Chief of Paleobiology at the National Museum of Natural Sciences, is one exception. "Some of us," says Dr. Russell, "think that these extinctions could have taken place over a very short period of time — in terms of thousands of years. One reason for this is that it is theoretically more plausible to obliterate a great range of species with a sudden dramatic environmental shift rather than with pressures that begin gradually and endure for a long time because natural selective processes then become operative and organisms have a way of adapting." The ice ages are a good example of how animals and plants can respond to geological upheavals that extend over long periods of time. In the last million years, there have been many ice ages, but up to 12,000 years ago, very few species had become extinct because of the movement of the ice sheets. Only more recently have large numbers of animal extinctions taken place as a direct result of human over-exploitation of a food source.

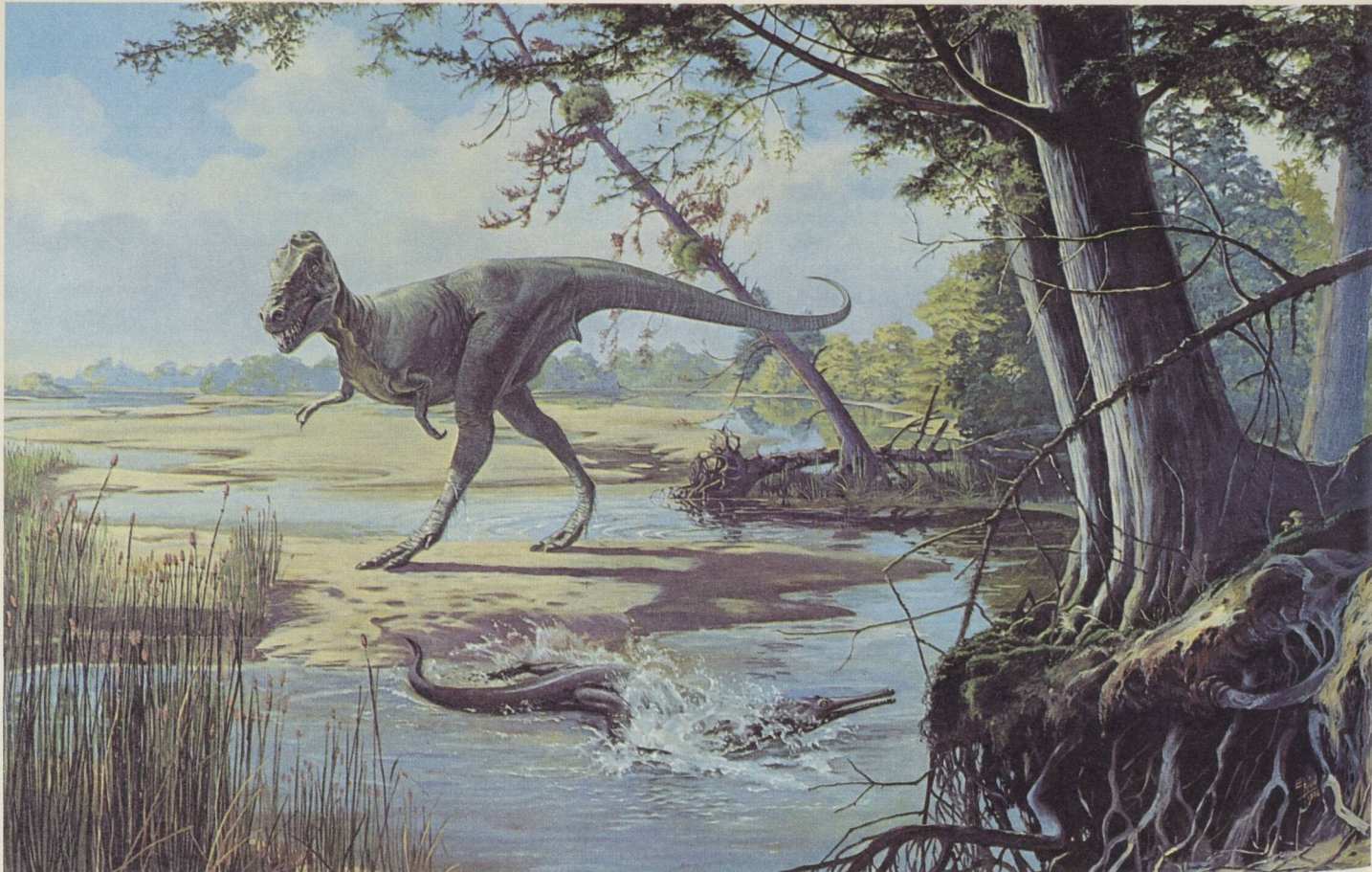
Various theories have been put forward as to the cause or causes of the

demise: epidemics, depletion of the food supply, changes in plant life upon which the dinosaurs fed, and decline of herbivorous dinosaurs which would have had disastrous effects for the flesh eaters that fed upon them. But the most "popular" explanation is that changes in the configuration of continents and ocean basins increased climatic variation all over the earth and as a consequence many extinctions took place.

"Perhaps 80 per cent of researchers would be satisfied with this and go on to other topics of research," says Dr. Russell. "But it is my firm conviction that they are poorly advised in so doing. I think the problem deserves very close and careful attention because it is not at all clear that this commonly-

The heavy-headed tyrannosaur *Daspletosaurus* that inhabited marshlands was agile, swift and dangerous.

Le tyrannosaure *daspletosaurus*, dont la tête était disproportionnée par rapport au corps, et qui habitait les marécages, était agile, rapide et dangereux.



Painting by Elly Kish/Peinture d'Elly Kish

La mort des dinosaures

Une extinction aussi soudaine que totale

Un paléobiologiste et un astrophysicien s'attaquent au mystère de la disparition totale des plus gros animaux connus de l'Homme.

La plupart des scientifiques s'accordent pour reconnaître qu'il s'agit là d'une extinction d'une ampleur exceptionnelle mais, 64 millions d'années, c'est tout de même un passé très lointain. Quel événement unique ou combinaison d'événements pourrait bien être à l'origine de cette annihilation qui a dû toucher, semble-t-il, jusqu'à 75% de la faune qui peuplait la Terre à ce moment-là et éliminer la presque totalité de la vie marine, tout en laissant la flore terrestre pratiquement intacte? Comment les dinosaures, les plus gros animaux que la Terre ait jamais portés, pesant jusqu'à 45 tonnes et dont la longueur pouvait atteindre 26 mètres, ont-ils pu brusquement disparaître de la surface terrestre après l'avoir habitée pendant 160 millions d'années? Pourquoi certains animaux plus petits ont-ils survécu?

Ces questions ont animé bien des débats pendant des siècles mais on ne

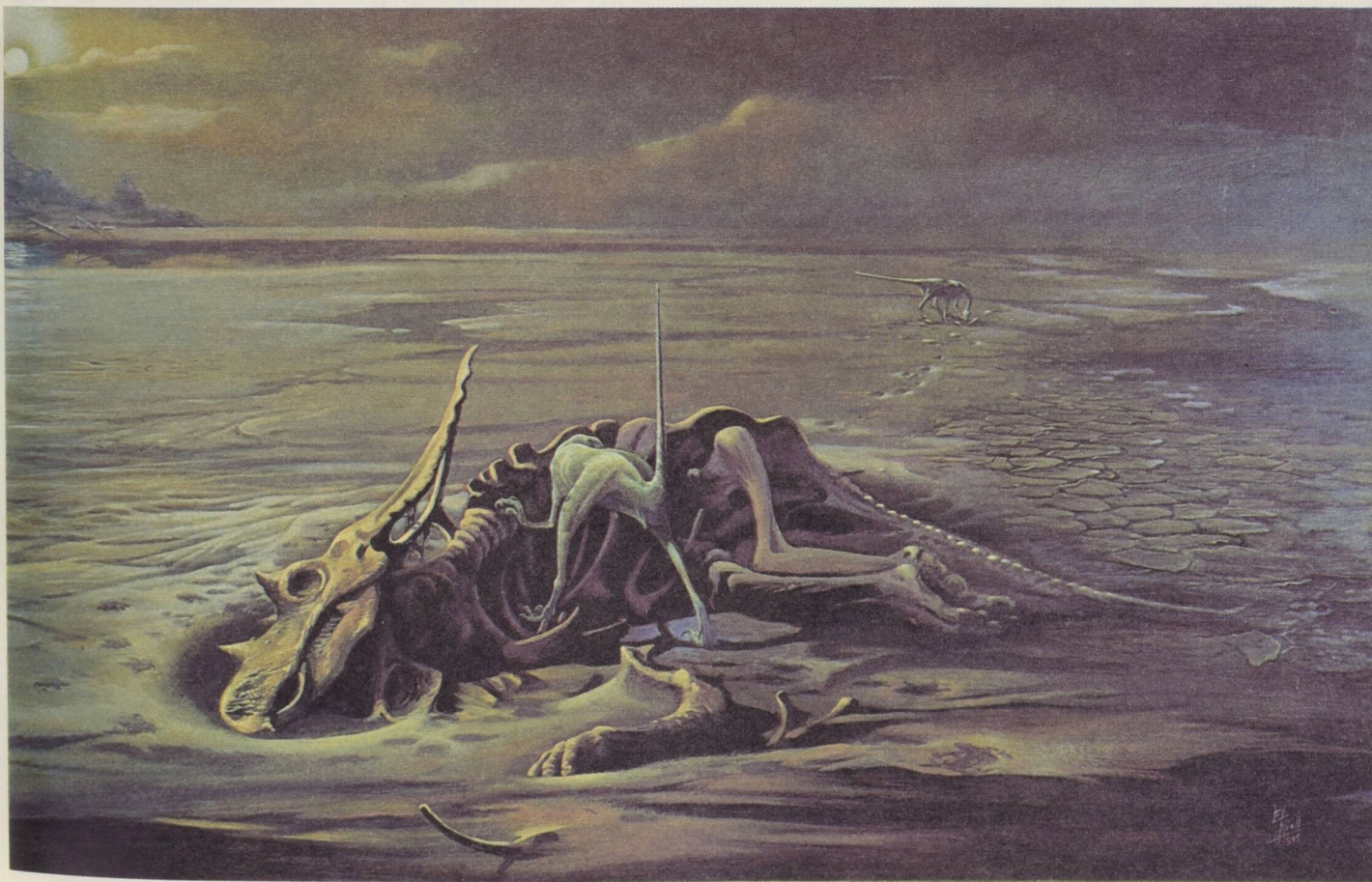
peut encore, de nos jours, y apporter de réponses nettes. On n'est même pas parvenu à se mettre d'accord sur la durée de la période d'extinction puisque les évaluations varient d'une année à des millions d'années. La majorité des experts pencherait plutôt pour le million d'années mais le Dr Dale Russell, chef de la Division de paléobiologie du Musée national des sciences naturelles, n'est pas du nombre. «Certains d'entre nous», remarque-t-il, «pensent que ces extinctions pourraient s'être produites en un temps très court, disons quelques milliers d'années. Une des raisons qui militent en faveur de cette hypothèse est que, du point de vue biologique, il semble plus plausible que l'annihilation d'une grande variété d'espèces soit causée par une modification brutale de l'environnement plutôt que par des phénomènes à action graduelle et de longue durée car les processus de sélection naturelle entrent alors en jeu et les organismes trouvent le moyen de s'adapter.» Les ères glaciaires nous fournissent un excellent exemple de la façon dont la faune et la flore peuvent réagir aux

bouleversements géologiques s'étendant sur de longues périodes. Au cours du dernier million d'années, de nombreuses ères glaciaires se sont succédées mais, jusqu'à il y a douze mille ans, peu d'espèces ont péri du fait du mouvement des nappes glaciaires. Ce n'est que plus récemment que l'on a pu directement attribuer la disparition de nombreuses espèces animales à la surexploitation par l'Homme d'une source alimentaire donnée.

Diverses théories ont été avancées pour expliquer la ou les causes de cette disparition: épidémies, épuisement des sources alimentaires, modification de la flore dont se nourrissaient les dinosaures, et déclin des dinosaures herbivores, déclin qui aurait pu avoir

Un petit animal nécrophage en train de se repaître, dans un cours d'eau au cours de la saison sèche, de la carcasse d'un dinosaure à cornes dont l'aspect, la taille et le poids rappellent le rhinocéros.

A small scavenger feeds on the carcass of a horned dinosaur resembling the rhinoceros in size, weight and appearance, in a stream channel during the dry season.



Painting by Elly Kish/Peinture d'Elly Kish



Painting by Elly Kish/Peinture d'Elly Kish

accepted model is valid. Extinctions were worldwide and from pole to pole in both hemispheres, and many current theories are unacceptable because they do not consider the simultaneous disappearance of organisms in all environments throughout the globe."

If earth scientists can pinpoint that the extinctions took place within a short period of time — in the order of a few thousand years or less — then Dr. Jean René Roy, formerly a research associate at NRC's Herzberg Institute of Astrophysics, and now teaching at Laval University in Quebec City, thinks that extraterrestrial explanations may be needed.

If a large amount of high energy radiation were released to the atmosphere, then atmospheric properties would be drastically changed. "You would have production of nitrogen oxide," says Dr. Roy, which we now know can destroy the ozone layer on a large scale, and this layer would not only affect the intensity of ultraviolet radiation that reaches the ground but the thermal properties of the atmosphere as well. This could also produce a smog over the whole atmosphere and block off enormous amounts of electromagnetic radiation from the Sun upon which life on Earth is so dependent."

Why are dinosaurs extinct? Were they wiped out by radiation from an exploding star?

Quelle est la cause de l'extinction des dinosaures? Ont-ils été annihilés par les radiations d'une explosion stellaire?

The Demise of the Dinosaurs

"The nature of the environmental crisis that swept the globe 64 million years ago remains obscure. Nevertheless, in spite of its apparent severity, a large proportion of the plants and animals inhabiting the earth survived the crisis. The ecosystems of the earth did not quickly heal, and at least ten million years elapsed before the plant and animal communities recovered much of their former diversity. The world, however, remained warm, much warmer than it is now. On the land, flowering plants and birds continued to increase and diversify, as they had begun to do during the dinosaurian era. The mammals blossomed into a host of new forms after the dinosaurs had gone. New varieties of tiny floating organisms repopulated the seas, and the oceans again abounded with many varieties of living things. The biological systems of our planet are incomprehensibly wonderful in their simplicity and complexity. And the

greatest wonder among them is the human mind, when guided to work in harmony with the fabric of nature and its own being.

"The dinosaurs are indeed dead. The sight of their bronze skeletons in the darkened galleries of our museums seems to call to us hauntingly. They too were wonderful, they are dead, and their death recalls to us something of the meaning of living. Their giant skeletons embody the abundance of a long-vanished world. The life of our planet has more than recovered from the forces that destroyed the world in which they lived. Yet, would we have survived had we been in their place?" — Dale A. Russell, *A Vanished World, The Dinosaurs of Western Canada*, published December, 1977, by the National Museum of Natural Sciences, National Museums of Canada. (Cover and inside illustrations also reproduced from the book.)

des conséquences désastreuses pour les carnivores dont ils étaient la proie. Mais la théorie la plus «populaire» est celle selon laquelle des bouleversements dans la configuration des continents et des bassins océaniques auraient provoqué une accentuation de la différenciation et des variations climatiques à l'échelle planétaire et, partant, la disparition de nombreuses espèces vivantes. Redonnons la parole au Dr Russell:

«Cette explication satisferait probablement 80% des chercheurs et ceux-ci reporteraient aussitôt leur attention sur d'autres sujets de recherche mais je suis fermement convaincu qu'ils auraient grand tort de réagir ainsi. Personnellement, je pense que la question mérite que l'on y regarde de beaucoup plus près car il n'est pas du tout évident que ce modèle généralement accepté soit valable. Ces extinctions ayant revêtu une ampleur planétaire, s'étendant d'un pôle à l'autre, de nombreuses théories actuelles sont irrecevables parce qu'elles ne tiennent pas compte de la simultanéité de l'événement qui a donc affecté des organismes vivants de toute la biosphère.»

Si les spécialistes des sciences de la Terre peuvent démontrer que cet événement a été de très courte durée, de l'ordre de quelques milliers d'années au plus, le Dr Jean René Roy, anciennement associé de recherche à

l'Institut Herzberg d'astrophysique du CNRC, et actuellement professeur à l'Université Laval, à Québec, pense qu'il y aurait alors peut-être lieu de faire intervenir des causes extraterrestres.

Dans l'hypothèse d'un bombardement intense de l'atmosphère terrestre par des particules hautement énergiques, ses propriétés seraient profondément modifiées. «On aurait», nous dit le Dr Roy, «une production d'oxyde d'azote qui, nous le savons maintenant, peut détruire la couche d'ozone sur une grande échelle et cette destruction n'affecterait pas seulement l'intensité de rayons ultraviolets qui atteignent le sol mais également les propriétés thermiques de l'atmosphère. Éventuellement, un smog s'étendrait sur la totalité de celle-ci et opposerait un écran à une bonne partie des rayons solaires qui sont absolument indispensables aux diverses formes de vie terrestre.»

On propose deux théories pour expliquer de quelle façon les conditions propices auraient pu être créées. La première fait intervenir l'action du Soleil, notre plus proche étoile, qui, au cours de ses phases éruptives, produit d'énormes quantités de rayons ultraviolets, de rayons X et de particules énergiques. Les astrophysiciens savent que les cycles d'activité solaire passent par des phases minimales et maximales et peuvent durer des cen-

taines d'années. Si l'on extrapole sur des milliers d'années, certaines de ces fluctuations pourraient avoir atteint un niveau extrême et modifié l'environnement terrestre et, si l'on suppose, de surcroît, que le champ magnétique de la Terre (écran protecteur arrêtant les particules rapides qui bombardent l'atmosphère) se trouvait, à ce moment-là, considérablement affaibli, les conséquences auraient pu être dramatiques. «Ainsi donc», poursuit le Dr Roy, «si une période de très forte activité solaire a coïncidé avec une disparition presque totale du champ magnétique terrestre, on peut penser que la combinaison de ces deux phénomènes aurait pu avoir des effets très graves sur l'atmosphère et indirectement sur la biosphère.»

La seconde théorie proposée appartient au domaine de l'astrophysique et fait intervenir l'explosion d'une supernova, c'est-à-dire d'une étoile dont la masse représente plusieurs fois celle du Soleil et qui, abordant sa phase finale et ayant brûlé toute son énergie, s'achemine vers une crise énergétique. C'est alors que des phénomènes radiatifs se produisent au centre de l'astre qui, au lieu de produire de l'énergie en absorbe, contrairement à ses couches concentriques qui, elles, en produisent à un rythme spectaculaire. L'étoile explose enfin en libérant une quantité d'énergie correspondant à celle d'une galaxie entière ou, si l'on préfère, à 100 milliards d'étoiles. «Si un tel événement avait lieu à peu de distance de la Terre», précise notre interlocuteur, «cette planète s'en trouverait affectée, d'abord parce qu'elle serait soumise à un énorme flux de rayons de très haute énergie comme les rayons ultraviolets, les rayons X et les rayons gamma auxquels succéderaient, après un intervalle de quelques milliers d'années peut-être, des particules énergiques susceptibles d'avoir le même effet qu'un événement solaire de très grande ampleur.» Là encore, une grande quantité de particules rapides et animées d'une très haute énergie seraient libérées dans l'atmosphère. La chaleur et la lumière solaire traversent l'atmosphère, — nous voyons le Soleil et nous en ressentons les effets thermiques, — mais, si certaines particules animées d'une haute énergie ne la traversent pas, elles sont cependant absorbées par elle et en changent de ce fait les propriétés.

