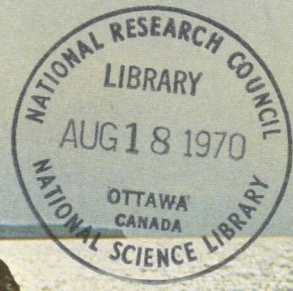


JEB
FOR RET

RSC

SCIENCE DIMENSION



Vol. 2 No. 4, August - Août 1970



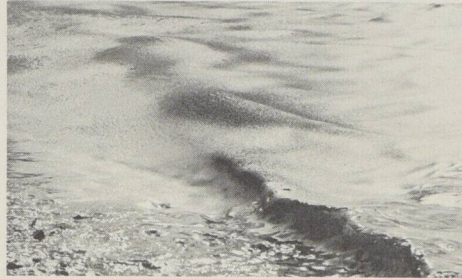
National Research Council of Canada
Conseil national de recherches du Canada

SCIENCE DIMENSION

VOL. 2 NO. 4, AUGUST 1970

VOL. 2 NO. 4, AOUT 1970

Cover photograph: Oil from the tanker Arrow which sank off the Nova Scotia coast early this year befouled Chedabucto Bay. By Bruce Kane, NRC.



Notre couverture: La baie de Chedabucto polluée par le pétrole échappé des flancs du pétrolier "Arrow" ayant coulé au large de la Nouvelle-Ecosse. Par Bruce Kane, CNRC.

CONTENTS

SOMMAIRE

-
3. Latch for Pandora's box
4. Les ordinateurs et la masse des données
-
6. Threat to balance of nature
7. L'équilibre écologique en danger
-
10. Biological nitrogen fixation (Guest writer) D. F. Kirkland
(Auteur invité)
11. Les protéines et l'azote atmosphérique
-
14. Cell research at University of Montreal
15. Recherches sur les cellules à Montréal
-
16. Wind loads on tall buildings
17. Effets du vent sur les édifices-tours
-
22. Teaching computers to see
23. L'ordinateur aux yeux de lynx
-
28. New hydrogen oxides identified
29. Les polyoxydes d'hydrogène
-

Science Dimension is published six times a year by the Information Services Office of the National Research Council of Canada. Material may be reproduced with or without credit unless a copyright is indicated. Enquiries should be sent to Science Dimension, NRC, Ottawa 7, Canada. Telephone: (613) 993-9101.

Publiée six fois par an par l'Office des Services d'information du Conseil national de recherches du Canada. La reproduction des textes est autorisée sauf indication contraire. Prière d'adresser toute demande de renseignements à: Science Dimension, CNRC, Ottawa 7, Canada. Téléphone (613) 993-9101.

Managing Editor/Directeur — René Montpetit

Editor/Rédacteur en chef — John E. Bird

Design/Arts graphiques — CGEC/CEGC

Photography/Illustration — Grant Crabtree, Bruce Kane

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

Production/Édition — Alex Maton

Computers and the information explosion

A latch for Pandora's box

Identifying compounds at the CODATA symposium using a computer system which compares the infrared spectrum of the unknown with 90,000 reference spectra at the rate of 1,000 per second.

Au symposium, on a identifié des substances chimiques très rapidement au moyen de l'ordinateur. Ici, le spectre infrarouge de l'inconnu est comparé à quelque 90,000 spectres de référence à raison de mille par seconde.



While today's scientists fret over the mushrooming information explosion and struggle to keep their heads above the 50,000 journals and periodicals now being published, could all the data they need be as close as their telephone? Would they have expert scientists and engineers using high-speed computers to ensure that the data they want is accurate and up to date?

Impossible dream? No. Imminent reality!

Such was the theme of a symposium held in Ottawa at the National Research Council of Canada under the sponsorship of the Canadian and United States National Committees for CODATA and the CODATA Task Group on Computer Use. The Chairman of the Canadian Committee is Dr. R. N. Jones, Head of the Organic Spectrochemistry Section of NRC's Division of Chemistry.

CODATA (Committee on Data for Science and Technology) was established in 1966 by the International Council of Scientific Unions to promote international cooperation in tackling the problem of compiling,

evaluating, storing and disseminating numerical scientific information.

Dr. F. D. Rossini of Notre Dame University and President of CODATA, says the numerical data in the ever-growing volume of scientific publications is the lifeblood of science. But the magnitude of this information makes it impossible for individual scientists to review all the data being published in their fields. In addition, most scientists usually do not possess the expertise necessary to reduce the data to an understandable and useful form.

But the computer working on an international basis can meet the challenge of the information explosion. Practical demonstrations at the symposium have shown that the equipment and technology now are available for the establishment of such an information transferal system.

The numerical values available will be of much higher quality than those produced by the sporadic efforts of scientists primarily interested in other problems and can be continuously brought up to date. This latter point is very important for technology and

industry today, where the precise control of temperature, pressure and other variables makes possible the conduct of industrial processes heretofore considered impossible.

The symposium showed that the current rapidity and versatility of data transmission by computers are such that, by "plugging into" existing networks, computers can in a matter of seconds provide such data as fundamental constants, atomic and molecular weights, transition points and ionization potentials for atoms, etc., in addition to searching for and identifying substances from these and other physical properties.

At the symposium it was demonstrated that a scientist using a telephone with a Touch-tone keyboard can feed a question to a computer and receive an answer a few seconds later voiced over the telephone. Two other demonstrations involved computer-aided recording and identification of infrared spectra and X-Ray diffraction patterns — an analyst's pipe-dream come true. ■

Les ordinateurs entrent dans la lutte Contre la masse des données



Le Dr. F. D. Rossini, Président de CODATA (au centre) discute avec le Dr. Guy Waddington (à gauche) et le Dr. R. N. Jones lors du symposium.