«Dans le cas des supernovae», nous dit le Dr Roy, «nous croyons savoir ce qui se produit. Nous disposons de statistiques sur leur fréquence et certains pensent que le phénomène pourrait se produire à proximité de la

La fin des dinosaures

«La nature de la crise qui balaya le globe il y a 64 millions d'années demeure obscure. Malgré sa gravité apparente, une grande proportion des plantes et animaux qui habitaient la planète survécurent. Mais les écosystèmes de la Terre ne se rétablirent pas rapidement puisqu'il fallut au moins dix millions d'années pour que la flore et la faune retrouvent la plupart de leur diversité antérieure. Cependant le monde resta chaud, plus chaud qu'actuellement. Sur terre, les plantes à fleurs et les oiseaux continuèrent à croître et à se diversifier comme ils avaient commencé à le faire à l'ère des dinosaures. Les mammifères prirent une quantité de formes nouvelles après la disparition des dinosaures. D'autres variétés de minuscules organismes flottants repeuplèrent les mers et, comme avant, les océans foisonnèrent d'espèces d'êtres vivants. Les systèmes biologiques de notre planète sont tout à la fois d'une simplicité et d'une complexité

qui frappent d'étonnement et d'admiration. Et la plus grande merveille est l'esprit humain lorsqu'il œuvre en harmonie avec la nature et avec lui-même.

Les dinosaures ne sont plus. Du fond des galeries sombres de nos musées, leurs squelettes semblent nous lancer un appel obsédant. Eux aussi étaient admirables, et ils ne sont plus; leur mort nous incite à nous interroger sur le sens de l'existence. Leurs squelettes géants évoquent l'abondance d'un monde disparu depuis longtemps. La vie sur la planète s'est plus que rétablie de l'action des forces qui détruisirent le monde dans lequel vivaient les dinosaures. Et nous, à leur place, aurions-nous survécu?»

Extrait de «Le monde disparu des dinosaures de l'Ouest du Canada», de Dale A. Russell, publié en décembre 1977 par les Musées nationaux du Canada. L'illustration qui orne notre couverture et celles qui accompagnent l'article sont tirées du livre.

This could be brought about in two ways: first, from the Sun — our nearest star — which produces tremendous fluxes of ultraviolet radiation, X-rays and energetic particles at times of solar flares. Astrophysicists know that cycles of solar activity — which are called solar maxima at their highest levels and solar minima at their lowest — can last for hundreds of years. Projected over thousands of years, some of these fluctuations could have been extreme and could have modified the Earth's environment. If this happened when the magnetic field of the Earth (a protective barrier against fast particles which bombard the atmosphere) was severely weakened, the consequences could have been dramatic. "So," continues Dr. Roy, "if a period of very high level activity on the Sun did correspond with a time when the Earth had almost no magnetic field, then the combination of these two phenomena could have had tremendous effects on the Earth's atmosphere, and as a secondary result, affected the biosphere."

The other astrophysical theory is the explosion of a supernova — a star many times the mass of the Sun — which, evolving through its final phase, runs out of fuel and goes on to an energy crisis. When this occurs, drastic events happen at the star's centre and, instead of producing energy, it absorbs it, while the concentric layers generate energy at a spectacular rate. The whole star then explodes, generating almost as much energy as a whole galaxy or 100 billion stars. "If such an event happened within close distance of the Earth," says Dr. Roy, "it would affect Earth, first by a large flash of high energy radiation like ultraviolet radiation, X-rays, gamma rays, followed by energetic particles which would come, perhaps a few thousand years later, producing the same effect as a very large solar event." Again, there would be a large amount of high energy fast particles released to the atmosphere. Heat and light from the Sun go through the atmosphere — we see the Sun and we feel its heat — but some high energy particles do not go through, they are absorbed by the atmosphere and therefore change its properties.

"For supernovae," says Dr. Roy, "we think that we understand what happens. We have statistics about their frequency, and it has been suggested that a supernova event could take place within close distance of the Earth at least once every 70 million years, or even once every 10 million years."

There have been about six mass extinctions in the last 600 million years — the dinosaurs being the best known — so that whatever caused the extinctions must not happen more frequently than about once every 100 million years. Concludes Dr. Roy: "If it is a

solar instability, a stellar explosion, or some kind of continental configuration that does this, it is likely a very rare event." □

Joan Powers Rickard



NASA

The Sun — our nearest star — produces tremendous fluxes of ultraviolet radiation, X-rays and energetic particles during solar flares. Could some of these fluctuations have been so extreme as to modify Earth's environment?

Le Soleil, l'étoile la plus proche de nous, émet d'énormes quantités de rayons ultraviolets, de rayons X et de particules énergétiques pendant les périodes d'éruptions. Certaines de ses fluctuations auraient-elles pu être suffisamment intenses pour modifier l'environnement terrestre?

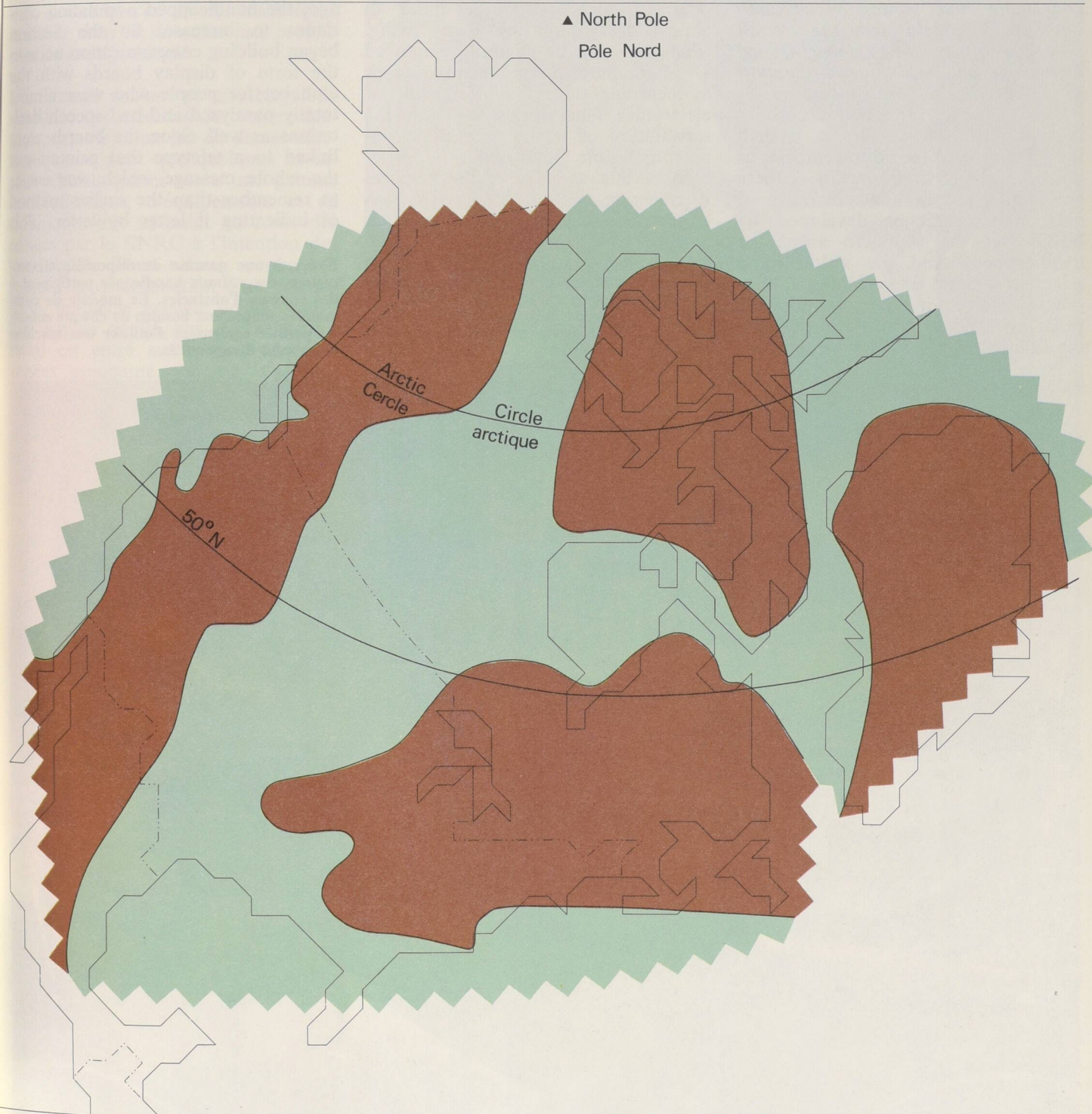
Terre au moins une fois tous les 70 millions d'années, et peut-être même une fois tous les 10 millions d'années.»

Il s'est produit six extinctions massives au cours des 600 derniers millions d'années et celle des dinosaures

représentant la mieux connue de celles-ci, il est permis de penser que les conditions nécessaires ne se trouvent guère réunies plus d'une fois tous les 100 millions d'années. Nous laisserons la conclusion au Dr Roy: «Si la cause du phénomène est due à une

instabilité solaire, à une explosion stellaire ou à un bouleversement continental quelconque, on peut dire qu'il s'agit là d'un événement rarissime.» □

Texte français: **Claude Devismes**



A map of Canada as it was 80 million years ago. Carte du Canada d'il y a 80 millions d'années.

Biomedical engineering

Coordinating research for the handicapped

An office of program manager for the biomedical engineering research program within the National Research Council Laboratories has been established. The program manager will coordinate and guide the research effort in this field with the overall objective of applying bioengineering knowledge and techniques in support of national health care concerns.

A modified wheelchair, a rebuilt bicycle, portable communications units, a game of Checktrons — these are only a few in a whole range of aids and techniques developed by NRC over the years to assist the handicapped. And the vision of a scientist — blind since childhood himself — started it all more than 25 years ago. When Jim Swail came to the Council in the 1950's, virtually no

research had been carried out within its laboratories on aids for the blind, or for that matter, on aids for any other type of handicap. Since then, Mr. Swail has developed a long line of devices which assist the blind in almost every area of daily living. Many now can be gainfully employed — as computer programmers, at work in recording studios, photographic or electronics laboratories — with the substitution of tactile or audible signals for visible "read out".

With this as a base, the Medical Engineering Section of the Division of Electrical Engineering expanded its

Through the development of a variety of electronic aids, these children are enjoying a game of steeplechase. The control unit, designed to meet individual disabilities, is also used to operate a typewriter and a variety of other tools.

involvement in the field of technical aids to the area of the physically handicapped. As more and more people today survive serious injuries which would have been fatal years ago, the handicapped population continues to increase. So the Section began building communication units in the form of display boards with the alphabet for people who were almost totally paralyzed and had speech limitations as well. Soon the boards were linked to a teletype that printed out the whole message which was easier to remember than the earlier method of indicating it letter by letter. This

Grâce à une gamme de dispositifs électroniques, ces enfants handicapés participent à des courses d'obstacles. Le module de commande, adapté aux besoins de chaque enfant, lui permet également d'utiliser une machine à écrire et divers outils.



Bruce Kane, NRC/CNRC

Le génie biomédical

La recherche au service des handicapés

Le Conseil national de recherches vient de créer le poste de chef des programmes de recherche en génie biomédical. Le titulaire coordonnera la recherche en vue de l'application des connaissances et des techniques acquises dans ce domaine aux problèmes de santé publique.

Un fauteuil roulant et une bicyclette modifiés, des modules de communication portatifs et un jeu de dames électronique ne sont que quelques exemples, choisis parmi toute une gamme de réalisations, d'équipements et de techniques mis au point au cours des années par le CNRC à l'intention des handicapés. Tout cela a commencé grâce à la détermination d'un scientifique, lui-même aveugle de naissance, il y a plus de 25 ans. Lorsque Jim Swail est entré au Conseil dans les années cinquante, on ne s'y était encore livré pratiquement à aucune recherche pour venir en aide aux aveugles ni, d'ailleurs, aux autres handicapés. Depuis cette époque, M. Swail a mis au point toute une série de dispositifs facilitant la vie quotidienne des aveugles dans presque tous les domaines. Nombre de ceux-ci peuvent maintenant programmer un ordinateur, travailler dans des studios d'enregistrement, des laboratoires de photographie ou d'électronique grâce au remplacement de l'affichage visuel par des signaux tactiles ou audibles.

Partant de ces réalisations, la section de génie médical de la Division de génie électrique a étendu ses activités, à l'origine limitées aux aides techniques, au domaine des handicaps physiques. Comme de plus en plus de personnes survivent de nos jours aux graves blessures qui leur auraient été fatales il y a quelques années, le nombre des handicapés ne cesse de croître et ceci a d'abord amené la section à construire des modules de communication qui étaient en fait des consoles de visualisation alphanumériques destinées aux personnes presque totalement paralysées et ne pouvant, de surcroît, s'exprimer qu'avec difficulté. On en est rapidement arrivé à relier ces consoles à un télétype permettant l'impression intégrale du message tout en améliorant la mémorisation par rapport à la méthode précédente qui consistait à le constituer lettre par lettre. Ce nouveau système, appelé Comhandi, a été conçu pour tirer le meilleur parti possible des pos-



Bruce Kane, NRC/CNRC

The Medical Engineering Section has modified a standard bicycle in such a way that the pedals do not have to make a complete circle, enabling people with limited hip, knee and ankle flexion to ride. A system of gears permits backward motion of the pedals to produce forward motion of the bicycle. Forward (normal) motion of the pedals also moves the bicycle forward. The rider proceeds by rocking backwards and forwards on the pedals, an action which is possible without bending the knees.

sibilités d'un sujet en minimisant le stress auquel il est soumis. Mais écoutons plutôt Peter Nelson, de la section de génie médical: «Le Centre de soins pour les enfants infirmes d'Ottawa ouvrait à peine ses portes que nous mettions à sa disposition quelques modules Comhandi, et cela devait donner le signal à un accroissement considérable de nos activités (les installations du CNRC au centre permettaient les premières applica-

Les chercheurs de la section de génie médical ont modifié une bicyclette de type courant de telle façon qu'il n'est pas nécessaire de faire accomplir une rotation complète aux pédales pour la faire avancer. Ainsi, les personnes handicapées par une flexion limitée des hanches, des genoux et des chevilles peuvent-elles en faire usage. Un système d'engrenages permet le mouvement rétrograde des pédales pour faire avancer la bicyclette; leur mouvement normal, c'est-à-dire vers l'avant, la fait également avancer. L'utilisateur handicapé se déplace en les actionnant alternativement d'arrière en avant sans devoir plier les genoux.

tions cliniques de routine en ce sens que les enfants utilisaient le système quotidiennement pour leurs travaux scolaires et non pas seulement à titre expérimental). Nous avons pu ainsi démontrer comment l'on pouvait satisfaire aux besoins d'une personne en modifiant les accessoires ambulatoires tels que les fauteuils roulants et les bicyclettes, et les moyens de ré-

was the Comhandi system, designed to make maximum use of a person's abilities with minimum stress. Once the Ottawa Crippled Children's Treatment Centre was established, a couple of Comhandi units were provided "and then," explains Peter Nelson of the Medical Engineering Section, "things really started to get busy." (The NRC set-up at the Centre was one of the first routine clinical applications where children used the system daily for their school work and not just as a laboratory demonstration.) "We began to demonstrate how individual needs could be met — modifying mobility aids — wheelchairs, bicycles, adapting recreational aids, like the game of Checktronic. There were different modifications for each particular handicap — a cushion tucked in here or there, a control unit moved. I think it is really important that these children be provided with the means to do as much for themselves as they can and to be as independent as possible — it is good for them, good for their parents, and good for society as a whole." (Cur-



Bruce Kane, NRC/CNRC

This child suffers from a posture problem while walking. The sensing device being placed on his foot gives audible encouragement for better movement.

La posture de cet enfant est mauvaise pendant la marche. Le capteur que l'on place sous l'un de ses pieds émet des sons qui l'encouragent à corriger ses mouvements.

rently, Blissymbols and speech synthesizers are being applied to actually generate artificial speech.)

At the same time as the Division of Electrical Engineering was developing and expanding its assistance to the handicapped, other divisions of the Council also were becoming involved in aiding the handicapped — the Divisions of Physics and Mechanical Engineering. (The Division of Building Research is involved in architectural design for the handicapped.)

In order to coordinate all biomedical engineering projects being conducted within the National Research Council Laboratories (NRCL), among them the aids to the handicapped program, Council has decided to establish an office of Program Manager with Mr. O. Z. Roy of the Medical Engineering Section assuming this responsibility. One of the first tasks faced by Mr. Roy deals directly with the area for the handicapped — the integration of the Production Engineering Testing and Training unit (PETT) into NRCL. A recent government decision transferred the responsibility of the PETT unit located at Sunnybrook Hospital, Toronto, from Health and Welfare Canada to NRC. This unit has in the past been concerned with bringing laboratory models of devices for the handicapped to the point of full-scale commercial production.

An Advisory Committee on Technical Assistance for the Handicapped has been set up composed of members drawn from the universities, hospitals and industry. This Committee will recommend priorities for the PETT unit in terms of developing devices, providing coordination and guidance for evaluation and assessment procedures and providing the necessary liaison and information exchange with interested institutions, agencies and groups.

"With the PETT unit," says Mr. Roy, "we now have a mechanism by which we all have something to gain and maybe we will be able to get more devices that are developed in laboratories across Canada to the handicapped. This will be one of our prime objectives." □

Joan Powers Rickerd



Wuff Designs

Using a combination of recorded sound, color slides and a cathode ray tube, this terminal provides a multi-media learning centre. Controlled by a central computer, it can be used in a variety of learning situations with adults, children or infants.

Utilisant des enregistrements sonores, des diapositives en couleur et un tube cathodique, ce terminal constitue un centre didactique très diversifié. Commandé par un ordinateur central, il permet d'enseigner aux adultes, aux enfants et aux bébés.

création comme le jeu de dames électronique. Bien entendu les modifications à faire variaient en fonction du handicap et consistaient, ici, à ajouter un coussin et, là, à déplacer un module de commande. Je pense qu'il est très important de rendre ces enfants aussi indépendants que possible car c'est dans leur intérêt, dans l'intérêt de leurs parents et de la société en général.» On se sert actuellement des symboles Bliss et de synthétiseurs de parole pour la reproduction artificielle de la parole humaine.

Alors que la Division de génie électrique développait son assistance aux handicapés, d'autres divisions du Conseil, les Divisions de physique et de génie mécanique, commençaient également à s'y intéresser (la Division des recherches en bâtiment encourage une architecture qui tient compte des problèmes qui affectent les handicapés).

En vue de coordonner tous les projets de génie biomédical sur lesquels travaillaient actuellement les laboratoires

du Conseil national de recherches (LCNR), et dont le programme d'assistance aux handicapés fait partie, le Conseil a décidé de créer le poste de chef des programmes; ce poste a été confié à M. O. Z. Roy, de la section de génie médical. Une des premières tâches auxquelles M. Roy devra s'attacher touche directement le domaine des aides techniques destinées aux handicapés puisqu'il s'agit de l'intégration du Service de fabrication, de technique, d'essai et de formation du personnel (SFEFP) aux LCNR. Conformément à une décision récente du gouvernement, le SFEFP qui faisait partie de l'Hôpital Sunnybrook, à Toronto, et qui relevait de Santé et Bien-être social Canada, a été en effet transféré au CNRC. Cet organisme avait pour mission de faire passer les appareils destinés aux handicapés du stade du prototype à celui de la production en série.

Une Commission consultative sur l'assistance technique aux handicapés, composée de membres appartenant

aux universités, aux hôpitaux et à l'industrie, a été créée et elle fera des recommandations au SFEFP en ce qui concerne les priorités pour la mise au point d'appareils, la coordination et la marche à suivre en matière de procédures d'évaluation en même temps qu'elle assurera la liaison et l'échange de renseignements nécessaires avec les institutions, organismes et groupes intéressés.

«Avec le SFEFP», de conclure M. Roy, «nous disposons maintenant d'un mécanisme qui ne peut que s'avérer avantageux pour tous et qui nous permettra peut-être d'augmenter le nombre d'appareils canadiens mis à la disposition des handicapés. Tel sera l'un de nos tout premiers objectifs.» □

Texte français: Claude Devismes

Cette machine à calculer, conçue pour les aveugles, utilise un clavier braille qui peut être déchiffré au toucher et à l'aide de sons.

This calculator for use by blind persons uses a Braille display which can be read by a combination of touch and sound.

Lise Berniquez



Choices for the future

Energy technology

NRC has a new responsibility under Canada's program of energy research and development (R&D): to coordinate work on storing energy, and converting it from one useful form to another.

Energy is the ability to do work — the “go” in things, as physicist James Clerk Maxwell put it. This ability exists in a multitude of forms, including compressed springs, spinning flywheels, sunshine, and pools of oil. Through technology we utilize the “go” in nature to do work for us. To boil an egg we convert energy in the form of falling water (at the dam) to energy in the form of an electric current (in the transmission cables) to energy in the form of heat (in the pot on the stove). Every year mankind juggles with an enormous amount of energy — an estimated 58×10^{12} kwh, or fifty eight trillion kilowatt hours.

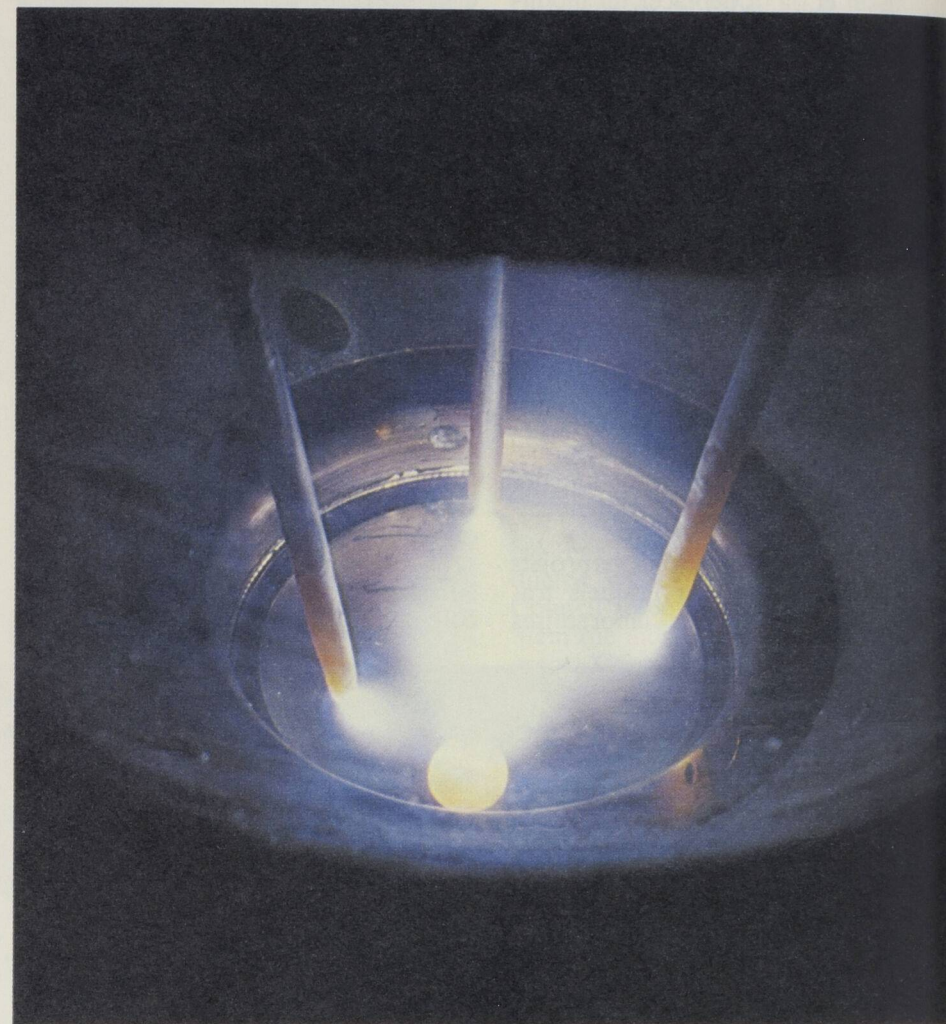
The supplies of oil, coal and natural gas from which we have drawn power most of this century are finite. If the future is to “go” at all, we have to start designing new energy systems.

Various tasks have been assigned under Canada's national program of energy research and development to branches of the federal government. The National Research Council is responsible for coordinating work on renewable sources of energy, and since Spring '77 for work on the conversion and storage of energy. The coordinator for NRC's new task is chemist Bryan Taylor.

“My job,” he explains, “is to orchestrate R&D projects so they don't fly off at tangents. Some pretty basic work is going on here at the Division of Chemistry — almost all the problems with energy conversion and storage are chemical ones. But only a quarter of the funding for this task supports NRC work. Most of it goes to other government departments, industries and universities. We're hoping to generate commercial activity as well as useful information.”

Examples of the projects being coordinated by Dr. Taylor — work on ways of storing energy, and studies of possible roles for hydrogen in a new energy system — are described in the following paragraphs.

Probably the most familiar of all energy storage devices is the battery. There is one in every car, storing



Bruce Kane, NRC/CNRC

Glowing tungsten probes create temperatures exceeding 3 000°C in an electric furnace.

Ces sondes de tungstène incandescentes permettent d'obtenir des températures supérieures à 3 000°C dans un four électrique.

energy in chemical form, releasing it as electricity. Advanced batteries, lighter than conventional types but storing far more energy, are being based on metals such as sodium and lithium, and possible uses include powering electric cars.

The yo-yo and the potter's wheel are both flywheels, spinning masses which store energy in the form of motion. Adapted by modern technology, they have the potential of almost doubling gas mileage in cars. Currently, a car's engine has to be large enough to supply the peak power demanded when accelerating, but if the energy of the engine was accumulated in a flywheel, to be drawn on during acceleration, then a smaller engine would suffice. The problem is strength: materials need to be developed that are strong enough to withstand the centrifugal forces in a fly-

wheel spinning at 30,000 revolutions per minute, forces which can tear steel apart. “We'd like to get the aerospace industry in Canada to apply its expertise in super-strong composite materials to flywheels,” says Taylor.

In a solar heating system the source of heat (the Sun) cannot be tapped when it is needed most (a winter's night). Rather, heat has to be stored when it is available, for use when it is not. Usually this is done by raising the temperature of a pile of rocks or a tank of water. A potentially better technique is to use materials that absorb heat by melting at convenient temperatures. “We're looking at the heat contained in phase changes,” says Taylor. “We're not only interested in developing materials for storing solar heat. There are applications in industry too, where a vast amount of heat

Options pour l'avenir

Énergie et technologie

Le CNRC a été investi d'une nouvelle responsabilité dans le cadre du Programme canadien de recherche et de développement énergétiques (R & D): coordonner les travaux sur le stockage et la conversion de l'énergie.

L'énergie c'est l'aptitude à exécuter un travail ou, comme l'a dit le physicien James Clerk Maxwell, c'est la «force agissante» que recèlent les choses. Cette aptitude existe sous une multitude de formes et, notamment, dans les ressorts en compression, les volants en rotation, dans le rayonnement solaire et dans les gisements de pétrole. C'est grâce à la technologie que nous pouvons mettre à notre service cette force agissante de la nature. Pour faire cuire un œuf à la coque nous convertissons une énergie s'offrant à nous sous la forme d'une chute d'eau (au barrage), en une énergie qui se manifeste sous forme de courant électrique (dans les câbles électriques) puis de chaleur (dans la casserole qui est sur la cuisinière). Chaque année l'humanité jongle avec d'énormes quantités d'énergie dont on évalue la puissance totale à 58×10^{12} kW/h, c'est-à-dire à 58 trillions de kW/h.

Les gisements de pétrole, de charbon et de gaz naturel qui ont couvert nos besoins pendant la plus grande partie de ce siècle ne sont pas inépuisables. Si nous ne voulons pas être privés à l'avenir de cette force agissante, il nous faut dès à présent entreprendre l'étude de nouveaux systèmes énergétiques.

Le gouvernement canadien en est parfaitement conscient et c'est pourquoi la réalisation des objectifs qu'il s'est fixés dans le cadre de son programme de recherche et de développement énergétiques a été confiée à divers ministères fédéraux. Le Conseil national de recherches a, quant à lui, reçu pour mission de coordonner les recherches entreprises sur les sources d'énergie renouvelables et, depuis le printemps 1977, sur la transformation et le stockage de l'énergie. C'est à un chimiste, Bryan Taylor, qu'il a demandé d'assurer cette coordination et nous lui laissons la parole:

«Mon rôle consiste à orchestrer les différents projets de R & D pour s'assurer qu'ils ne dévieront pas des objectifs fixés. Nous nous livrons ici, à la Division de chimie, à des travaux assez élémentaires car la plupart des problèmes à résoudre dans le do-

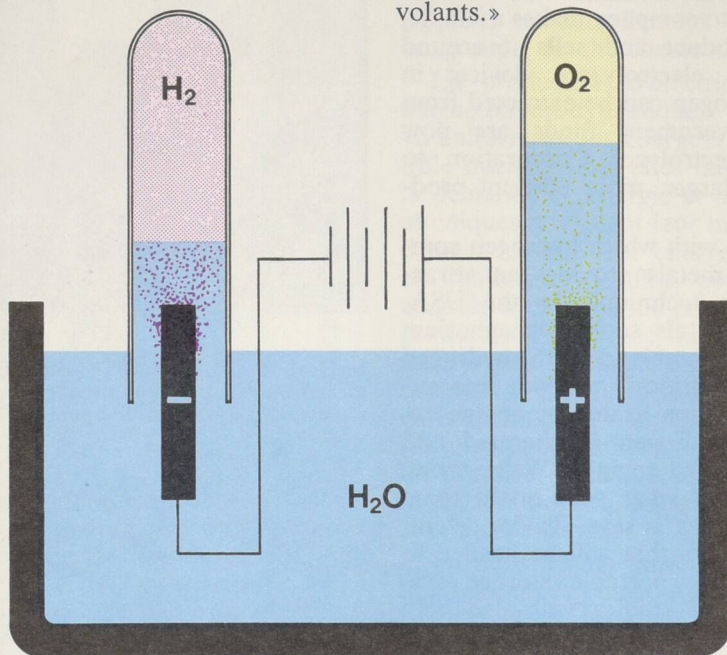
main de la conversion et du stockage de l'énergie sont de nature chimique. Toutefois, le CNRC ne reçoit que le quart des fonds affectés à cette tâche, la majeure partie du solde restant allant aux autres ministères gouvernementaux, aux industries et aux universités. Nous espérons que nos efforts aboutiront à des résultats tangibles et qu'ils déboucheront sur une activité commerciale.»

Nous donnons dans les paragraphes suivants un aperçu des projets coordonnés par le Dr Taylor et qui portent notamment sur des méthodes de stockage de l'énergie et sur l'étude des utilisations possibles de l'hydrogène dans une nouvelle infrastructure énergétique.

Le plus connu des dispositifs de stockage d'énergie est probablement la batterie d'accumulateurs. Toutes les voitures en ont une; elle emmagasine l'énergie sous une forme chimique et la libère sous forme d'électricité. De nouvelles batteries, plus légères que celles de type classique auxquelles nous sommes habitués mais pouvant néanmoins emmagasiner une bien plus grande quantité d'énergie, sont actuellement à l'étude. Leur concept de base fait appel à l'utilisation de métaux

comme le sodium et le lithium et au nombre des applications envisagées figure la propulsion des voitures électriques.

Le yo-yo et la roue du potier sont tous deux des volants, c'est-à-dire des masses en rotation qui emmagasinent de l'énergie sous forme de mouvement. Adaptés par la technologie moderne, ces volants pourraient contribuer à réduire la consommation des automobiles de presque la moitié. Les moteurs actuels doivent être suffisamment gros pour fournir la puissance de pointe nécessaire aux accélérations mais si l'énergie de ces moteurs était accumulée dans un volant jusqu'à ce que l'on en ait besoin pour accélérer, un moteur plus petit suffirait. C'est la résistance des matériaux qui nous handicape. Il faudrait mettre au point des composés suffisamment résistants pour ne pas céder aux forces centrifuges engendrées par un volant tournant à la vitesse de 30 000 tr/mn et capable de déchirer l'acier. «C'est pourquoi», ajoute Taylor, «nous aimerions que l'industrie aérospatiale canadienne applique les connaissances qu'elle a acquises sur les matériaux composites hautement résistants à la construction de volants.»



John Brittain

Hydrogen gas (H_2) is produced from water (H_2O) by electrolysis. Voltage applied across the two electrodes splits the water into ions of hydrogen and oxygen. Being positively charged, the hydrogen particles flow to the negative electrode where they are released. Oxygen (O_2) is produced at the other electrode.

On obtient de l'hydrogène gazeux (H_2) par électrolyse de l'eau (H_2O). La tension créée entre les deux électrodes décompose l'eau en ions d'hydrogène et d'oxygène. Ayant une charge positive, les particules d'hydrogène se dirigent sur l'électrode négative où elles sont libérées. L'oxygène (O_2) se forme sur l'autre électrode.

is now wasted because there is no good way to store it for later use."

A clean, all-purpose fuel can be extracted from one of the most abundant substances on earth — water. By passing energy in the form of electricity through water, its constituents, hydrogen and oxygen, can be separated. (The process is called electrolysis.) Hydrogen is an element common to many of the research projects coordinated by Dr. Taylor because it is such an extraordinarily versatile energy carrier — so versatile, in fact, that futurists have proposed building an energy system based on it. In their fascinating speculations hydrogen is produced from water, using energy provided by nuclear power plants, solar collectors, windmills, waves or tides — there are many possibilities and many advantages. In Canada, for example, with its great distances, hydrogen pipelines would be a cheaper way of moving energy than electrical transmission lines. Hydrogen can be stored as a gas, a liquid, or a solid. It can be used to power engines, furnaces, and to regenerate electricity. And it is non-polluting; it burns to produce only heat and water.

"Right now," says Taylor, "hydrogen costs at least three times as much as current fuels. Insufficient work has been done on it, and we are starting research programs to evaluate its promise."

A Toronto company makes a simple, reliable product and sells it around the world: electrolyzers, devices in which hydrogen can be extracted from water. Government funds are now helping Electrolyzer Corporation to develop a larger, more efficient product.

The ease with which hydrogen combines with metals provides an attractive storage technique. In the USA, powdered metals such as magnesium have been combined with hydrogen (to form "hydrides") and put into automobiles. When heated by engine exhaust the hydrogen is liberated and used to fuel the engine. "We're trying to understand what goes on in these metal hydrides," says Taylor, "and gather the data that will be needed to optimize such portable storage systems." (These studies will also help solve a problem with pipeline transmission — hydrogen reacts with steel pipe, making it brittle.)

Put two electrodes into a duct. Create a magnetic field across it. Heat hydrogen until it breaks into electrically charged particles — ions — and then force it down the duct. A current will begin to flow between the elec-



Bruce Kane, NRC/CNRC

Inside a sealed chamber, Gaston Despault's gloved hands prepare an experiment with air-sensitive hydrogen compounds.

Mains gantées à l'intérieur d'une enceinte hermétique, Gaston Despault prépare une expérience avec des composés d'hydrogène susceptibles de s'oxyder en présence d'air.

trodes. This technique for converting hydrogen into electricity — it has the imposing name of Magnetohydrodynamic Generation (MHD) — is being studied by a research team in Toronto.

MHD generation could possibly be used to "level the load" at a nuclear power station. Since the demand for energy fluctuates, the power load varies, but nuclear plants run best flat out. Supply could be matched to demand by using some of the electricity being generated to steadily produce hydrogen when demand is low, and

running hydrogen from storage through an MHD generator when demand peaks.

"We've had to make choices," says Dr. Taylor, "for with limited resources we cannot do everything and expect to do it well. Our R&D program is aimed at solving long-term energy problems in Canada. A serious effort is necessary now if we are to prevent these problems developing to crisis proportions in the early part of the coming century." □

Séan McCutcheon

Dans le cas d'un système de chauffage solaire, la source de chaleur (le Soleil) ne peut être exploitée lorsqu'on en a le plus besoin (pendant une nuit d'hiver). Il faut donc stocker cette chaleur lorsque le Soleil brille pour être en mesure de l'utiliser lorsqu'il ne brille pas. On y parvient en augmentant la température d'un lit de pierres ou d'un réservoir d'eau. Une technique qui semble plus prometteuse consiste à utiliser des matériaux qui absorbent la chaleur en fondant, «c'est-à-dire en passant de l'état solide à l'état liquide à des températures relativement peu élevées. Nous ne nous intéressons pas seulement au stockage de la chaleur solaire mais également aux applications industrielles: en effet, ne disposant pas encore de méthodes rentables pour stocker la chaleur, l'industrie en gaspille d'énormes quantités», précise le Dr Taylor.

L'eau, l'une des substances les plus abondantes sur terre, pourrait nous fournir un combustible propre et universel. Cette eau peut être décomposée en ses éléments constitutifs que sont l'hydrogène et l'oxygène en y faisant passer de l'électricité, qui est une forme d'énergie. C'est un procédé bien connu puisqu'il s'agit de l'électrolyse. L'hydrogène est l'un des éléments que l'on retrouve dans un grand nombre de projets de recherche coordonnés par le Dr Taylor parce qu'il constitue une source d'énergie extraordinairement souple. Si souple que les novateurs hardis suggèrent d'en faire l'élément fondamental d'un nouveau

système énergétique. Dans leurs fascinantes spéculations, l'hydrogène est tiré de l'eau à l'aide de l'énergie fournie par des centrales nucléaires, des capteurs solaires, des éoliennes, les vagues ou les marées; les possibilités et les avantages sont nombreux. Au Canada par exemple, pays aux vastes étendues impliquant le franchissement de longues distances, il serait moins onéreux de transporter de l'énergie sous forme d'hydrogène au moyen de pipe-lines que sous forme d'électricité, par câbles. L'hydrogène peut être stocké sous forme gazeuse, liquide ou solide. Il peut être utilisé pour alimenter des moteurs, des fours ou pour produire à nouveau de l'électricité. Il présente l'avantage supplémentaire de ne pas polluer puisque sa combustion ne donne lieu qu'à la production de chaleur et d'eau.

«Actuellement», poursuit notre interlocuteur, «l'hydrogène coûte au moins le triple des combustibles classiques. Nous avons lancé des programmes de recherche pour étudier toutes ses possibilités car les travaux effectués jusqu'à maintenant sont insuffisants.»