CODATA President, Dr. F. D. Rossini (centre) in discussion with Dr. Guy Waddington (left) and Dr. R. N. Jones at the CODATA symposium.

Le chercheur d'aujourd'hui fait face à une quantité toujours croissante de données. A l'heure actuelle, quelques 50,000 revues scientifiques l'assaillent de tous les côtés. Mais se peut-il qu'il ait un jour les données dont il a besoin à la portée de la main? Se peut-il qu'il puisse aussi avoir recours à des experts et ordinateurs puissants qui lui assureront la précision des données même les plus récentes?

Rêve irréalisable? Mais non! Plutôt réalité immanente.

Tel était le thème d'un symposium, tenu au Conseil national de recherches du Canada, présidé par le Docteur R. N. Jones, chef de la Section de spectrochimie organique de la Division de chimie du Conseil et président du Comité canadien de CODATA. Le symposium avait lieu sous l'égide de ce comité, du comité américain et d'un comité d'étude sur l'emploi des ordinateurs au profit de CODATA.

CODATA signifie "Comité sur les données pour la science et la technologie". Il fut établi en 1966 par le Conseil international des unions scientifiques (ICSU), afin de recueillir, évaluer, mettre en réserve et répandre

l'information numérique à l'intention des chercheurs.

Le Dr. F. D. Rossini, Président du CODATA, a dit que la masse toujours croissante de données numériques dans les revues scientifiques n'est pas moins que l'âme de la science. Mais en raison de la quantité d'information, il est impossible aux individus de se tenir au courant de toutes les données qui les concernent. En outre, la plupart des chercheurs ne savent pas toujours très bien réduire les données comme il le faut.

Mais grâce à l'ordinateur et à la coopération internationale on pourrait combattre l'explosion de l'information scientifique. Des essais entrepris au symposium ont justement démontré que tant l'appareillage que les techniques sont actuellement au point. De plus, les données ainsi rendues accessibles seraient de meilleure qualité et plus à jour que celles produites par les efforts à temps partiel de non-spécialistes.

Ce fait sera de grande importance pour la technologie et l'industrie actuelles, où la régulation des températures, des pressions et autres facteurs

permet de réaliser des procédés industriels que l'on croyait impossibles.

Le symposium a montré que maintenant la rapidité et la versatilité des ordinateurs sont telles qu'au moyen des réseaux déjà existant, l'on peut en quelques secondes, avoir à sa disposition des constantes, des poids atomiques et moléculaires, des points de transition et des potentiels d'ionisations etc. En outre, ce système permettra de chercher et d'identifier des substances en partant de leurs propriétés physiques et chimiques.

On a également démontré au symposium qu'un chercheur disposant d'un téléphone à clavier (Touch-tone) peut poser une question à l'ordinateur et recevoir la réponse énoncée dans l'appareil quelques secondes plus tard.

On a également attiré l'attention des analystes chimiques en enregistrant et identifiant des spectres infrarouges et des diagrammes de rayons X automatiquement au moyen de l'ordinateur. ■



NATIONAL RESEARCH COUNCIL
LIBRARY
AUG 18 1970
OTTAWA
CANADA
NATIONAL SCIENCE LIBRARY

Pollution — the skull-and-crossbones of modern civilization — has been companion to man throughout the centuries. Did not the Romans build the world's first major sewer system in order to avoid water pollution? Did not Julius Caesar ban chariot-riding at night because of noise? Has not smog permeated the air since the legendary Prometheus gave man his gift of fire?

Man and animals alike have deposited their waste upon the land since time began. Once, nature was able to cope. But industrialization, unplanned economic growth, the population explosion and advanced technology, together with urbanization, affluence and leisure — all have contributed to the plundering of the environment. The atomic age has produced its own silent pollutant — radioactivity, and an endless line of invisible contaminants, pesticides, herbicides and other mineral and chemical substances have spread their deadly agents throughout the world.

Why have the world's oceans, seas, rivers and lakes become receptacles of the garbage of nations, the land a waste bin for billions upon billions of annual discards, and the air riddled with excess amounts of noxious gases?

Experts say the cause lies with man himself, who has worked against rather than with nature. Now man must innovate in the opposite direction to protect himself and his environment from his own exploitation.

As a result of man's growing awareness that massive steps must be taken in the war against pollution, public and private bodies throughout the world are starting to organize broader programs in a more integrated and coordinated way to arrest and reverse environmental deterioration.

Among these bodies is the National Research Council of Canada which has announced a long-term program to assist Canadian authorities responsible for pollution abatement and control. This program will bring together the best scientific expertise in Canada to focus on the technical aspects of environmental quality problems.



The Council has established an Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality to collate and publish an integrated set of scientific requirements on which an evaluation of the quality of the environment can be based. The criteria will be designed to assist authorities at the Federal, Provincial and Municipal levels who have the responsibility for the formulation and enforcement of environmental quality standards. This new Committee replaces NRC's Associate Committee on Water Pollution, formed in 1965, whose terms of reference were no longer adequate nor appropriate in view of major developments in the field of water resources under the responsibility of the Department of Energy, Mines and Resources.

The Chairman of the new Committee is Dr. William Hoar, Chairman of the Department of Zoology at the University of British Columbia. The Vice-Chairman is Dr. G. C. Butler, Director of NRC's Division of Biology.

For over 50 years, Associate Committees of the National Research Council of Canada have studied, coordinated, and promoted research on problems of national concern. NRC Committees have been formed to deal with such diversified topics as aircraft noise, automatic control, National Building Code, bird hazards to aircraft, forest fire research, computers, oceanography, and space research. Members are experts in different aspects and disciplines related to the problem placed before them and are drawn from university, industry and government. Committees studying particular problems collect and collate the necessary information, delineate research problems, co-ordinate research and may recommend new research necessary to the solution of a problem.

The Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality will be served by a Secretariat within the Council's Division of Biology. The Secretariat will conduct the scientific work of preparing numerical guidelines on environmental quality for the Committee's consideration and approval. →

***Toward the fight
against pollution
Threat to balance
of nature***

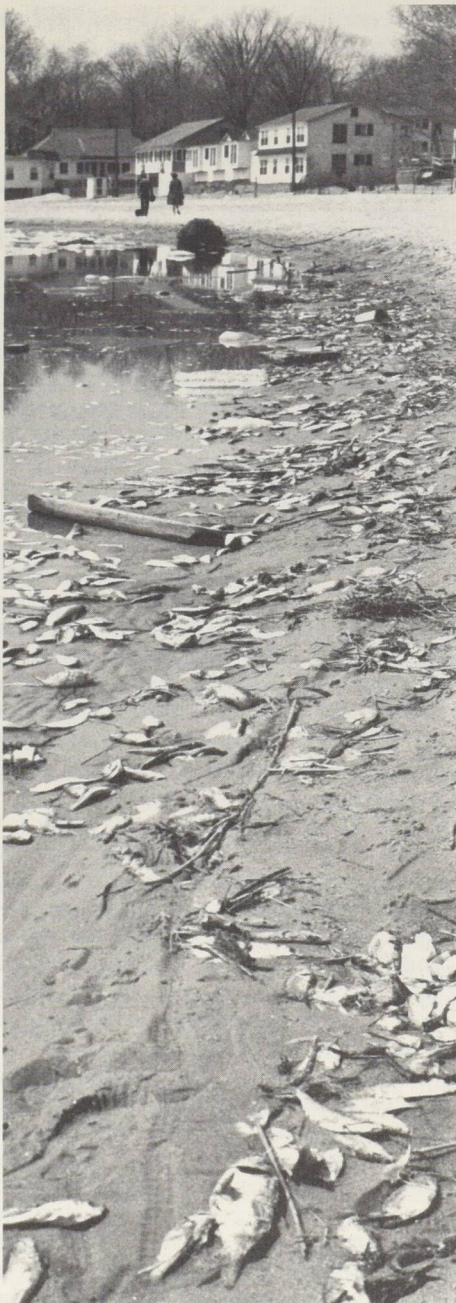
La pollution, cet épouvantail de la civilisation moderne a toujours été un corollaire de l'activité humaine au cours des siècles. Les Romains n'ont-ils pas construit le premier grand système d'assainissement du monde pour éviter la pollution de l'eau? Jules César n'a-t-il pas interdit la circulation des chariots la nuit à cause du bruit? L'air n'est-il pas imprégné de brouillard et de fumée depuis que Prométhée a fait cadeau du feu à l'homme?

Les hommes comme les animaux couvrent la terre de leurs déchets depuis le commencement des temps. Pendant longtemps la nature n'en a pas été affectée outre mesure mais l'industrialisation, une croissance économique et démographique désordonnée, les progrès techniques, l'urbanisation et les loisirs sont au nombre des facteurs ayant conduit à la détérioration de la biosphère. L'ère atomique qui nous vaut le plus insidieux des polluants, la radioactivité, est celle aussi où sont apparus bien des polluants invisibles comme les parasitocides, les herbicides et autres composés minéraux et chimiques dont l'action nocive affecte la planète entière.

Pourquoi l'homme a-t-il fait un dépotoir des océans, des mers, des rivières et des lacs, de la terre une gigantesque poubelle où s'accumulent chaque année des milliards de tonnes d'ordures et de l'atmosphère un réservoir de gaz nuisibles?

Les experts s'accordent à le tenir pour seul responsable de cet état de choses car, au lieu de travailler avec la nature, il a travaillé contre elle. Il doit maintenant protéger son environnement et lui-même contre ses propres activités.

Prenant conscience de la nécessité de lutter énergiquement contre la pollution, les organismes officiels et privés du monde entier organisent de vastes programmes anti-pollution mieux intégrés et mieux coordonnés. Le Conseil national de recherches du Canada a, pour sa part, annoncé la création d'un programme à long terme destiné à aider les autorités canadiennes. Ce programme réunira les meilleurs spécialistes canadiens qui concentreront



leurs efforts sur les aspects techniques du problème.

Le CNRC a créé un Comité associé sur les critères scientifiques de la qualité du milieu, dont la mission sera de collationner et de publier une série de recommandations scientifiques qui permettront d'évaluer la qualité de l'environnement et dont les autorités fédérales, provinciales et municipales s'inspireront pour établir des normes et les faire respecter. Ce nouveau comité remplace le Comité associé de la recherche sur la pollution des eaux constitué en 1965, par le CNRC, dont les moyens d'action étaient devenus insuffisants à la suite d'importants développements en hydraulique lancés par le Ministère de l'énergie, des mines et des ressources.

Le président de ce nouveau comité est le Dr William Hoar, également président du Département de zoologie de l'Université de la Colombie Britannique. C'est le Dr G. C. Butler, directeur de la Division de biologie du CNRC qui en assure la vice-présidence.

Il y a plus d'un demi-siècle que les Comités associés du Conseil national de recherches du Canada étudient, coordonnent et encouragent la recherche sur des problèmes d'intérêt national. Ces comités ont été constitués pour étudier des sujets aussi variés que le bruit des avions, la régulation automatique, le péril aviaire en aviation, le Code national du bâtiment, la prévention des incendies de forêts, les ordinateurs, l'océanographie et la recherche aérospatiale. Leurs membres, issus des universités, de l'industrie et du gouvernement sont des spécialistes de chacune des disciplines touchant le problème à résoudre. Les comités chargés de l'étude de problèmes bien déterminés recueillent et collationnent l'information indispensable, définissent les problèmes, coordonnent les recherches et, s'il y a lieu, en recommandent de nouvelles.