Une compagnie de Toronto fabrique un électrolyseur fiable et de conception simple qu'elle vend dans le monde entier et qui, comme son nom l'indique, permet d'extraire de l'hydrogène de l'eau par électrolyse. Grâce à des subventions gouvernementales, cette compagnie, l'Electrolyzer Corporation, travaille actuellement à la mise au point d'un appareil plus gros

et ayant un meilleur rendement.

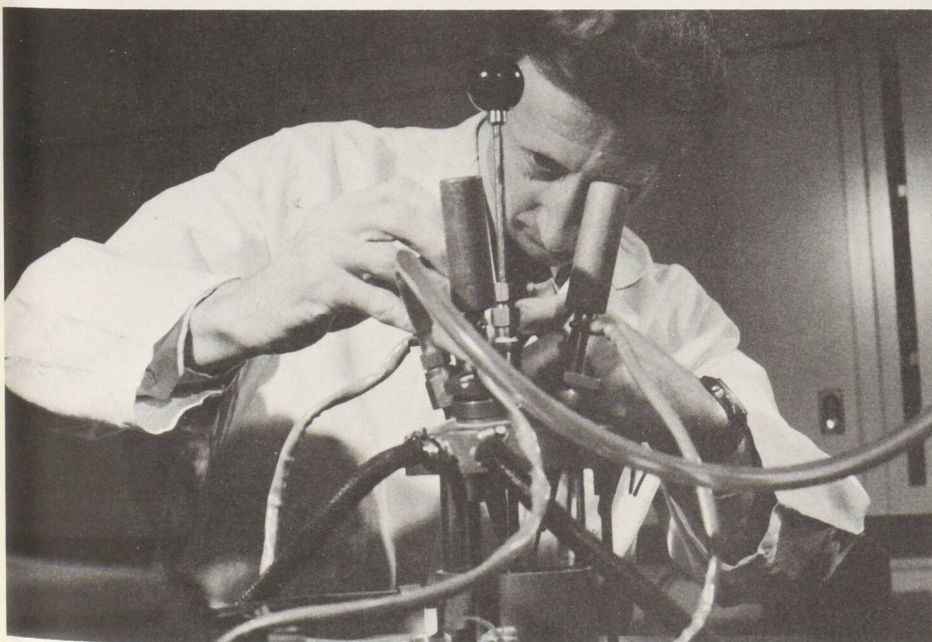
L'hydrogène se combine facilement avec les métaux et cette propriété nous donne une méthode de stockage séduisante. Aux États-Unis, les poudres métalliques, comme par exemple celles de magnésium, sont combinées avec de l'hydrogène pour obtenir des hydrures que l'on a utilisés dans des automobiles. La chaleur des gaz d'échappement du moteur provoque la libération de l'hydrogène dont on se sert pour l'alimenter. Redonnons la parole au Dr Taylor: «Nous essayons d'élucider les processus mis en jeu dans ces hydrures métalliques et nous recueillons les données dont nous aurons besoin pour optimiser ces systèmes de stockage légers et de faible encombrement.» Ces études aideront également à résoudre le problème de la fragilité des canalisations d'acier (cas du transport par pipe-lines) car l'hydrogène réagit avec l'acier et le rend cassant.

Si l'on place deux électrodes dans une canalisation soumise à un champ magnétique et que l'on y fasse passer de force de l'hydrogène que l'on aura préalablement réchauffé jusqu'à ce qu'il se décompose en particules électriquement chargées, c'est-à-dire en ions, on obtiendra un flux de courant entre ces deux électrodes. Cette technique de conversion de l'hydrogène en électricité, qui se pare du nom imposant de magnétohydrodynamique (MHD), est actuellement étudiée par un groupe de chercheurs de Toronto.

La production d'électricité par la magnétohydrodynamique permettrait «d'uniformiser les charges» d'une centrale nucléaire car elles fluctuent avec la demande en énergie et les centrales atomiques atteignent leur meilleur rendement lorsque leur charge de travail est uniforme. L'offre pourrait être adaptée à la demande en utilisant une partie de l'électricité fabriquée pour assurer une production continue d'hydrogène lorsque la demande est faible et faire intervenir un générateur magnétohydrodynamique alimenté avec l'hydrogène stocké lorsqu'il faut faire face à des pointes. Laissons la conclusion au Dr Taylor:

«Il nous a fallu faire des choix car, nos ressources étant limitées, nous ne pouvons tout faire et bien le faire. Notre programme de R & D vise à résoudre les problèmes énergétiques à long terme du Canada. Si nous ne voulons pas nous trouver confrontés à une crise d'une ampleur inégalée au début du prochain siècle, nous devons dès à présent accepter de faire un effort important.» □

Texte français: Claude Devismes



Bruce Kane, NRC/CNRC

Dr. Bryan Taylor adjusts the laboratory furnace in which energy-storing compounds of hydrogen are made.

Le Dr Bryan Taylor procède à des réglages dans le four de laboratoire servant à la fabrication de composés destinés au stockage de l'hydrogène.

Computer graphics

A space-age approach to medicine

A computer graphic technique to quantify heart damage is being developed at NRC to assist the cardiologist in making more objective diagnoses.

Computers are complex and powerful tools for accumulating, recording, analyzing and distributing great volumes of information in incredibly short periods of time. In the last 30 years, computer technology developments have led to its involvement in almost every aspect of our daily lives from the mundane processing of bills to assisting doctors in saving lives.

One medical area in which the computer plays an increasingly important

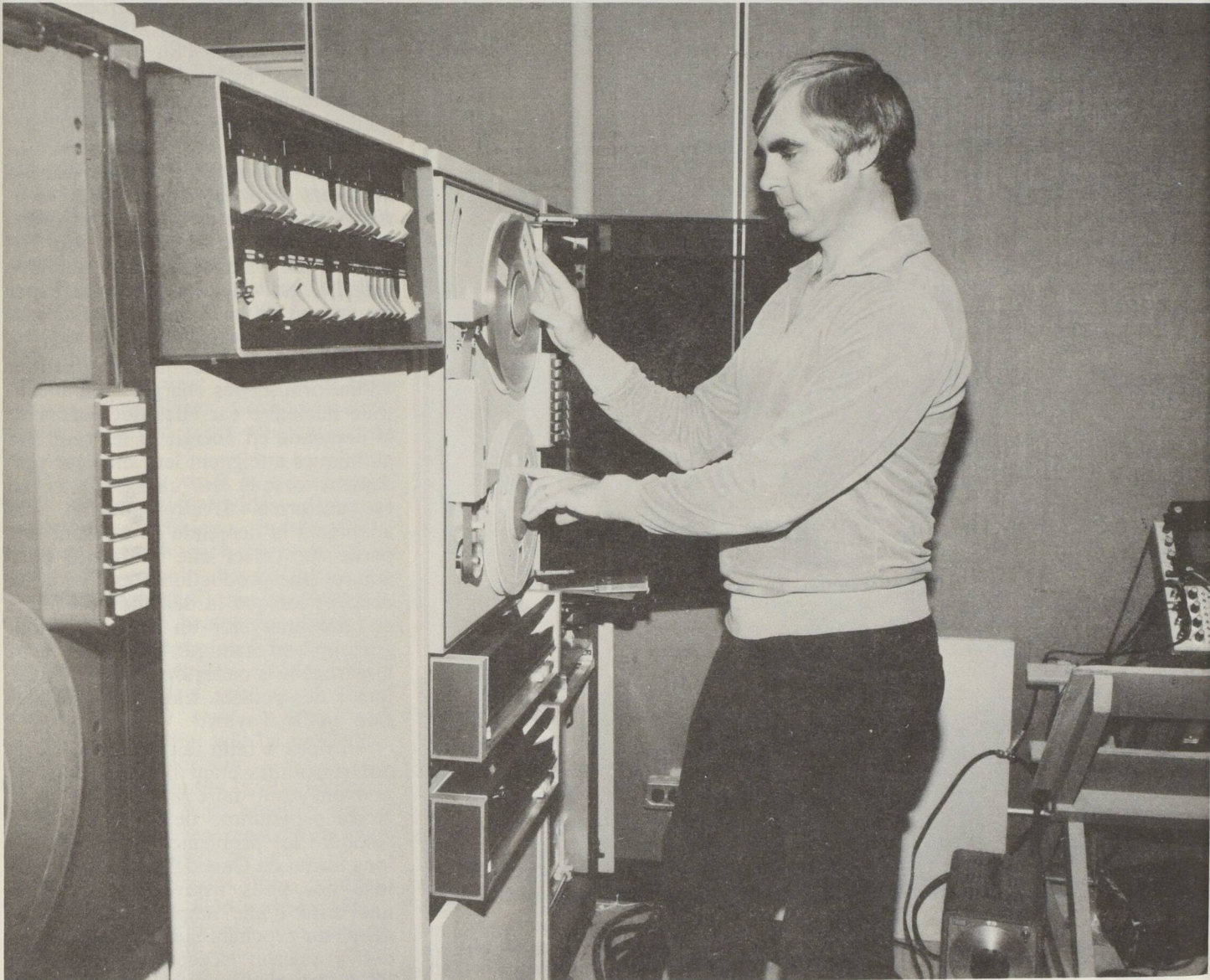
Mike Duggan loads a tape in preparation for data analysis with the computer graphic terminal.

role is heart disease, the foremost killer in North America. Although surgical techniques and medications are highly sophisticated, the assessment of heart damage before surgery often depends on the subjective evaluation of the cardiologist. Results from standard techniques, such as electrocardiograms, are often not sufficient to diagnose a heart condition. Angiocardiography (an X-ray method to visualize the condition of the heart walls) while precise in detecting heart problems, does not provide the cardiologist with a numerical or quantitative analysis to better assess the proper course of action.

Mike Duggan monte une bande magnétique pour l'analyse de données qu'il pourra suivre sur la console de visualisation infographique.

It is ironic that the very organ that supplies life-sustaining oxygen to the entire body is also one of the most sensitive to its diminished supply. In our society the most common cause of heart disease is coronary arteriosclerosis, a condition in which the coronary arteries become partially or completely clogged by plaque deposits of cholesterol and fats. When the occlusion is major the patient may suffer a heart attack (myocardial infarct) — in which oxygen deprived heart tissue dies, causing permanent damage to the heart muscle. In serious cases heart function may be impaired to the extent where insufficient amounts of oxygenated blood are supplied to the body.

In the heart, it is the left ventricle



Bruce Kane, NRC/CNRC

L'infographie en médecine

Une approche révolutionnaire

Des scientifiques du CNRC travaillent actuellement à la mise au point de techniques infographiques de quantification des lésions cardiaques grâce auxquelles le spécialiste devrait être en mesure de poser des diagnostics plus précis.

Les ordinateurs sont des instruments complexes et puissants qui permettent d'enregistrer, d'analyser et de distribuer d'importantes quantités de renseignements dans des délais incroyablement brefs. Au cours de ces trente dernières années, les progrès réalisés en informatique ont abouti à l'utilisation de l'ordinateur pour presque tous les besoins de la vie courante, allant de la comptabilité à la médecine où leur aide permet de sauver des vies humaines.

La cardiologie est le domaine médical où l'on utilise de plus en plus l'ordinateur car les maladies cardiaques occupent le premier rang dans les statistiques de la mortalité en Amérique du Nord. Si les techniques chirurgicales et les médicaments utilisés sont très élaborés, la détermination des lésions cardiaques est souvent entachée de l'incertitude indissociable de la subjectivité du jugement du cardiologue. Les résultats obtenus à l'aide des techniques classiques comme l'électrocardiographie sont souvent insuffisants pour déceler un problème cardiaque. L'angiocardographie (radiographie du thorax permettant d'observer les parois du cœur) révèle avec précision les affections cardiaques, mais ne fournit pas au cardiologue une évaluation quantitative qui l'aiderait à décider plus objectivement des mesures à prendre.

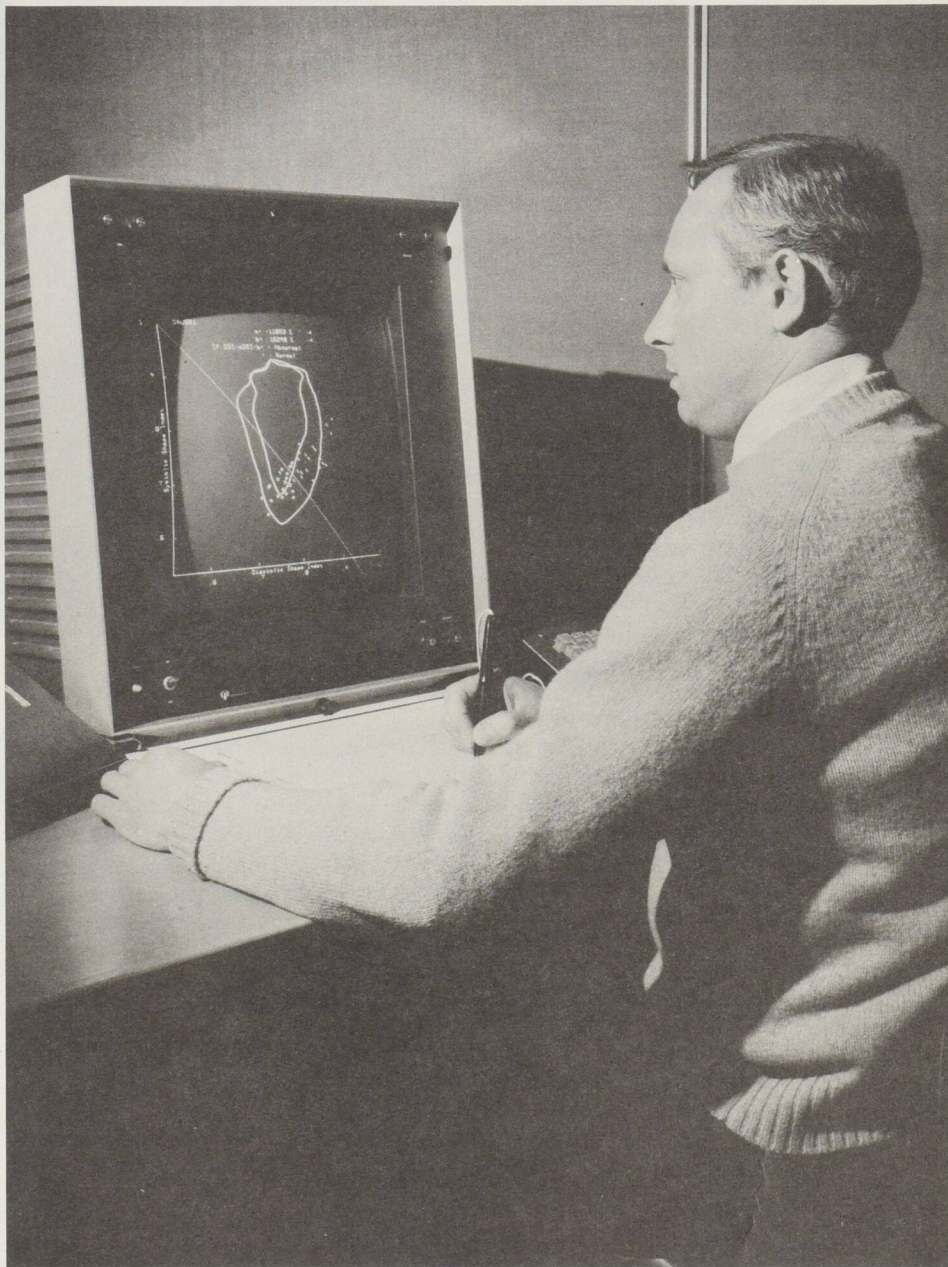
Il semble paradoxal que l'organe qui assure l'alimentation en oxygène de tout l'organisme soit également l'un des plus vulnérables à sa baisse de concentration. Dans notre société, la plus grande cause de cardiopathies est l'athérosclérose coronaire qui est l'occlusion partielle ou complète d'artères coronaires par des dépôts de cholestérol et de lipides. Lorsque l'occlusion est importante, le malade risque de subir une crise cardiaque (infarctus du myocarde) au cours de laquelle les tissus cardiaques privés d'oxygène meurent et, de ce fait, le muscle cardiaque est irréversiblement endommagé. Dans les cas graves, le fonctionnement du cœur peut être affecté au point où la quantité de sang oxygéné

distribuée au reste de l'organisme devient insuffisante.

Dans le cœur, c'est le ventricule gauche qui, en se contractant, irrigue l'organisme en oxygène. Par conséquent, la quantification du rendement du ventricule gauche aiderait les cardiologues à poser des diagnostics plus

précis et, partant, à choisir le traitement approprié.

Pour le Dr B. C. Morton, cardiologue attaché à la section de cardiologie de l'Université d'Ottawa, à l'Hôpital municipal de la même ville, la solution du problème de quantification résidait dans l'utilisation d'une installation de



Bruce Kane, NRC/CNRC

Computer graphics is used to analyze information contained in raw data. Using the tablet stylus Mr. Shepertycki selects a particular data point, whereupon the computer fetches the corresponding ventricular profiles stored on disk. The ever-increasing speed and flexibility of computers make them a prime diagnostic tool for the hospital environment.

L'infographie est utilisée pour analyser l'information contenue dans les données brutes. À l'aide du stylet, M. Shepertycki choisit un point particulier et aussitôt l'ordinateur recherche sur le disque où ils ont été enregistrés, les profils ventriculaires correspondants. La souplesse et la rapidité toujours croissantes des ordinateurs en font des outils de premier ordre dans les hôpitaux.

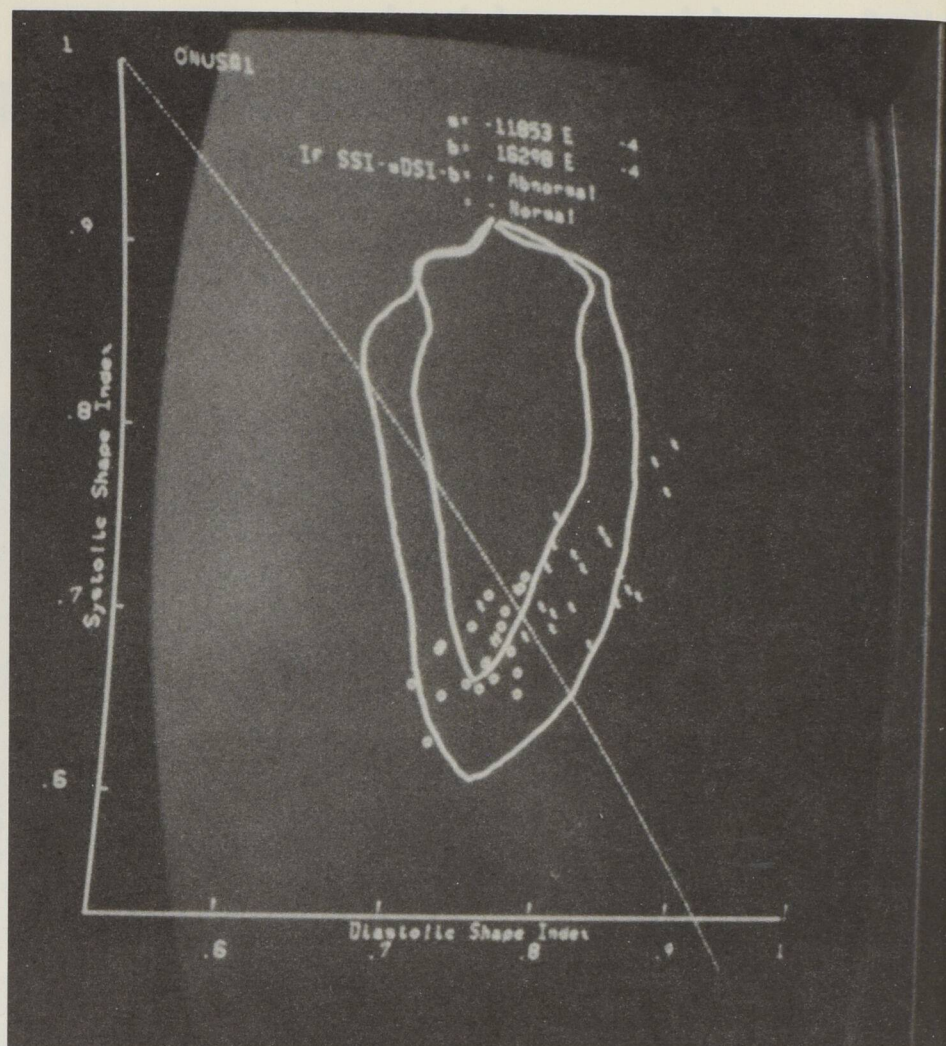
which, on contraction, pumps the oxygen-enriched blood throughout the body. Consequently, a quantification of the left ventricular function would increase a cardiologist's confidence in assessing the damage and, therefore, in judging the appropriate treatment.

The obvious solution to the quantitation problem according to Dr. B. C. Morton, a cardiologist with the University of Ottawa Cardiac Unit at the Ottawa Civic Hospital, was to use a computer facility capable of handling the graphic information contained in the X-rays of the left ventricle (i.e. angiograms) and converting it into a numerical analysis. With this thought in mind he approached National Research Council engineer Theodore Sheperdycki, of the Computer Graphics Section in the Division of Electrical Engineering.

Mr. Sheperdycki's first approach to the problem was to establish a computer program that could calculate ventricular function — specifically its capacity for pumping blood to the tissues. "It was known that a normal left ventricle ejects 66 per cent of the total blood in the chamber with each pumping action," states Mr. Sheperdycki. "So, we expected that patients who had coronary artery disease with impaired left ventricular function would have ejection volumes below the normal level."

The procedure for calculating ventricular ejection volumes begins by obtaining X-ray pictures of the left ventricle walls in a serial time frame. The two frames representing the maximum and minimum ventricular expansion are selected and with the aid of a calibration grid their volumes calculated by a computer with an attached digitizing tablet and a computer display cathode ray tube (CRT). As the silhouettes of the left ventricle are traced on the digitizing tablet, the profiles are registered in the computer and displayed on the CRT monitor. The ejected volume is almost instantaneously calculated by a cross-section multiple slice method and is also displayed on the CRT.

"This procedure was applied to the angiograms of a variety of heart patients and, as expected, some had ejection fractions below the normal level," explains Mr. Sheperdycki. "But we quickly discovered that there was a group of patients which had been diagnosed to be suffering from coronary artery disease, but according to our calculations still had normal ejection fractions." In this group the disease, presumably, had not yet progressed. Although a part of the left ventricular



Bruce Kane, NRC/CNRC

The image of a heart portrayed by computer.

Simulation informatique d'un cœur.

wall was not contracting properly the remaining muscle took up the slack to maintain a normal blood output. Interestingly, when the angiograms of the relaxed and contracted stage are superimposed the damaged wall segment and the area which compensates are both distinguishable.

"At this stage we realized that we had to increase the sophistication of the technique," states Mr. Sheperdycki. "We wanted a more sensitive index, to identify those patients with normal ejection fractions but with abnormal left ventricular wall motion due to coronary artery disease." This refinement was achieved by using a simplified 3-dimensional computer model of the left ventricle in a calculation which more aptly defined its functional state. A formula was used to calculate a "shape index factor" which was defined as the ratio of the left ventricular volume to the volume of a sphere having the same surface area as the left ventricle. This method was then used to calculate the shape index factors for both the minimum

and maximum expansion of the left ventricle for a selected group of patients all suffering from coronary artery disease but with normal ventricular ejection volumes. These patients were divided into two groups depending on whether, in Dr. Morton's opinion, they did or did not exhibit normal ventricular wall motion. When the calculated factor for the ventricle in the expanded state was plotted against the factor for the contracted state, the two groups of individuals clustered into the appropriate normal and abnormal categories. That is the method which successfully revealed those patients with damaged ventricular wall tissue even though their hearts pumped the normal amount of blood.

With the aid of such computer graphic techniques and their future refinements, cardiologists will be able not only to better assess the nature and extent of the disease, but also gauge the success of their surgical procedures. □

Sadiq Hasnain

calcul permettant d'enregistrer les données graphiques apparaissant sur la radiographie du ventricule gauche (des angiogrammes par exemple) et de les transformer en données numériques. Il a donc présenté son idée à Theodore Shepertycki, ingénieur de la section d'infographie de la Division de génie électrique du CNRC.

La première approche de M. Shepertycki a été de préparer un programme informatique permettant de déterminer le travail ventriculaire, notamment la capacité de contraction. «Sachant qu'avec chaque contraction un ventricule gauche normal expulse 66% du volume total de sang qu'il contient», nous dit M. Shepertycki, «on s'attendait à ce que les personnes atteintes d'affections des artères coronaires s'accompagnant d'un mauvais rendement du ventricule gauche présentent un volume systolique inférieur à la normale».

Pour déterminer ce volume éjecté

par le ventricule, on utilise une série de radiographies successives des parois du ventricule gauche. Deux clichés montrant la dilatation et la contraction (diastole et systole) maximales sont choisis comme critères et les volumes correspondants sont calculés à l'aide d'une grille d'étalonnage et d'un ordinateur muni d'un convertisseur numérique et d'une console de visualisation à écran cathodique. Au fur et à mesure que les contours du ventricule gauche sont dessinés sur la tablette graphique du convertisseur numérique, les profils sont enregistrés par l'ordinateur et affichés sur la console de visualisation. Le volume éjecté est calculé presque instantanément à l'aide d'une méthode de sections multiples et le résultat est affiché sur l'écran cathodique. D'après M. Shepertycki, «cette méthode a été utilisée pour l'interprétation d'angiogrammes de plusieurs personnes et, comme on s'y attendait, les fractions d'éjection

de certaines d'entre elles étaient inférieures à la normale. Cependant, nous avons constaté qu'il existait un groupe de malades qui, malgré des affections des artères coronaires, présentaient des fractions d'éjection normales.» Dans ce cas on peut supposer que la maladie n'était pas très avancée et que, bien qu'une partie des parois ventriculaires ne se contractait pas adéquatement, le reste du ventricule fournissait un effort supplémentaire pour maintenir un débit normal. Lorsque les angiogrammes correspondant à la diastole et à la systole sont superposés, la lésion et la partie surmenée du muscle deviennent visibles.

«C'est à ce moment que nous avons compris que la technique demandait à être perfectionnée», ajoute M. Shepertycki. «Il fallait des critères plus précis pour permettre de reconnaître les cas pathologiques où les fractions d'éjection sont normales alors que la contraction des parois du ventricule gauche ne l'est pas par suite d'une affection des artères coronaires.» Ce perfectionnement a été réalisé à l'aide d'un modèle mathématique simplifié et tridimensionnel du ventricule gauche dont l'équation décrit avec plus d'exactitude son état fonctionnel. On a utilisé une formule pour déterminer «le facteur de déformation» qui représente le rapport du volume du ventricule gauche à celui d'une sphère de même surface. Cette méthode a, par la suite, été utilisée pour calculer «le facteur de déformation» pendant la systole et la diastole d'un groupe de malades atteints d'insuffisance coronarienne mais dont le volume d'éjection ventriculaire était normal. Le Dr Morton a ensuite divisé les malades en deux groupes suivant que les contractions des parois ventriculaires étaient à son avis normales ou anormales. Après avoir représenté graphiquement les points correspondants aux facteurs systoliques et diastoliques obtenus pour chaque personne, on a pu constater que les deux groupes tombaient dans les catégories normales et anormales appropriées. Cette méthode a permis de reconnaître avec succès les malades atteints de lésions des parois ventriculaires et qui, cependant, présentaient un débit cardiaque normal.

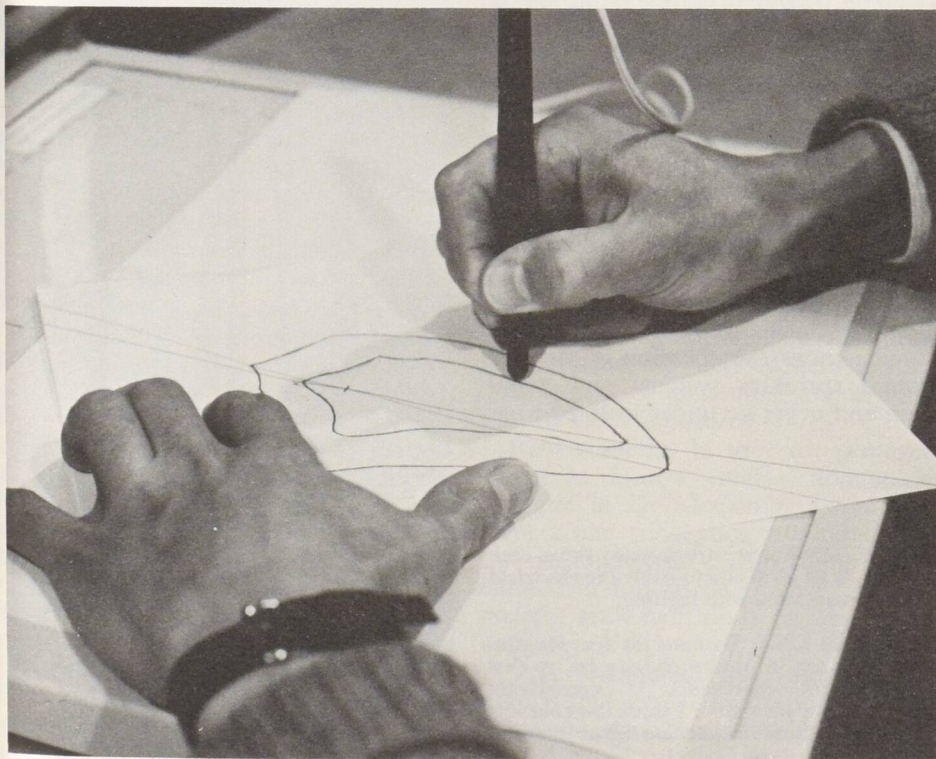
Grâce à ces techniques infographiques et à leur perfectionnement éventuel, les cardiologues pourront non seulement déterminer avec plus d'exactitude la nature et l'ampleur de la maladie, mais également se prononcer sur les chances de succès ou d'échec des interventions chirurgicales. □

Texte français: Annie Hlavats

Medicine is one of the fields in which computers will play a strategic role in the future. One of the programs currently being developed at NRC in collaboration with the University of Ottawa Cardiac Unit at the Ottawa Civic Hospital is the quantitation of heart function. The technique may be a boon to patients suffering from heart disease, enabling cardiologists to more confidently assess damage to the heart. NRC's Ted Shepertycki is in the process of conveying information on the normal profiles of the left ventricle to the computer with the aid of a digitizing tablet and tablet stylus.

La médecine est un des domaines où l'ordinateur est appelé à jouer un rôle crucial à l'avenir. Le CNRC travaille actuellement à la mise au point d'un procédé de quantification du travail cardiaque, en collaboration avec la section de cardiologie de l'Université d'Ottawa, située à l'Hôpital municipal. Cette technique pourrait s'avérer bénéfique pour les personnes atteintes de maladies cardiaques et permettre en même temps aux cardiologues de mieux évaluer les lésions du cœur. Ted Shepertycki, du CNRC, véhicule l'information correspondant aux profils normaux du ventricule gauche à l'ordinateur à l'aide d'un convertisseur numérique et d'un stylet.

Bruce Kane, NRC/CNRC



Lightning Nature's fireworks

Each year lightning strikes cause expensive damage to electrical power transmission systems. In the laboratories of the Division of Electrical Engineering, intense electrical impulses can be produced for short durations. These are used in the testing of insulators, switches, transformers and other components of our electric power system. Tests like these aid in the establishment of standards and the improved design of power equipment.

The masters of mystery weave an aura around it — for what better time for dastardly deeds than “in thunder, lightning, or in rain”. Throughout the ages, fear, superstition and myth have surrounded it. Today, entire cities can be crippled by it. But what is lightning — that phenomenon of weather usually accompanied by storm activity, which causes more direct deaths than tornadoes or snowstorms, and is the greatest single cause of forest fires in Canada, igniting over 2,100 annually?

Dr. T. R. McComb of the National Research Council's Electrical Engineering Division explains: “Electrical charges building up in the atmosphere cause an increase in voltage between parts of a thundercloud and between the cloud and ground; when the voltage generated becomes large enough a spark-over occurs. This high current discharge of atmospheric electricity occurs from one part of a cloud to another, or from cloud to ground, and it is the lightning stroke that is seen.”

Dr. McComb and his colleagues in the Power Engineering Section of the Division simulate lightning in the laboratory using an impulse generator. In this generator, capacitors are charged in parallel and then switched into a series connection by spark gaps. In the NRC laboratory, up to 1.2 million volts can be generated in this way using a 100,000 volt supply. One of the Section's concerns is with the effects of lightning on transmission systems which, as evidenced by last summer's blackout in New York City and last fall's in Quebec, are the lifelines of our very existence.

In order to minimize lightning damage to electrical transmission systems, lightning protection devices are used which dissipate the energy of lightning-induced surges. The voltage at which these devices operate must be coordinated with the voltage which the system insulation will withstand

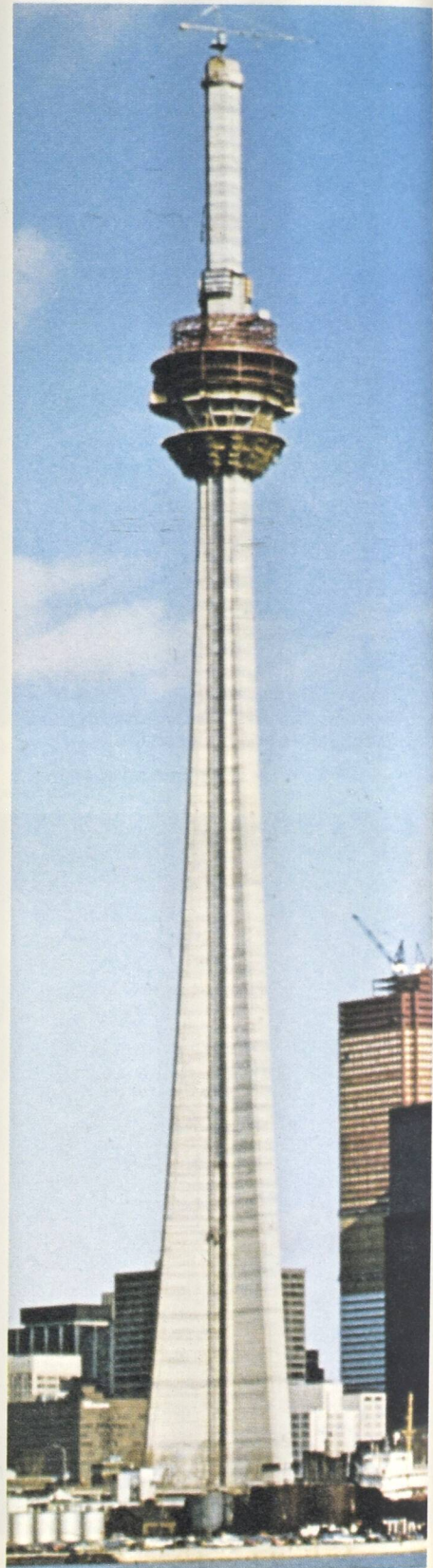
and an appropriate safety factor used. “Present practice,” points out Dr. McComb, “uses a large safety factor which is not economical. As transmission lines carry higher and higher voltages, a large safety factor has become very expensive so we are seeking ways of significantly reducing this margin.” One part of the work is on impulse measuring systems which are used to measure test voltages applied to power system equipment. If these test voltages can be measured more accurately, a part of the uncertainty can be reduced.

The Division is also carrying out lightning research on the CN Tower — at 1,800 feet, the world's tallest self-supporting structure — in cooperation with the University of Toronto, Ontario Hydro and others. Because of its height, this tower is struck many times each summer by lightning, disproving the old adage that lightning never strikes twice. For this reason it is an ideal site to study the electrical currents associated with lightning. The Tower has lightning protection built into it, “but,” points out Dr. McComb, “this is another of the common misconceptions about lightning. Lightning protection does not prevent lightning, it simply provides a safe path for its discharge.”

When it comes to personal safety in a lightning storm, the following points should be remembered. Since a car has an all-metal body, it acts as a shielding cage — the lightning currents flow through the metal protecting the occupant. When a body of water is struck, the current flows through it so that people are often injured while swimming. Thus, it is advisable to get out of the water at the first hint of a lightning storm. Concludes Dr. McComb: “Golfers should know the location of underground sprinkler systems and avoid them and never go under isolated trees

which are more likely to be struck with the attendant possibility of a side flash to anyone nearby.” □

Joan Powers Rickard



Toronto's CN Tower, struck many times each summer, is an ideal site to study the electrical currents associated with lightning.

La Tour du CN à Toronto est frappée plusieurs fois par la foudre chaque été et c'est pourquoi les chercheurs la considèrent comme un site idéal pour l'étude des courants électriques qui accompagnent ce phénomène naturel.

CN Tower/La Tour du CN

La foudre

Un feu d'artifice naturel

La foudre occasionnant chaque année de coûteux dégâts aux réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique, les laboratoires de la Division de génie électrique sont amenés à contrôler les isolateurs, les dispositifs de commutation, les transformateurs et autres éléments constitutifs du réseau électrique canadien à l'aide d'impulsions électriques de brève durée mais de forte intensité en vue d'établir des normes et d'améliorer le matériel haute tension.

Les maîtres du mystère l'ont drapée d'une aura occulte et les «hors-la-loi» en ont fait leur complice car, tout comme le tonnerre et la pluie, les éclairs favorisent leurs entreprises délicieuses. Ses manifestations ont, au cours des âges, alimenté bien des terreurs, des mythes et des superstitions. De nos jours, elle peut paralyser des villes entières. Mais ce phénomène météorologique, habituellement accompagné d'orages, causant plus de morts directes que les tornades et les tempêtes de neige, responsable de la majeure partie des feux de forêts au Canada (plus de 2 100 chaque année), qu'est-il?

Le Dr T. R. McComb, de la Division de génie électrique du Conseil national de recherches, nous répond: «Les charges électriques qui s'accumulent dans l'atmosphère entraînent une augmentation de tension entre différentes parties d'une formation nuageuse et entre celles-ci et le sol. Lorsque la tension accumulée est suffisamment élevée, une décharge se produit entre nuages chargés électriquement ou entre nuages et sol et, ce que voit l'observateur, c'est l'éclair, c'est-à-dire la manifestation visible de la foudre.»