Le comité associé sur les critères scientifiques de la qualité du milieu sera secondé par un Secrétariat opérant au sein de la Division de biologie et qui aura pour mission de déterminer



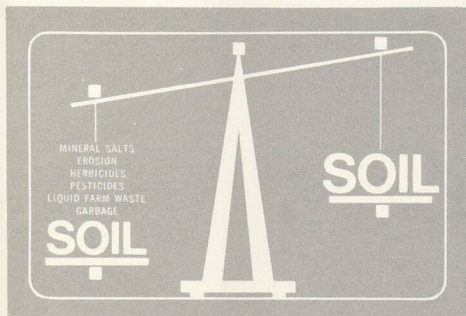
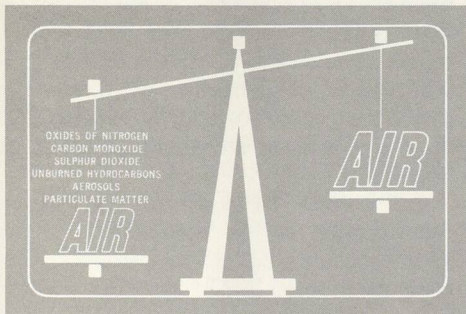
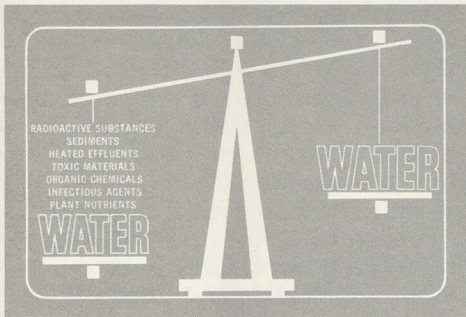
La pollution menace L'équilibre écologique

pollution



Dr. William Hoar, Chairman of the Department of Zoology at the University of British Columbia, is Chairman of the Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality.

Le Dr. William Hoar, chef du Département de Zoologie à l'Université de la Colombie-Britannique est Président du Comité associé sur les critères scientifiques de la qualité du milieu.



(Courtesy : Canadian Imperial Bank of Commerce)

In addition, NRC will establish a National Documentation and Information Centre in its National Science Library to aid the work of the Committee. The Centre, which will assemble world-wide available information on the scientific and technological aspects of pollution, will be established within the framework of NRC's general Scientific and Technical Information (STI) program.

The Council will not become formally involved in formulating standards or legislation which will be required in the fight against pollution. However, standards adopted by responsible authorities to control pollution must be based on the best scientific knowledge available on the effects of contaminants.

The Committee will provide a reference base in the form of an integrated set of quantitative criteria based on the most up-to-date scientific evidence, which will make possible an evaluation and prescription of the quality of the environment with respect to different pollutants and for all uses of the environment.

Authorities responsible for pollution control will be able to use the criteria as reference guidelines for establishing actual standards for safeguarding the environmental quality of a given region and the subsequent control, through legislation or otherwise, of the emission of environmental contaminants from all sources.

While there is at present only a modest effort on pollution and environmental research in NRC laboratories, the Council supports a considerable effort in universities through its grants program. Work is also being done in government department laboratories, both federal and provincial, and in industrial laboratories. But there is no focus to delineate priority research areas and to avoid unnecessary duplication.

"Since our interest is to provide a service," says Dr. W. G. Schneider, President of NRC, "the success of the program will depend both on the usefulness of the unified criteria to all who need them and on the support and cooperation of all organizations which could benefit from it as well as those who can contribute to it."

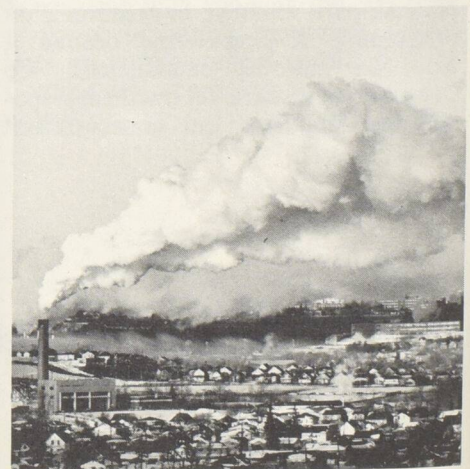
If this service assists federal, provincial, and municipal authorities to choose standards and objectives of quality for air, soil and water, and if it identifies the most urgent research problems in environmental pollution, "then," says Dr. Schneider, "this program will have fulfilled its purpose."

The Associate Committee will be

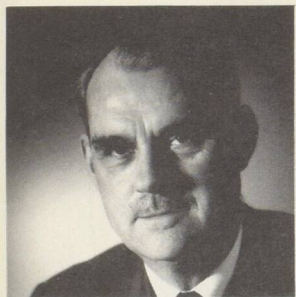
served by a number of subcommittees which will consider specific areas. Since membership on these subcommittees will not be limited to members of the main committee, this will enable the Council to bring together a large number of experts from all parts of the country and from government, industry and the universities.

In developing a unified set of criteria new research needs will doubtless become evident and the Advisory Committee will point out such needs. Whether and where such research would be done would be decided by, and in consultation with, those organizations having the greatest direct interest and/or competence. The final decision might involve a federal government department, a provincial research council, a research institute, a university laboratory, an industrial laboratory or a combination of these.