Le Dr McComb et ses collègues de la section de l'énergie de la division simulent les éclairs en laboratoire à l'aide d'un générateur de chocs où des condensateurs sont chargés en parallèle, puis déchargés en série au moyen d'éclateurs. On est parvenu ainsi à obtenir dans le laboratoire du CNRC des tensions atteignant 1,2 million de volts en partant de 100 000 volts. La section s'intéresse notamment aux effets de la foudre sur les réseaux de transport et de distribution d'énergie électrique dont les défaillances mettent en danger notre propre existence, comme nous l'ont montré les pannes totales d'électricité de l'été et de l'au-

tomne derniers à New York et au Québec.

Pour limiter les dégâts qui leur sont occasionnés par la foudre, on a recours à des parafoudres qui dissipent l'énergie des surtensions résultant des décharges atmosphériques. Les tensions pour lesquelles ces dispositifs de protection ont été calculés doivent être compatibles avec celles pour lesquelles l'isolement du réseau a été prévu et il faut, d'autre part, tenir compte d'un facteur de sécurité suffisant. «Les normes actuelles», de remarquer le Dr McComb, «recommandent l'application d'un facteur de sécurité élevé, ce qui, évidemment, n'est pas très économique. Comme les réseaux électriques transportent des courants de tension de plus en plus élevée, il est devenu très onéreux de conserver un facteur de sécurité important et c'est la raison pour laquelle nous essayons de trouver le moyen de réduire cette marge de façon sensible.» Une partie de ces efforts est consacrée aux systèmes de mesure d'impulsions dont on se sert pour mesurer les tensions d'essai appliquées au matériel haute tension. Parvenir à augmenter la précision de la mesure de ces tensions expérimentales c'est du même coup réduire en partie l'incertitude dont elle est entachée.

En collaboration avec l'Université de Toronto, l'Ontario Hydro et d'autres organismes, la division étudie également la foudre sur la Tour du CN, édifice à structure autoportante culminant à 1 800 pieds et, de ce fait, le plus haut du monde. Si en raison de cette hauteur exceptionnelle elle constitue un site idéal pour l'étude de ce phénomène et des courants électriques qui l'accompagnent, elle en fait aussi un de ses lieux de prédilection puisqu'elle est frappée plusieurs fois chaque été, apportant ainsi un démenti formel au vieil adage selon lequel la foudre ne tombe jamais deux fois au même endroit.

Bien entendu, la tour est protégée contre la foudre «mais», comme le souligne le Dr McComb, «contrairement à une conception très répandue, les paratonnerres n'empêchent aucunement la foudre de tomber; ils permettent seulement de la canaliser sans danger».

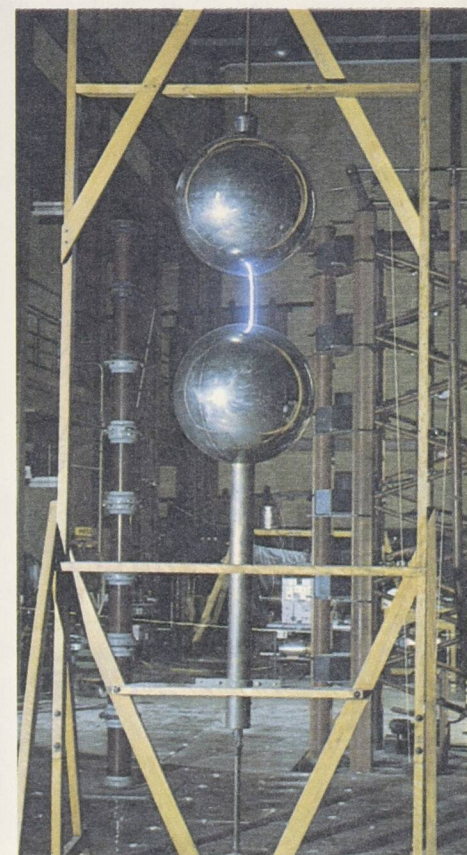
Voici maintenant quelques éléments dont il faut tenir compte pour assurer sa propre sécurité au cours d'un orage. La carrosserie d'une automobile étant entièrement métallique, elle fait office

de cage de Faraday, assurant la dissipation des courants électriques accompagnant la foudre et, de ce fait, la protection de l'occupant. L'eau étant un bon conducteur de l'électricité, il arrive fréquemment que des baigneurs soient blessés ou électrocutés lors d'un orage et c'est pourquoi il est recommandé d'en sortir dès les premiers indices menaçants. Nous laisserons au Dr McComb le soin de conclure: «Les joueurs de golf ont intérêt à connaître l'emplacement des canalisations d'arrosage souterraines pour les éviter et ne devraient jamais s'abriter sous un arbre isolé car, du fait de son isolement, la probabilité que cet arbre soit frappé par la foudre augmente et elle s'accompagne du risque supplémentaire, pour toute personne qui se trouverait à proximité, d'être électrocutée.» □

Texte français: Claude Devismes

La section de l'énergie étudie actuellement des techniques permettant de mesurer les surintensités aux hautes tensions.

Techniques for measuring high voltage surges are being studied in the Power Engineering Section.



Bruce Kane, NRC/CNRC

DC versus AC

The war of the currents

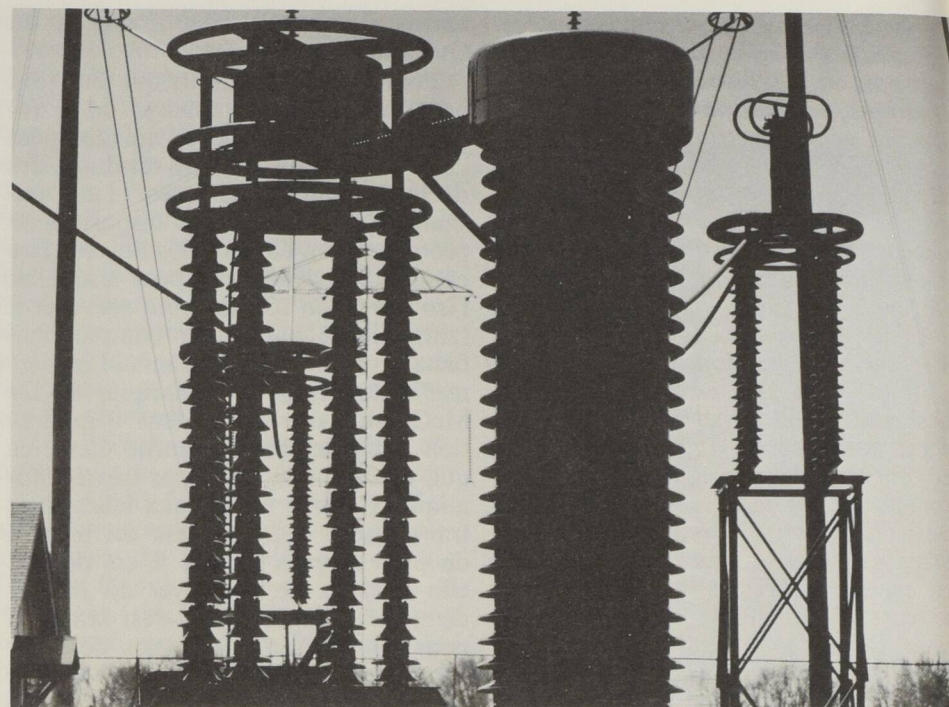
For the transmission of electrical power over long distances, direct current has advantages over alternating current, the method now widely used. Largely neglected in the development of the electric power industry, direct current is making a comeback.

Long, long ago before television, refrigerators and automatic garage doors, electricity was a genie trapped in a bottle. Most engineers and a few entrepreneurs realized the power of this genie, and in releasing it they began the "War of the Currents".

This "War of the Currents", as it was popularly called at the turn of the century, centred around the best way of transmitting electrical energy from a generating station to the consumer. Thomas Edison placed his bets and empire on direct current (DC) which, at low voltages, could be more conveniently produced than alternating current (AC). However, for a given amount of power, high voltages are preferable to low voltages in transmission because electrical losses in the lines fall off rapidly as the voltage is increased.

It was Nikola Tesla's invention of the polyphase induction motor in 1888 which swung the balance of favor from DC to AC. Motors of this type could provide an effective and economical way of utilizing alternating current produced by the AC generators at power stations. With the development of high voltage transformers, it became possible to convert low voltage (high current) power from generating stations to high voltage (low current) power for transmission over distances. The "War of the Currents" was not won, however, without a noted mudslinging match in the newspapers and Tesla's theatrical demonstrations of high voltage electricity. In the end, however, Tesla sold his invention for \$1,000,000 cash and the first AC power transmission lines were erected from Niagara Falls to Buffalo.

Today, engineers are taking a second look at the battle strategy in the "War of the Currents" and again are finding a place for DC — this time for power transmission at high voltages. The reason for the change of preference lies in the development of better high voltage "controlled" rectifiers, electrical components which make it possible to convert from alternating current to direct current or the other



Bruce Kane, NRC/CNRC

The high voltage rectifier in the centre produces DC current for study at NRC's Albion Road field station in Ottawa.

Le courant continu étudié à la station expérimentale du CNRC, rue Albion, à Ottawa, sort du redresseur haute tension que l'on voit au centre.

way around.

Electric utilities have found that high voltage DC has several advantages over AC for power transmission. An obvious gain is in cost savings for erecting DC transmission lines since, unlike AC which requires three conductors, DC needs only two lines to carry its current. Costs can therefore be reduced in the amount of basic materials used, in cheaper transmission line stringing and in the construction of less complex transmission towers. Offsetting this advantage, however, is the higher cost of the terminals which convert from AC to DC at the generating station for transmission, and back again to AC at the receiving station for industrial and domestic use.

By using DC transmission lines over long distances, it is estimated that many millions of dollars can be saved in Canada alone. Already, power from the Nelson River in Manitoba is being transmitted by DC lines and another ambitious project is being considered for supplying power to Newfoundland (from Labrador) using a combination of overhead lines and underwater DC cables.

At the Division of Electrical Engineering's Field Station in Ottawa, engineers are studying the characteristics

of high voltage DC overhead lines. Since transmitting maximum amounts of power efficiently depends upon working at the highest voltages, scientists are finding ways of pushing working voltages even higher. Already, some DC lines are operated at voltages higher than conventional AC lines, but in either case, if the voltage is raised too high, electrical breakdown can occur. Breakdowns take place across insulators on transmission towers and in the air surrounding the lines themselves.

When the electrical field around a transmission line becomes too high, a discharge takes place in the surrounding air. This "corona discharge" tends to occur at places in the transmission system which exhibit "high curvature" — protrusions on a conductor that result from faulty manufacture, deposits of natural contamination, etc. In addition to producing power loss, corona discharges have undesirable environmental effects, such as audible noise, and radio and TV interference.

By making careful measurements on the high voltage DC test lines at the field station, NRC engineers are obtaining a better understanding of corona discharges and their undesir-

CC contre CA

La guerre des courants

Aujourd'hui, l'énergie électrique est généralement transportée sous forme de courant alternatif mais, pour la transporter sur de grandes distances, le courant continu a des avantages que le courant alternatif n'a pas. N'ayant pratiquement joué aucun rôle dans le développement de l'industrie électrique, le courant continu fait une rentrée en scène.

Bien avant la télévision, les réfrigérateurs et les portes de garages automatiques, l'électricité était considérée comme un génie emprisonné dans une bouteille. La plupart des ingénieurs et quelques industriels avaient cependant pris conscience de son pouvoir et, en le libérant, ils allaient déclencher la «guerre des courants».

L'objet de cette «guerre des courants», comme on l'appelait familièrement à la fin du siècle dernier, était d'arriver à s'entendre sur le meilleur moyen d'acheminer l'énergie électrique de la centrale au consommateur. Thomas Edison engagea toutes ses mises et sa réputation sur le courant

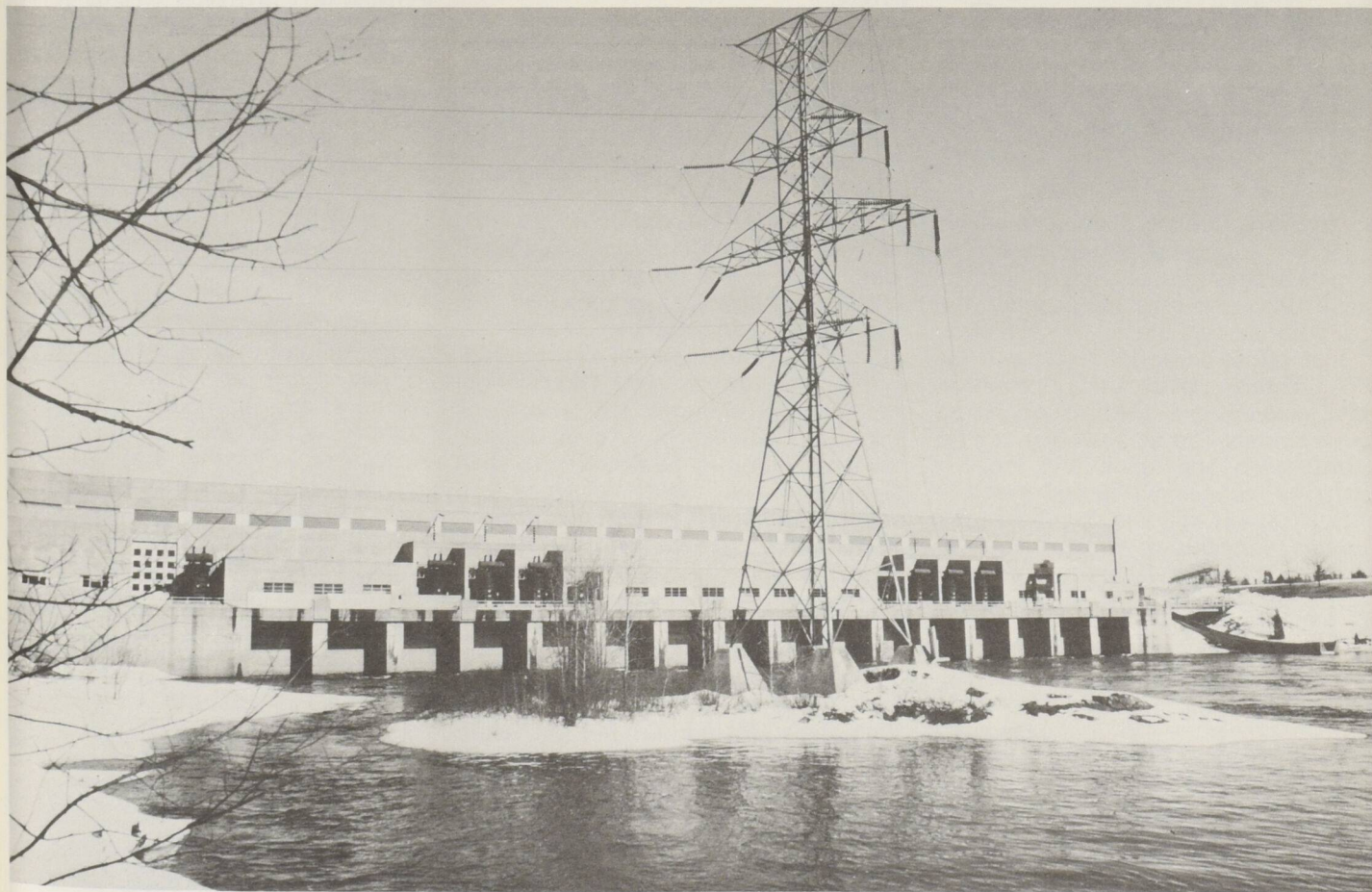
continu qui, aux basses tensions, pouvait être produit plus facilement que le courant alternatif. Cependant, lorsqu'il s'agit de transporter un courant électrique d'une puissance donnée, les hautes tensions sont préférables aux basses tensions parce que l'on enregistre une diminution rapide des pertes électriques dans les conducteurs à mesure que la tension augmente.

C'est l'invention en 1888, par Nikola Tesla, du moteur polyphasé à induction qui devait faire pencher la balance en faveur du courant alternatif. Les moteurs de ce type permettaient l'utilisation efficace et économique du courant alternatif produit par les alternateurs des centrales. La mise au point des transformateurs haute tension ouvrait la voie à la conversion de l'électricité basse tension (courant élevé) produite par les centrales en électricité haute tension (courant faible) pour en faciliter le transport sur de longues distances. Cette «guerre des courants» ne put cependant être gagnée qu'à la suite d'une célèbre campagne de presse où s'échangèrent de

nombreuses injures et après que Nikola Tesla eût théâtralement démontré les avantages du courant haute tension. Tesla devait finalement vendre son invention un million de dollars comptant et le premier réseau permettant d'acheminer du courant de Niagara Falls à Buffalo était mis en place.

Aujourd'hui, les ingénieurs ont repris l'étude des aspects stratégiques de la «guerre des courants» et ceci les a conduits à trouver une place au courant continu, mais cette fois pour le transport de l'énergie aux hautes tensions. Les raisons de ce changement s'expliquent par la mise au point de convertisseurs haute tension améliorés permettant la transformation du courant alternatif en courant continu ou vice versa.

Les compagnies d'électricité se sont aperçues que, pour le transport d'énergie, le courant continu avait, aux hautes tensions, plusieurs avantages sur le courant alternatif. Le plus manifeste de ceux-ci est de nature financière car, alors que pour transporter



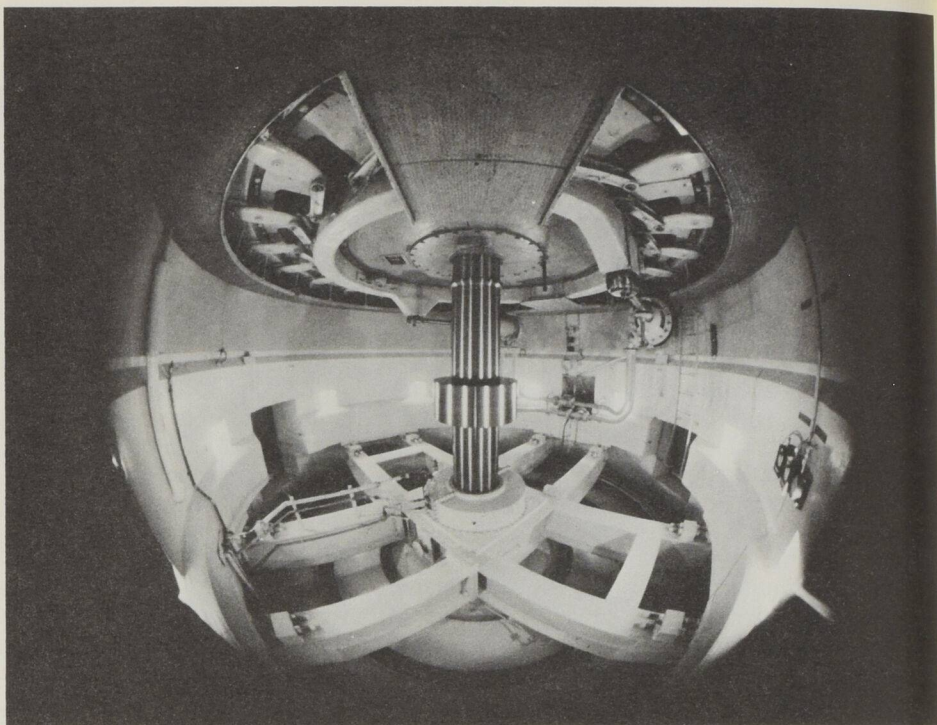
Ontario Hydro

able effects. Such research will help in designing conductors capable of working efficiently at high voltages. The expertise and equipment at the field station has been put to use in testing alternative transmission lines for use in Manitoba (the Nelson River) and Newfoundland (Gull Island power projects).