"The task which we are undertaking will necessarily be a continuing one, and one whose benefits should be measured on the long term, rather than the short term," Dr. Schneider says. "It no doubt will take some years to prepare a reasonably comprehensive document and revisions will be necessary as new knowledge becomes available."



L'équilibre écologique...



Le Dr. G. C. Butler, chef de la Division de Biologie, en est le Vice-président.

Dr. G. C. Butler, Director of NRC's Division of Biology, is Vice-Chairman.

des valeurs chiffrées sur la qualité de l'environnement et de les soumettre au comité pour étude et approbation.

Afin d'aider ce comité, le CNRC créera également un Centre national de documentation et d'information administré par la Bibliothèque scientifique nationale. Ce Centre sera mis en place dans le cadre du programme général d'information scientifique et technologique (IST) et aura pour mission de rassembler les connaissances existantes sur les aspects scientifiques et technologiques de la pollution.

Le Conseil ne sera pas chargé de la rédaction de normes ou de lois destinées à combattre la pollution mais il faut que les normes adoptées par les autorités responsables soient basées sur les connaissances scientifiques les mieux établies en ce qui concerne l'effet des polluants.

Le Comité fournira une base de références sous la forme d'un groupe de critères quantitatifs émanant des connaissances scientifiques les plus récentes; ces critères permettront d'évaluer et de recommander des caractéristiques de l'environnement en ce qui concerne différents polluants et de les appliquer à toutes les utilisations de cet environnement.

Ces autorités disposeront ainsi de références scientifiques pour la rédaction de normes anti-pollution visant une région déterminée et la réglementation ultérieure de l'utilisation de polluants de toutes origines.

Quoique les efforts déployés par nos laboratoires soient actuellement modestes, le Conseil aide beaucoup les Universités par ses subventions. On travaille aussi sur la pollution dans les laboratoires des ministères fédéraux et provinciaux, et dans ceux de l'industrie. Mais il n'existe encore aucun plan d'ensemble précisant les recherches prioritaires et évitant les doubles emplois.

"Considérant que notre objectif est de servir l'intérêt commun", nous a dit le Dr W. G. Schneider, Président du CNRC, "la réussite du programme dépendra de l'utilité des critères et de l'appui et de la collaboration de tous les organismes qui pourraient en tirer bénéfice et, bien entendu, également de ceux qui peuvent y collaborer".

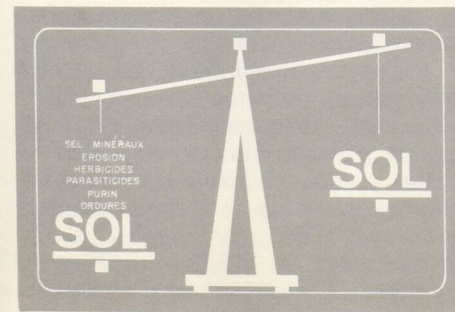
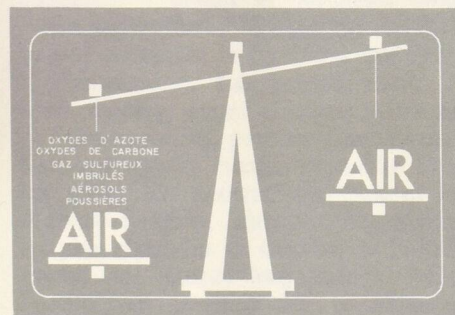
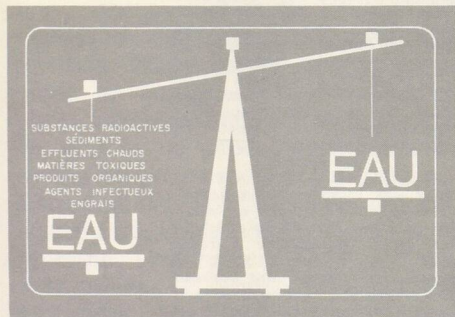
Le Dr Schneider a ajouté: "Ce programme aura atteint son but s'il permet aux autorités fédérales, provinciales et municipales d'établir des normes et de fixer des objectifs touchant la qualité de l'air, du sol, de l'eau et s'il permet d'identifier des recherches prioritaires."

Le Comité associé sera secondé par un certain nombre de sous-comités res-

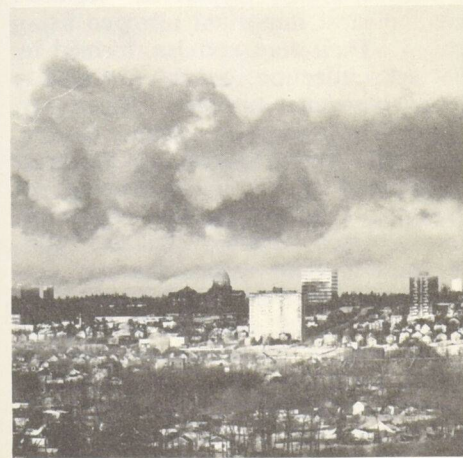
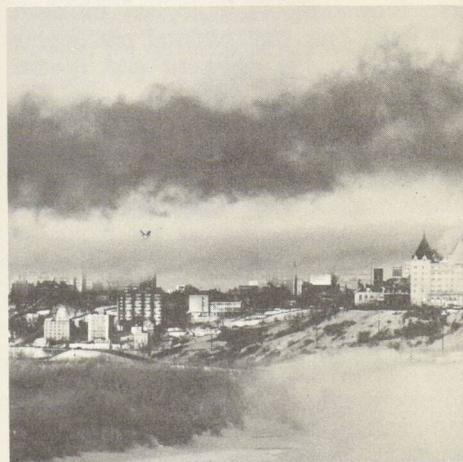
ponsables de domaines bien déterminés. Étant donné que l'appartenance à ces sous-comités ne sera pas limitée aux seuls membres des comités principaux, le Conseil pourra réunir un grand nombre d'experts de toutes les parties du pays, du gouvernement, de l'industrie et des universités.