What of the future for DC transmission? Bob Morris of Electrical Engineering's Power Engineering group believes that it will be used increasingly across the world. "Converter station costs are being steadily reduced through the introduction of improved "thyristors" (controlled solid state rectifiers), thereby making DC systems more cost competitive with AC. In addition, many technical problems are simplified with high voltage DC when power is to be transmitted over long distances by overhead lines or even at comparatively short distances through underground or underwater cables. We'll always need AC for homes and factories, but in some instances high voltage DC will be used for long distance transmission of power from generating sites to cities where it will be converted back to AC and stepped down to domestic voltages."

So a new battle is being won in this "War of the Currents" which has only one victor — the consumer. □

David Peat



Bruce Kane, NRC/CNRC

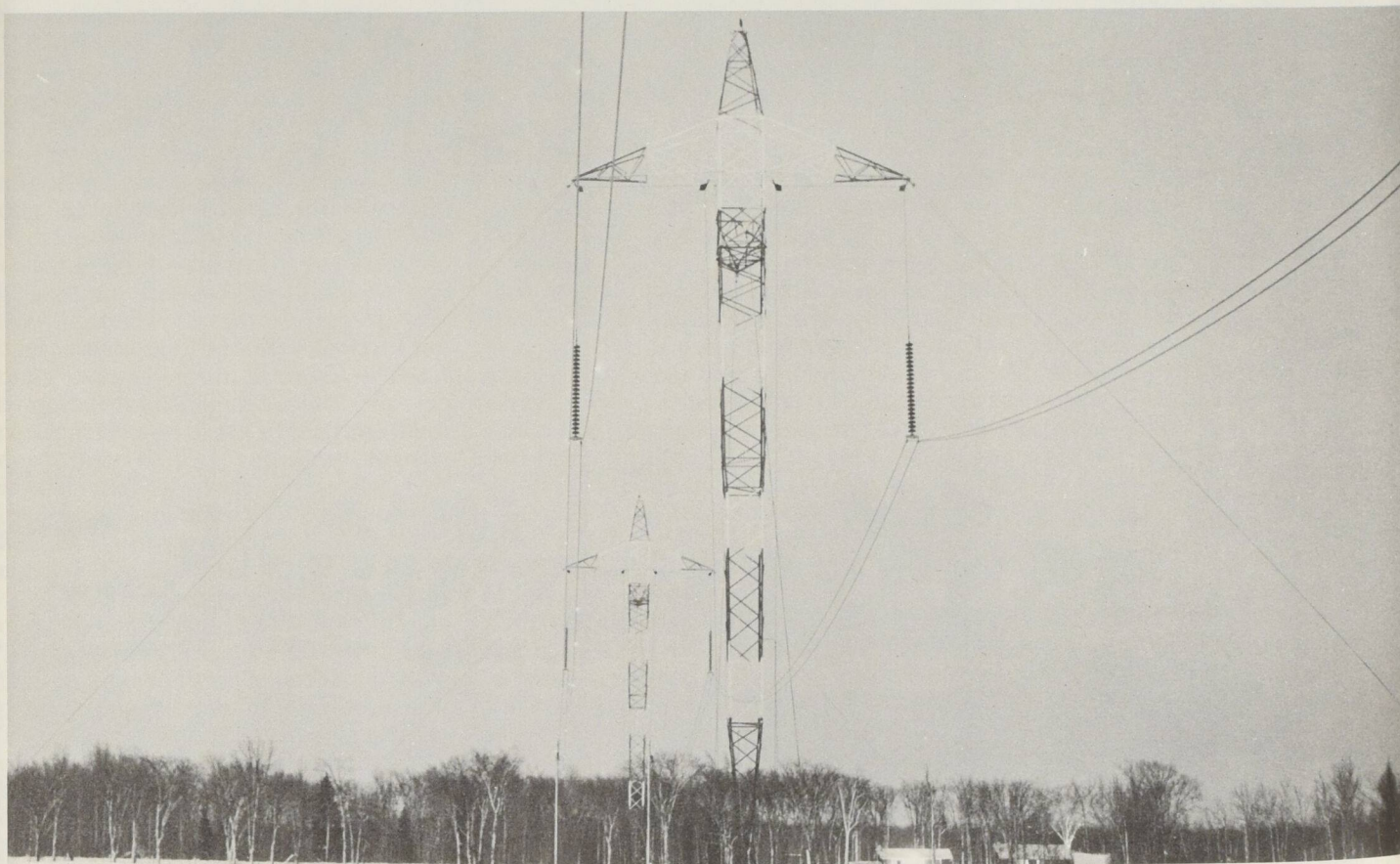
Turbines convert the energy of falling water to electric power.

What appear to be lights strung along these transmission lines Christmas-tree style are actually examples of "corona discharge", an undesirable phenomenon that leads to power loss and can cause radio and television interference.

Des turbines transforment l'énergie d'une chute d'eau en énergie électrique.

Ces lumières semblant accrochées aux lignes électriques comme des lampes à un arbre de Noël sont en fait des «décharges à effet de couronne». Il s'agit là d'un phénomène indésirable conduisant à des pertes d'énergie et à d'éventuelles interférences dans les gammes de fréquences utilisées pour la radio et la télévision.

Dick Phinney, NRC/CNRC



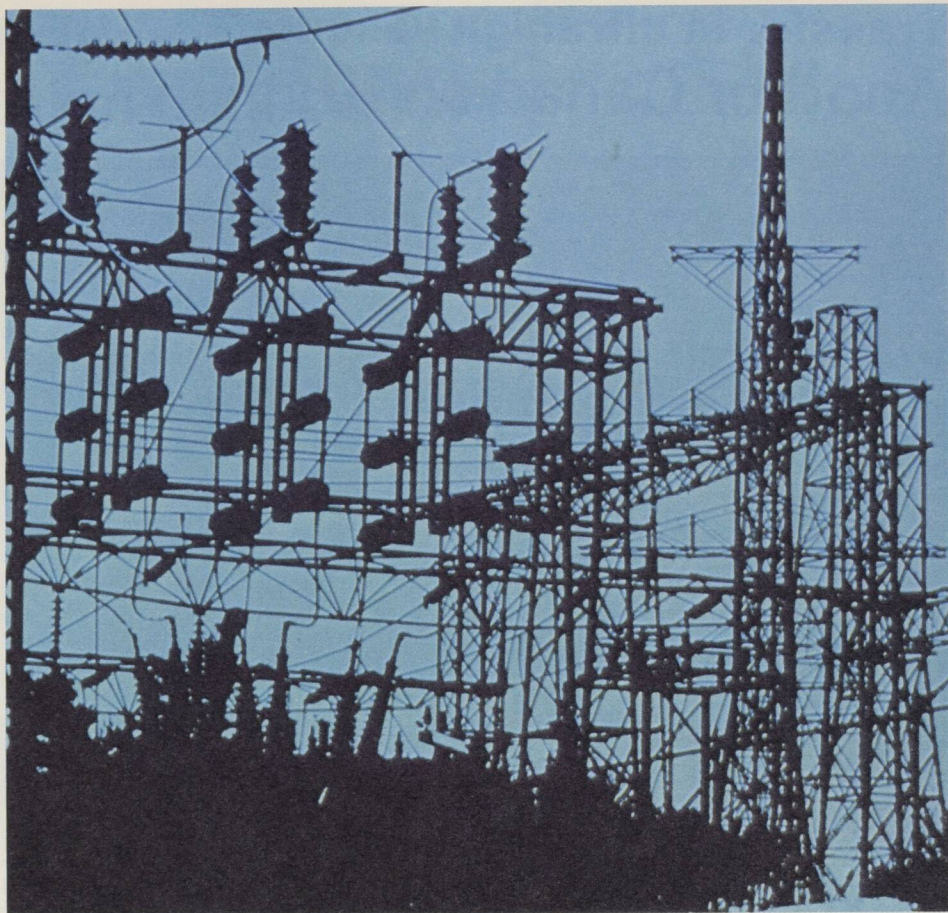
le courant alternatif il faut trois conducteurs, deux suffisent pour le courant continu. Il est donc possible d'économiser sur la quantité de matériel de base nécessaire, sur le tirage des lignes et sur la construction des pylônes. Cet avantage est cependant en partie effacé par le coût plus élevé des postes terminaux transformant, à la centrale, le courant alternatif en courant continu, en vue de son transport, et le retransformant en courant alternatif à l'arrivée pour l'industrie et les particuliers.

On a calculé que, rien qu'au Canada, plusieurs millions de dollars pourraient être économisés en adoptant le courant continu pour le transport de l'énergie électrique sur de longues distances. D'ores et déjà, l'énergie hydroélectrique provenant de la rivière Nelson, dans le Manitoba, est acheminée sous forme de courant continu et un autre projet ambitieux, visant à alimenter de la même façon, à partir du Labrador, Terre-Neuve en courant continu au moyen de câbles aériens et sous-marins, est à l'étude.

À la station expérimentale de la Division de génie électrique, à Ottawa, des ingénieurs étudient les caractéristiques des lignes aériennes haute tension à courant continu. La puissance électrique acheminée étant proportionnelle à la tension appliquée sur la ligne, c'est en exploitant cette ligne à la tension la plus élevée possible que l'on peut transmettre la quantité maximale d'énergie et c'est pourquoi les scientifiques mettent au point des méthodes leur permettant de travailler à des tensions de service encore plus élevées. Certaines lignes à courant continu sont déjà exploitées à des tensions plus élevées que les réseaux à courant alternatif classiques mais, dans l'un ou l'autre cas, si la tension atteint une valeur trop élevée, il peut se produire des ruptures dans les isolateurs des pylônes, et des décharges dans l'air entourant les câbles lorsque le champ électrique est trop élevé.

Ces «décharges par effet de couronne» ont tendance à se produire là où il y a une courbure élevée sur un conducteur du réseau de transport, c'est-à-dire des protubérances résultant d'un défaut de fabrication, de dépôts provenant d'une contamination naturelle, etc. Non seulement entraînent-elles des pertes d'énergie mais elles ont aussi des effets indésirables sur l'environnement comme, par exemple, la production de bruit audible et d'interférences dans les fréquences utilisées pour la radio et la télévision.

En procédant à des mesures précises sur les réseaux expérimentaux de



Bruce Kane, NRC/CNRC

The transmission of electric power from generating stations to customers can involve considerable distances. Historically, AC transmission has been used, but now engineers are taking a second look at DC.

Pour transporter l'énergie électrique des centrales aux consommateurs des distances considérables doivent parfois être franchies. Jusqu'à maintenant, on a toujours utilisé le courant alternatif mais, aujourd'hui, les ingénieurs s'intéressent à nouveau au courant continu.

courants continus aux hautes tensions, les ingénieurs du CNRC augmentent leurs connaissances sur le mécanisme des décharges par effet de couronne et sur leurs conséquences indésirables. Ces travaux les aideront à réaliser des conducteurs pouvant travailler efficacement à des tensions élevées. Les compétences et le matériel de la station expérimentale ont permis de tester de nouveaux types de réseaux de transport pour le Manitoba (rivière Nelson) et Terre-Neuve (Gull Island power projects).

Quel est l'avenir du courant continu pour le transport de l'énergie? Bob Morris, de la section de l'énergie de la Division de génie électrique, pense qu'il sera de plus en plus utilisé dans le monde entier et il a bien voulu nous donner les précisions suivantes: «Le prix de revient des postes de transformation baisse régulièrement grâce à l'introduction de «thyristors» améliorés (convertisseurs à semi-conducteurs) et, de ce fait, on observe un accroissement de la compétitivité des ré-

seaux à courant continu vis-à-vis de ceux à courant alternatif.

D'autre part, le transport d'énergie sur de longues distances par lignes aériennes, ou même sur des distances relativement faibles par câbles souterrains ou sous-marins, simplifie de nombreux problèmes techniques lorsqu'il s'agit de courant continu haute tension. Nul doute que nous aurons toujours besoin de courant alternatif pour les foyers et les usines mais, dans certains cas, on utilisera le courant continu haute tension pour transporter l'énergie sur de longues distances, c'est-à-dire des centrales aux villes où elle sera transformée à nouveau en courant alternatif et réduite aux tensions correspondant aux besoins des usagers.»

Ainsi donc, une nouvelle bataille est en train de se gagner dans cette «guerre des courants» et elle n'aura qu'un seul vainqueur: le consommateur. □

Texte français: Claude Devismes

Transfer in ultrahigh vacuum

Another Canadian first

A new NRC device can transfer materials under study from one ultrahigh vacuum analytical chamber to another, keeping the materials at ultrahigh vacuum at all times.

Theoretical calculations suggest a vacuum in outer space as low as 10^{-20} torr — almost one hundred million billion times less than atmospheric pressure on earth. Not surprisingly, then, research in ultrahigh vacuum technology (defined as pressures below 10^{-9} torr) was accelerated after the successful launching of the Russian Sputnik in 1957.

One of the early achievements in ultrahigh vacuum technology stimulated by the space program was an NRC invention, a magnetic ultrahigh vacuum gauge. It accompanied the American Apollo spaceships to the moon. Recently, NRC scientists have succeeded in another coup; they have built a device which can transfer materials from one area of ultrahigh vacuum to another, keeping the ma-

terials at ultrahigh vacuum at all times.

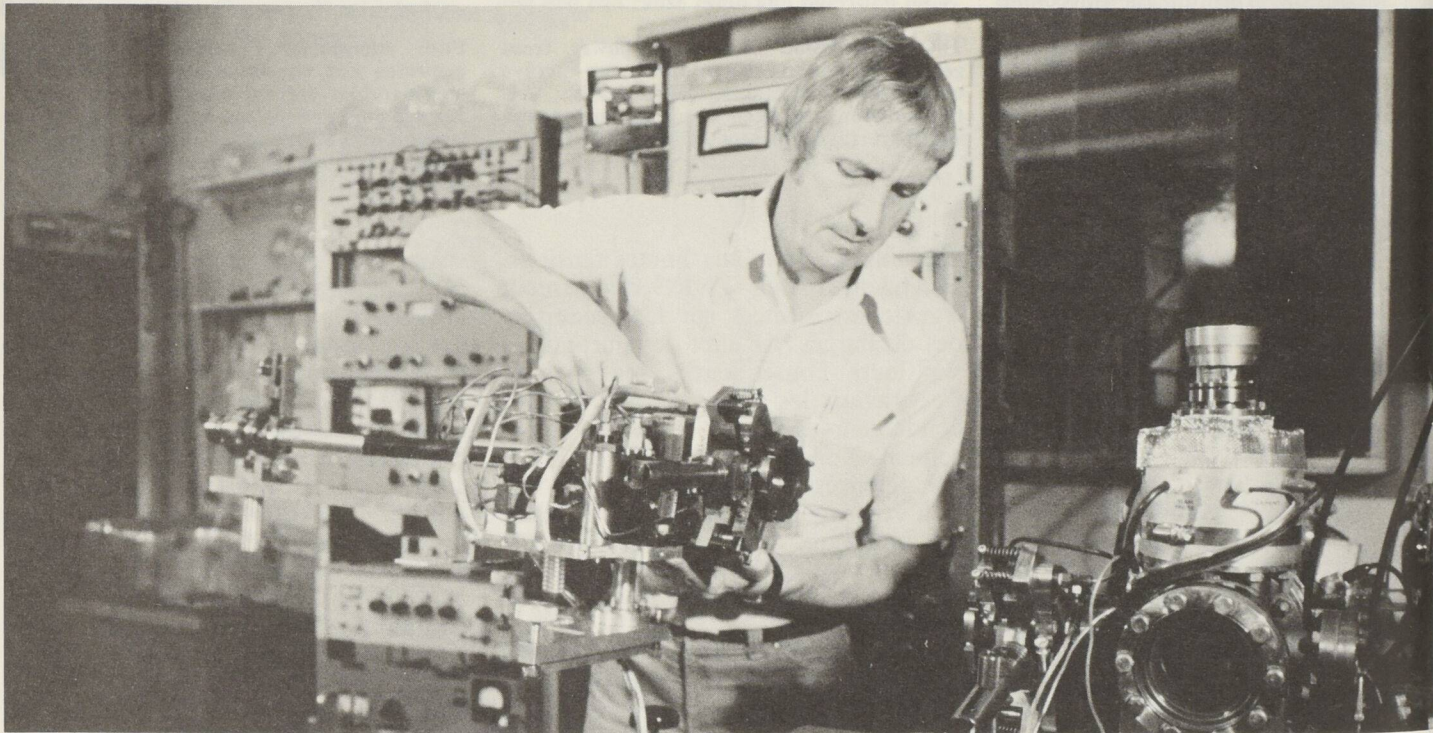
A vacuum, simply, is the absence of air or other gases in a particular area (the vacuum in an electronics tube is created by pumping the air out and sealing it). The degree of vacuum that can be generated depends on the sophistication of the pumping equipment, and its measurement is based on the atmospheric pressure at sea level: 1 Atmosphere, or, in scientific terms, 760 torr. We can measure accurately down to 10^{-12} torr, a pressure still far removed from the vacuum in outer space which is one hundred million times beyond the capability of our best gauges.

Another area besides the space program which requires ultrahigh vacuum technology is the science of surface physics, or the study of the structure and properties of surfaces. These investigations may be directed at determining such things as the corrosive properties of metal tubing, the structure and properties of space materials, or the effect of neutrons and

other subatomic particles on nuclear reactor walls. A prerequisite for these studies is a completely controlled environment, one that will not change the material's properties while under investigation. This means that the object of study must be maintained strictly free from atmospheric gases which can deteriorate the surface by chemical interaction or by adsorbing to it.

What makes these studies logistically complex is that several different methods of investigation are required to properly evaluate the properties of a surface. One such method is to bombard the material with ions that chip away the surface one atom at a time and analyze the products. Another is to examine the material's reflective properties when exposed to low energy particles. Many other more complicated procedures are also used.

Most of the equipment for the various testing procedures has to be housed in ultrahigh vacuum chambers to keep the object under study isolated



Bruce Kane, NRC/CNRC

The uhv target transfer device (above), designed in the Division of Electrical Engineering, allows scientists to transfer samples under study from one uhv analytical instrument to another, maintaining the ultrahigh vacuum at all times. Light enough to be carried by hand, the uhv target transfer device is suitable for transporting materials between the zero gravity of the Space Shuttle and Earth. The transfer device has been licensed for manufacture to Canadian Vacuum Equipment Ltd. of Montreal. With the aid of a PILP grant from NRC, the company is currently constructing 3 units for distribution and evaluation at Laval and McMaster universities and NRC.

Le dispositif de transfert de cibles dans l'ultravide, suffisamment léger pour être déplacé à la main, permet de transporter des échantillons à bord de la navette spatiale qui, lorsqu'elle est satellisée, se trouve dans un milieu d'apesanteur, puis de les ramener à Terre. Ce dispositif de transfert sera fabriqué sous licence par la Canadian Vacuum Equipment Ltd., de Montréal. Grâce à une subvention accordée dans le cadre du programme PPIL du CNRC, cette compagnie construit actuellement trois unités destinées respectivement à l'Université Laval, à l'Université McMaster et au CNRC qui se chargeront de leur faire subir les essais nécessaires.

Le transfert dans l'ultravide

Une autre réalisation canadienne

Un nouveau dispositif mis au point au CNRC permet de transférer en cours d'analyse, et sans interruption de l'état d'ultravide, des échantillons d'une chambre à ultravide à une autre.