Lors de l'établissement d'une série de critères uniformes, il est inévitable que d'autres recherches que recommanderait la Commission consultative s'avèrent indispensables. Ces recherches et les domaines sur lesquels elles porteraient seraient définies après consultation avec les organismes les plus directement intéressés ou les plus compétents. La décision finale peut appartenir à un ministère fédéral, à un Conseil de recherches provincial, à un institut de recherches, à un laboratoire universitaire ou industriel, ou à tout ces organismes travaillant ensemble.

Et le Dr Schneider de conclure: "La tâche que nous nous sommes fixée sera nécessairement une tâche de longue haleine dont on ne pourra mesurer les bénéfices qu'à longue échéance. Il ne fait aucun doute qu'il faudra plusieurs années pour préparer un document suffisamment complet que nous devons tenir à jour".



(Origine : Banque de Commerce-Canadienne Imperiale)



A key to an increased world protein supply

Biological nitrogen fixation

As the search continues for more efficient and abundant food resources, a parallel search goes on to determine the basic chemical processes involved in food production. While agronomists and oceanographers survey land and sea for crops to meet the world's increasing deficit in protein supply, research scientists are surveying the biochemistry of living organisms to better understand the limiting factor in protein formation — biological nitrogen fixation. This fundamental reaction is essential to life on land and in the oceans.

Although the earth's atmosphere contains an abundance of elemental nitrogen, 80 per cent by volume, plants cannot use it directly to build protein. Nitrogen must be fixed — combined in usable form — before plants can incorporate it onto a carbon skeleton. Meeting this need, a wide variety of living organisms possess specialized biochemical processes of such efficiency that an estimated 100 million tons of nitrogen are fixed annually on this planet.

Agriculturally, symbiotic legumes are the most important nitrogen-fixing group. Their root nodules, formed by bacterial infection, contain the ability to fix elemental nitrogen. Blue-green algae, which grow in oceans, deserts, lakes and Arctic regions, are the most widespread of the nitrogen-fixing organisms. Other organisms responsible for nitrogen fixation include non-legumes in close association and certain species of free-living bacteria. The biochemistry of nitrogen fixation by these various organisms is probably similar, if not identical. However, increased understanding of this biological phenomenon is urgently required,

for herein may lie the key to replenishing the world's protein storehouse.

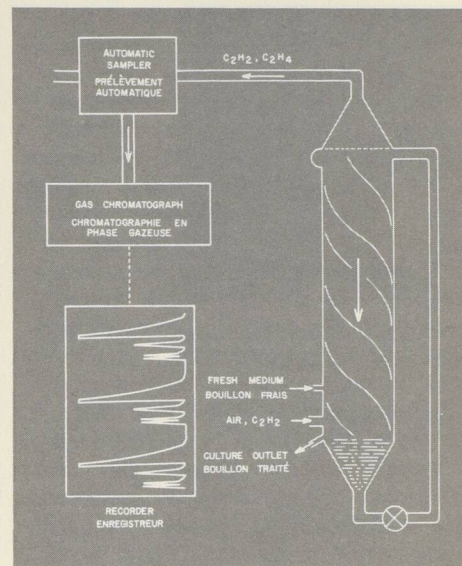
Until the first reproducible cell-free extract containing a nitrogen-fixing enzyme system was demonstrated in 1956, almost nothing was known about the biochemistry of nitrogen fixation. Since then, experiments with bacterial cell-free extracts have revealed that the nitrogen-fixing system, called nitrogenase, contains two proteins, requires energy, and a source of electrons. Similar activities, requirements and components of nitrogenase from various bacteria have been demonstrated.

Such knowledge increases understanding of the mechanism of nitrogen fixation, but serious fundamental questions remain unanswered. What turns on nitrogen fixation in living organisms? What shuts it off? What controls nitrogenase synthesis in the cell? Where does nitrogenase synthesis fit into the growth cycle of the cell? Can biological nitrogen fixation be artificially induced or controlled?

Answers to these questions have been awaiting further technical advances that would permit detailed study of what goes on in relation to nitrogenase synthesis and activity inside the cell during its growth cycle. New techniques to assay nitrogenase without disrupting biochemical machinery of living cells were required. Organisms had to be grown in synchronized cell cultures — cultures in which the cells are at the same stage of development and growing at the same rate.

Two scientists, Dr. W. G. W. Kurz and Dr. T. A. LaRue of the Prairie Regional Laboratory, of the National Research Council of Canada have grown nitrogen-fixing bacteria in synchronous cell cultures and have developed a continuous nitrogenase assay which does not disrupt living cells. These accomplishments have resulted from their preliminary attempts to clarify the biochemistry of nitrogen fixation by two free-living bacteria species, *azotobacter vinelandii* and *clostridium pasteurianum*, with a view to eventually increasing nitrogen fixation in areas of agricultural importance.

"Formerly, nitrogenase studies were limited to batch cultures of micro-



Nitrogenase is determined in microbial culture by continuous determination of acetylene reduction. Trace amounts of acetylene are incorporated into air used for aerating microbial culture. Portions of effluent air are automatically sampled and analysed by gas chromatography. Amount of ethylene formed from acetylene indicates activity of nitrogenase.

Dans des cultures microbiennes, la nitrogénase s'évalue en mesurant continuellement la réduction des traces d'acétylène injectées dans l'air circulant dans les cuves. Les effluves sont échantillonnées automatiquement et analysées par chromatographie en phase gazeuse. La quantité d'acétylène transformée en éthylène permet d'évaluer l'intensité de la nitrogénase.

Synthèse des protéines en partant de L'azote atmosphérique?

on ne savait presque rien de la fixation de l'azote.

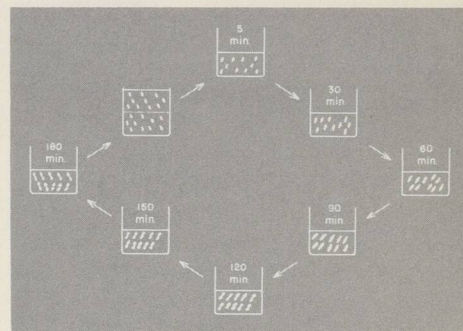
Depuis lors, des expériences faites avec des extraits de cultures bactériennes ont révélé que le processus de fixation de l'azote appelé nitrogenèse, met en jeu deux protéines et exige de l'énergie et une source d'électrons.

Bien que les connaissances de l'homme sur le sujet ont augmenté, certaines questions fondamentales restent sans réponse. Qu'est-ce qui provoque la fixation de l'azote chez un organisme? Qu'est-ce qui la limite? Qu'est-ce qui contrôle cette synthèse dans la cellule? Où se situe-t-elle dans le cycle de croissance de la cellule? Est-ce que la fixation biologique de l'azote peut être provoquée ou contrôlée artificiellement?

Il a fallu attendre des perfectionnements techniques pour répondre à ces questions et étudier le processus de la nitrogenèse et celui de la croissance de la cellule. Il a fallu trouver de nouvelles techniques pour comprendre la nitrogenèse sans rompre l'équilibre biologique de la cellule vivante. On a dû utiliser des cultures où les cellules avaient les mêmes phases de développement et croissaient à la même vitesse.

Les Dr W. G. W. Kurz et T. A. LaRue, chercheurs du Laboratoire régional des Prairies, faisant partie du CNRC, ont obtenu des bactéries fixant l'azote en partant de cultures cellulaires synchrones et, ainsi, ils ont mis au point un procédé de nitrogenèse continue n'endommageant pas les cellules vivantes. Ces résultats sont le fruit d'expériences précédentes faites pour mieux comprendre la fixation biochimique de l'azote au moyen de deux espèces de bactéries libres, l'*Azotobacter vinelandii* et le *Clostridium pasteurianum*. Le but de leur recherche est d'accroître la fixation de l'azote dans les régions agricoles.

Le Dr Kruz souligne: "Autrefois, les études sur l'azote étaient limitées à des cultures de micro-organismes." Les cultures sont constituées de cellules à des stades de développement aléatoire et ne croissant pas à la même vitesse. A mesure que les cellules se multiplient dans un milieu fermé, elles transforment leur environnement, ce qui amène des changements dans le métabolisme



On peut obtenir des cultures synchronisées en les alimentant régulièrement: toutes les trois heures, on verse dans les cuves où s'effectue la nitrogenèse une quantité de bouillon égale à celle que l'on retire après mélange. On réduit ainsi de moitié le nombre des cellules qui peuvent se rediviser à nouveau. Après plusieurs cycles, les cellules croissent et se divisent en même temps.

Bacteria may be synchronized by regular addition of fresh nutrient medium. Every 180 minutes an equal volume of medium is added to fermentor containing nitrogen fixing *azotobacter vinelandii*. After mixing, an equal volume is removed and the number of cells halved. With fresh nutrient now available, cells are able to grow and divide again. After several cycles cells grow and divide simultaneously.

Pendant que des chercheurs s'attachent à découvrir des aliments plus nutritifs, d'autres tentent de trouver des réactions chimiques conduisant à leur synthèse. Alors que les agronomes et les océanographes tentent de trouver de nouvelles sources de protéines, des chercheurs étudient la biochimie des organismes vivants afin de mieux comprendre ce qui limite la formation des protéines, c'est-à-dire la fonction vitale de la fixation biologique de l'azote. Bien que l'atmosphère terrestre contienne 80% d'azote, les plantes ne peuvent l'absorber directement pour produire des protéines. L'azote doit se combiner avec une substance assimilable pour que les plantes puissent l'incorporer. Malgré cela, 100 millions de tonnes de ce gaz sont assimilées par les plantes chaque année.

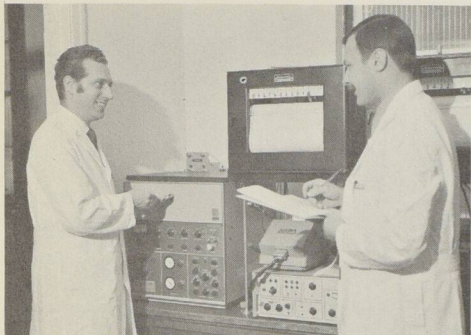
En agriculture, ce sont les légumineuses acceptant la symbiose qui fixent le plus d'azote. Les protubérances de leurs racines, zones d'infection causée par des bactéries, peuvent fixer l'azote. Les spirogyres bleus, croissant dans les mers, les déserts, les lacs et les régions arctiques, sont les organismes les plus répandus de fixation de l'azote. Parmi les autres organismes fixant l'azote, on compte les non-légumineuses acceptant la symbiose et certaines espèces de bactéries libres. Le processus de fixation biochimique de l'azote est probablement partout le même mais il convient toutefois de faire des recherches pour s'en assurer si l'on veut pouvoir résoudre le problème du manque de protéines dans le monde. Jusqu'à ce qu'on ait pu obtenir à volonté, en 1956, un extrait exempt de cellules et contenant un complexe enzymatique fixant l'azote,



nitrogen fixation

Dr. T. A. LaRue and Dr. W. G. W. Kurz test nitrogenase activity on a gas chromatograph.