D'après des calculs théoriques, le vide qui règne dans l'espace atteint une pression de 10^{-20} torr, presque cent millions de milliards de fois inférieur à la pression atmosphérique terrestre. Il n'est donc pas surprenant que la recherche en techniques de transfert dans l'ultravide (correspondant à des pressions inférieures à 10^{-9} torr) ait été intensifiée à la suite du lancement, en 1957, du vaisseau spatial russe, Spoutnik.

Une des premières réalisations dans le domaine de l'ultravide, stimulée par la recherche spatiale, est la mise au point, par des scientifiques du CNRC, d'une jauge magnétique d'ultravide. Cet instrument a été utilisé à bord des vaisseaux spatiaux américains «Apollo» lors de leurs missions lunaires. Les scientifiques du CNRC viennent de réussir un autre tour de force: ils ont mis au point un dispositif permettant le transfert d'échantillons d'une enceinte à ultravide à une autre, sans interruption de l'état d'ultravide.

Le vide est le résultat de l'absence d'air ou d'autres gaz dans un espace donné (on crée le vide dans un tube électronique en évacuant, à l'aide d'une pompe, l'air qui s'y trouve et en le fermant hermétiquement). L'intensité du vide obtenu dépend du perfectionnement de l'équipement de pompage, et sa mesure est basée sur la pression atmosphérique au niveau de la mer, soit une atmosphère ou 760 torr. Il est possible de mesurer avec précision des pressions atteignant 10^{-12} torr, qui demeurent bien inférieures aux pressions rencontrées dans l'espace et dont la mesure demanderait des instruments d'une sensibilité cent millions de fois supérieure à celle des meilleures jauges actuelles.

En dehors de la recherche spatiale, l'autre domaine qui fait appel aux techniques d'ultravide est la physique des surfaces. Cette science étudie la structure et les propriétés des surfaces et permet, par exemple, de déterminer la résistance à la corrosion de tubes métalliques, la structure et les propriétés de minéraux provenant de l'espace ou l'effet de neutrons et autres particules nucléaires sur les parois de réacteurs nucléaires. Il est cependant d'une importance capitale de réaliser



Bruce Kane, NRC/CNRC

A view of an analytical instrument through the porthole of the uhv chamber. A tweezer-like claw is about to withdraw a small disc from the analytical chamber into the uhv chamber of the transport device. After completing the removal and replacement, the uhv target transfer device containing the sample can be transported either next door or around the world, with minimal contamination of the experimental material.

Vue d'un instrument d'analyse à travers la fenêtre d'observation d'une chambre à ultravide. Un bras en forme de brucelles retire un petit disque métallique de la chambre d'analyse pour le placer dans la cavité à ultravide du dispositif de transfert. Cette opération terminée, il est possible de transporter le dispositif à ultravide contenant l'échantillon dans la salle voisine ou autour du monde, et ceci en réduisant les risques de contamination au minimum.

ces études dans un milieu entièrement contrôlé pour que les propriétés des échantillons analysés ne soient pas modifiées. Les échantillons doivent donc être conservés à l'abri des gaz atmosphériques qui pourraient détériorer leur surface par interaction chimique ou adsorption.

La complexité de l'étude des propriétés des surfaces vient du fait qu'elle s'appuie sur plusieurs méthodes analytiques différentes. Une d'entre elles consiste à bombarder l'échantillon avec des ions qui arrachent des atomes de sa surface, un par un, et permet ainsi son analyse. Une autre de ces méthodes consiste à étudier les propriétés de réflexion de l'échantillon lorsqu'il est exposé à des particules de faible énergie. Un grand nombre d'autres procédés encore plus compliqués sont également utilisés.

La plupart des instruments servant à ces diverses analyses doivent être conservés dans des chambres à ultravide, à l'abri des corps étrangers, afin d'éviter de contaminer les échantillons

étudiés. Or, jusqu'à présent, aucun système ne permettait le transfert d'échantillons d'une chambre à une autre, tout en maintenant l'état d'ultravide. Pour obvier à ces restrictions, l'incorporation de tous les instruments d'analyse dans une même chambre à ultravide, munie de plusieurs fenêtres d'observation et extrêmement coûteuse, s'avérerait nécessaire. Cet équipement manquerait de souplesse, ne permettrait pas la réalisation de plus d'une expérience à la fois et ne pouvait être utilisé que par un seul scientifique pendant toute la durée de l'expérience.

Génés par ces inconvénients, le Dr J.P. Hobson et ses collaborateurs de la section de physique électronique de la Division de génie électrique ont décidé de remédier à cette situation. Leur objectif était de construire un système de «transfert de cibles» permettant le déplacement d'échantillons, au cours de leur analyse, d'un dispositif à ultravide à un autre, sans interruption de l'état d'ultravide. Ceci permettrait de conserver chaque dispositif

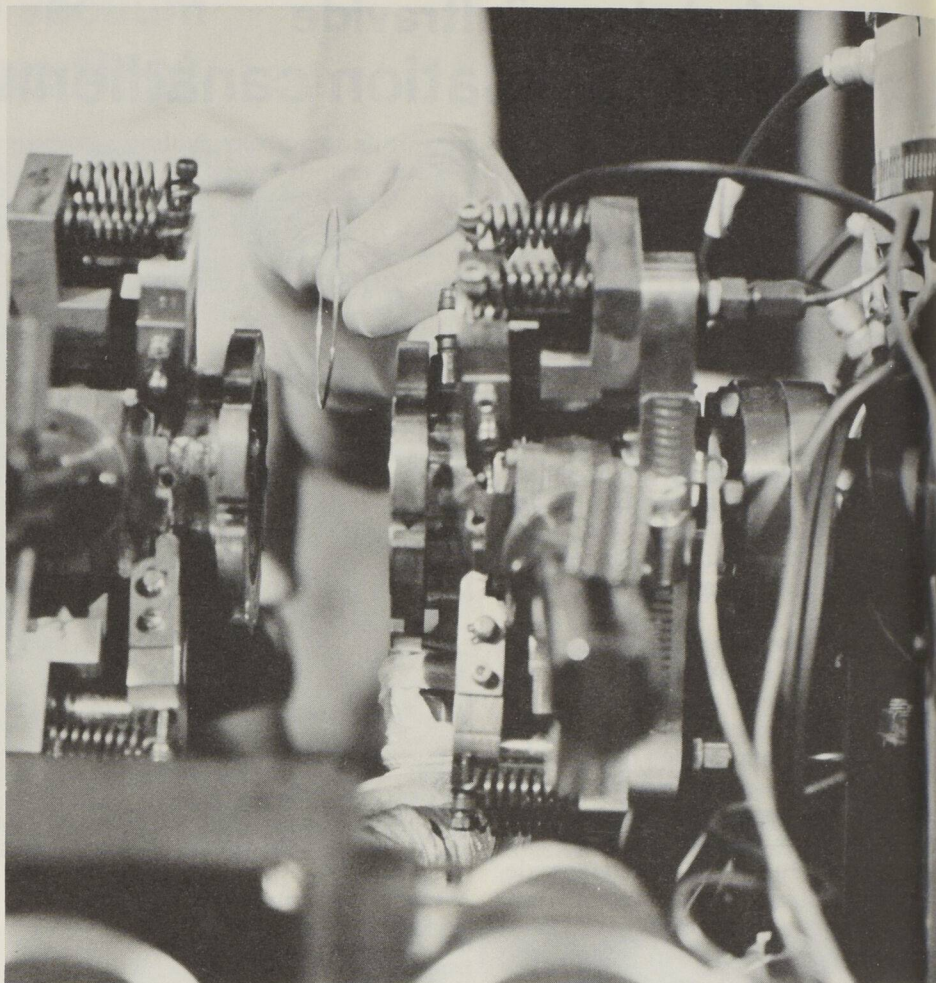
from interfering molecules. But no system has been available to transfer samples between chambers while still maintaining an ultrahigh vacuum. This limitation necessitated the incorporation of all the analytical devices into one ultrahigh vacuum chamber, a trend which gave rise to an extremely expensive, multi-ported, all-in-one apparatus. The equipment lacked flexibility, and limited investigation to one experiment at a time, restricting its availability to only one scientist for the duration of the study.

Faced with the elevated costs of multi-ported, ultrahigh vacuum devices and their undesirable inflexibility, Dr. J. P. Hobson's group in the Electron Physics Section of the Division of Electrical Engineering decided to take a different course. Their idea was to build a "target transfer" system which could remove material under study from one analytical apparatus to another while maintaining ultrahigh vacuum at all times. This would allow each analytical system to be housed in its own ultrahigh vacuum, permitting all of them to be used simultaneously. Once a particular analysis was completed, the target could be moved to the next system without contamination.

"My co-workers and I began our quest in 1972," reflects Dr. Hobson. "Many problems had to be solved but the most important one was to maintain the high vacuum under conditions of movement, vibration and pumping. Vacuum equipment at that time had seals that were too large and insufficiently leak-tight. So, for the ultrahigh vacuum target transfer system new seal design and methods had to be explored. With the cooperation of a number of people including professionals, technicians, machinists, workers, design draftsmen, welders, photographers and our secretarial services, we eventually succeeded."

The device they built is a portable ultrahigh vacuum chamber which, in principle, can physically link up with any of the modern analytical instruments used in surface studies. After link-up the air lock is evacuated and the ports between the analytical instrument and the target transfer device are opened while maintaining conditions of ultrahigh vacuum. A tweezer-like arm from the target transfer device is inserted into the analytical instrument's chamber to grasp the target "A" under study. The arm is retracted with target "A" back into the transport device.

Another target "B" stored in the transport device can now be placed in



Bruce Kane, NRC/CNRC

The above photo shows a specialized seal which is positioned between the uhv target transfer device (left) and an analytical instrument (right) when they are linked together.

the analytical instrument and the appropriate ports closed, sealing the chambers. When the airlock is refilled with air the two instruments are uncoupled and target "A" can then be transported to the next analytical instrument in ultrahigh vacuum, without contamination, whether it is in the next door laboratory, some other city or around the world.

"Our first transfer was achieved in 1976 when a target was removed from one analytical system and placed into another maintaining 10^{-9} torr," relates Dr. Hobson. "Although complete transfer took four hours we considered this to be quite a respectable beginning. Our design was such that the distance of transfer was unlimited. Recently, we conducted a transfer experiment which began in Ottawa, included a demonstration at an international meeting in Vienna, followed by the return to Ottawa and the reinsertion of the target into its original system. During the trip the static pressure was maintained at less than 10^{-10} torr

L'étude des propriétés réelles des surfaces métalliques ou autres matériaux exige des conditions d'ultravide ininterrompues pendant toute la durée de l'analyse. Le dispositif de transfert de cibles (ci-dessus), mis au point à la Division de génie électrique, permet aux scientifiques de transférer des échantillons d'un dispositif à ultravide à un autre, sans interruption de l'état d'ultravide. Cette série de photographies montre les différentes étapes du processus de jonction du système de transfert de cibles (à gauche) à l'appareil d'analyse (à droite).

and all transfers were completed successfully below 10^{-9} torr."

What does the future hold for this significant Canadian effort? Dr. Hobson comments: "Besides its obvious role in the field of surface physics, the ultrahigh vacuum target transfer device could be used for transporting samples back from space missions such as to the surface of the moon. Since the moon exists in a vacuum (daytime 10^{-8} torr; nighttime 10^{-12} torr) compared with the earth (760 torr), accurate analysis of its surface structure requires maintaining the material in an environment free of contaminating pollutants. The compact and lightweight device can be transported by hand and therefore is suitable for space travel." □

Sadiq Hasnain

d'analyse dans l'ultravide, rendant possible l'utilisation simultanée de l'ensemble de ceux-ci. Ainsi, à la fin de chaque analyse, la cible pourrait être placée dans un autre dispositif, sans risque de contamination.

«Mes collègues et moi-même avons commencé nos recherches en 1972», nous dit le Dr Hobson. «Il fallait résoudre un grand nombre de problèmes, mais la chose la plus importante était de maintenir un vide poussé pendant les déplacements et sous des conditions de vibrations et de pompage. L'équipement utilisé présentait des joints trop grands et pas assez étanches. Ainsi, il fallait donc mettre au point un nouveau joint pour le système de transfert de cibles dans l'ultravide. Grâce à la collaboration d'un grand nombre de professionnels, de techniciens, de mécaniciens, de dessinateurs, de soudeurs, de photographes et des services de secrétariat, nous y sommes parvenus.»

Ce dispositif est une chambre à ultravide portable, pouvant, en principe, être reliée à n'importe quel appareil d'analyse moderne, utilisé pour l'étude des surfaces. Lorsque la connexion est faite, l'air est évacué du sas et les orifices qui séparent les instruments du dispositif de transfert

des cibles sont ouverts. Toutes ces étapes sont réalisées dans des conditions d'ultravide. Un bras en forme de brucelles et fixé au dispositif de transfert pénètre dans la chambre d'analyse pour saisir la cible «A» qu'il amène dans le dispositif de transfert; là, il saisit une cible «B» et la place à son tour dans l'enceinte des analyses. Cette opération terminée, chaque dispositif est hermétiquement fermé et après avoir laissé pénétrer l'air dans le sas, les deux chambres sont séparées l'une de l'autre. La cible «A» peut alors être transférée, dans l'ultravide et à l'abri de contaminations, à un autre dispositif d'analyse situé soit dans un laboratoire voisin, dans une autre ville ou même un autre pays.

«Nous avons réalisé le premier transfert en 1976. Au cours de cette opération, une cible a été transportée d'un dispositif d'analyse à un autre, sous une pression de 10^{-9} torr», ajoute le Dr Hobson. «Bien que l'entière réalisation de ce transfert ait pris quatre heures, elle a constitué pour nous un début respectable. Notre modèle avait été conçu de façon à permettre des transferts sans limitation de distance. Nous avons récemment effectué un transfert au cours duquel un échantillon a été transporté d'Ottawa à

Vienne pour une démonstration au cours d'une conférence internationale, puis rapporté à Ottawa et replacé dans son système d'origine. Pendant toute la durée du voyage, la pression statique a été maintenue à moins de 10^{-10} torr et tous les transferts ont été réalisés avec succès à une pression inférieure à 10^{-9} torr.»

Que peut nous apporter cette remarquable réalisation canadienne? Laissons la parole au Dr Hobson: «En plus de ses applications dans le domaine de la physique des surfaces, le dispositif de transfert de cibles dans l'ultravide pourrait être utilisé pour le transport d'échantillons rapportés de missions spatiales comme les missions lunaires. Étant donné que le vide qui règne sur la lune atteint des pressions de 10^{-8} torr pendant la journée et de 10^{-12} torr pendant la nuit, alors que la pression atmosphérique terrestre est de 760 torr, il est nécessaire, pour faire des analyses précises de sa structure superficielle, de maintenir les échantillons à l'abri de toute contamination. Léger, de faible encombrement et pouvant être transporté à la main, le dispositif mis au point au CNRC convient donc parfaitement aux missions spatiales.» □

Texte français: Annie Hlavats



Business Reply Mail Correspondance - réponse d'affaires
No postage necessary in Canada Se poste sans timbre au Canada

National Research Council Canada
Conseil national de recherches Canada
**OTTAWA
CANADA
K1A 0R6**

Public Information - Information publique

1978/3	
ADDRESS CHANGE	CHANGEMENT D'ADRESSE
☐ Name / address printed wrongly - corrected below	☐ Nom / adresse comportant une erreur - correction ci-dessous
☐ Mailing label is a duplicate - please delete from list	☐ L'adresse est un duplicata - Rayez-la de la liste
☐ Please continue my mailing and add new person listed below	☐ Gardez mon nom sur votre liste d'envoi et ajoutez-y celui du nouvel abonné ci-dessous
☐ Name below should replace that shown on label	☐ Remplacez le nom figurant dans l'adresse par celui indiqué ci-dessous
Discontinue sending: ☐ all publications ☐ this publication ☐ Ne plus envoyer vos publications ☐ cette publication	
NAME - NOM	
TITLE - TITRE	
ORGANIZATION - ORGANISME	
STREET - RUE	
CITY - VILLE	
PROVINCE	POSTAL CODE POSTAL COUNTRY - PAYS
FASTEN HERE - SCOLLER ICI	

SUMMER STUDENT PROGRAM

Each year in early May, undergraduate students from universities across Canada arrive at NRC establishments to spend their summer working with scientists and research engineers in the Council's regional and central laboratories. This national program, now in its 30th year, recruits through placement officers and heads of science and engineering departments at Canadian universities. Letters to these, plus a notice-board publicity program each Fall, bring in about 1,500 applications. Approximately 1,000 of these are qualified by a board which selects on the basis of high academic record and from this pool the yearly quota (240 for the summer of 1978) is chosen. Most of the students hired are in their third or fourth year of studies and 80 per cent of these will be employed in laboratory projects oriented to their chosen career field. Proof of the value of the NRC summer student program can be seen from the evidence of last year, when a student was named co-author of a published scientific paper . . . a very rare achievement.

PROGRAMME D'EMPLOIS D'ÉTÉ POUR LES ÉTUDIANTS

Chaque année, début mai, des étudiants du premier cycle d'universités des différentes provinces canadiennes entreprennent un stage d'été qui leur permet de travailler avec des scientifiques et des ingénieurs des laboratoires de recherche régionaux et centraux du CNRC. Ce programme national, maintenant dans sa 30^e année d'existence, recrute ces stagiaires dans les universités canadiennes avec l'aide des agents de placement et des directeurs des départements de sciences et de sciences appliquées de ces établissements. L'envoi de lettres à ces responsables et une campagne d'affichage automnale permettent d'enregistrer quelque 1 500 candidatures annuelles. Environ 1 000 de celles-ci sont retenues par un jury qui sélectionne sur dossier les étudiants ayant obtenus les notes les plus élevées et c'est sur cette base que le quota annuel (240 pour l'été 1978) est finalement choisi. La plupart des étudiants recrutés en sont à leur troisième ou quatrième année d'études et 80% de ceux-ci travailleront sur des projets relevant du domaine spécialisé où ils ont choisi de faire carrière. Nul autre exemple ne pourrait mieux témoigner de la valeur de ce programme d'emplois d'été du CNRC que le cas de cet étudiant qui, l'année dernière, a vu son nom figurer en qualité de coauteur sur une communication scientifique . . . événement rarissime s'il en est!

CUT - DÉCOUPEZ


National Research Council
Canada
Ottawa, Canada
K1A 0R6

Conseil national de recherches
Canada
Ottawa, Canada
K1A 0R6

PLIEZ VERS L'INTÉRIEUR

FOLD IN

Canada Post	Postes Canada
Bulk Third Class	En nombre Troisième classe
K1A 0R6 Canada	

IS YOUR ADDRESS LABEL CORRECT?

Please make any needed corrections on form overleaf, clip along the dotted line, fold, fasten and return to us.

If you prefer to use a separate sheet, please ensure that all the information on the label below is included to permit us to retrieve your address record from the computer.

VOS NOM ET ADRESSE COMPORTENT-ILS UNE ERREUR?

Veuillez procéder aux corrections éventuelles sur le formulaire se trouvant au verso, le découper en suivant le pointillé, le plier, le sceller et nous l'envoyer.

Si vous préférez utiliser une feuille séparée, assurez-vous de n'omettre aucun des renseignements figurant dans le bloc-adresse ci-dessous pour que nous puissions extraire de l'ordinateur les données relatives à votre adresse.

CUT - DÉCOUPEZ