Les Dr T. A. LaRue et W. G. W. Kurz évaluent l'intensité de la nitrogénase par chromatographie en phase gazeuse.



organisms," says Dr. Kurz. "Batch cultures consist of cells at random stages of development growing at different rates in a limited amount of medium. As cells multiply in such a 'closed system', they progressively alter their environment, resulting in changes in cell metabolism and composition. 'Open system' cultures, in which a continuous feed of nutrient flows into a constant volume of culture, allow cells at random stages of development to grow at the same rate, giving an average steady-state condition. However, this still does not permit investigations over the growth cycle of the cell.

"We have modified an 'open system' culture so as to cause cells to grow simultaneously through the same stages of development and at the same growth rate," Dr. Kurz says. "The result is a synchronous culture which can accurately represent the growth cycle of a single cell."

As a result of this technical accomplishment, scientists can now look at nitrogenase synthesis and activity during all stages of the growth cycle. Combined with a new assay for nitrogenase activity, this accomplishment puts NRC in a position to contribute important new advances in research on nitrogen fixation.

"Although recent techniques have given highly sensitive nitrogenase assays, they have had the disadvantage of disrupting cell metabolism," Dr. LaRue says. "This prevented continuous assay of nitrogenase activity."

Highly sensitive nitrogenase assays, rather than measuring the amount of nitrogen fixed, depend upon the ability of the enzyme system to reduce acetylene to ethylene. Originally, the

assay procedure consisted of removing the normal nitrogen-containing atmosphere around growing cells, replacing it with acetylene, and measuring the amount of ethylene produced. Using gas chromatography to measure ethylene production, the assay is highly sensitive. However, an acetylene atmosphere starves the cells of nitrogen for normal growth and metabolism, and is also toxic. Such an assay is limited. It is strictly a batch assay, a 'once only proposition'.

Dr. LaRue and Dr. Kurz overcame this limitation by devising an assay which leaves growing cells undisturbed in their normal atmosphere. Trace amounts of acetylene, less than 0.001 per cent concentration, are passed through the fermenter or culture flasks. At such minute levels acetylene is not toxic to nitrogen-fixing organisms. Nitrogenase continues to fix nitrogen, but it also reduces a proportionate amount of acetylene to ethylene. Ethylene in the gaseous effluent from the culture vessels is then measured by gas chromatography. This assay does not disturb growing cells, is rapid, efficient, and — of great importance — continuous. Nitrogenase activity can be assayed every 30 seconds, if desired.

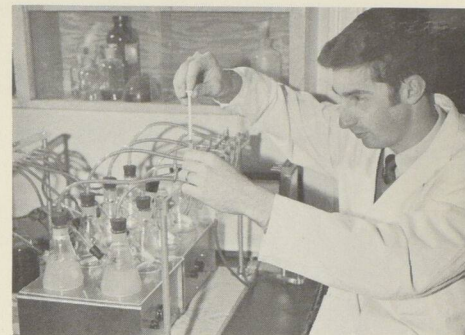
Development of these two significant advances — synchronous cultures of nitrogen-fixing bacteria and a continuous nitrogenase assay — already has enabled Dr. Kurz and Dr. LaRue to uncover new information regarding the biochemistry of nitrogen fixation.

Continuous assay of nitrogenase activity has detected transient inhibitors, compounds which momentarily suppress nitrogen fixation. Previous 'once only' batch assays could not indicate that the biochemical machinery of the cell overcomes the influence of such inhibitors to resume nitrogen fixation. These findings are forcing revisions of earlier conclusions by other workers, leading to a more accurate classification of compounds affecting nitrogen fixation.

Development of fermenters for synchronous cultures has led to improved designs which can be used to grow blue-green algae in open systems. This important nitrogen-fixing organism has

Inhibitors of nitrogenase are tested by Clifford Mallard in flasks containing the bacteria *azotobacter vinelandii*. Gas chromatographic measurement of ethylene and acetylene indicate activity of nitrogenase.

Clifford Mallard étudie l'action des inhibiteurs sur les azotobacter vinelandii.



been difficult to grow in a steady-state system, but a new 'dome fermenter' developed at PRL is now being used successfully for this purpose.

Using new algae cultures, Dr. LaRue and Dr. Kurz hope to compare enzymes responsible for nitrogen fixation from algae and bacteria. If these proteins from different sources prove similar, it would indicate similar biochemical mechanisms for nitrogen fixation in free-living bacteria and blue-green algae.

"If we can determine what controls nitrogenase synthesis and activity in bacteria and algae, it may lead to increased nitrogen fixation and protein production," Dr. LaRue says. "If the biochemistry of nitrogen fixation by symbiotic legumes proves similar to that in bacteria and algae, knowledge gained now may beneficially affect the agricultural scene of the entire world.

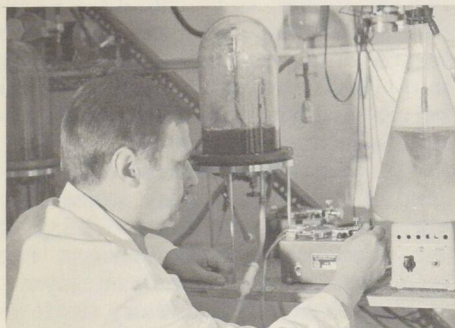
"Certain legumes, soybean for example, double their protein content every 10 days during nitrogen fixation. If the biochemical 'on-off' switch could be found, and the period of nitrogen fixation extended for even a few days, protein production could be greatly increased."

"Industry also would appreciate knowing how nitrogen-fixing organisms convert nitrogen to ammonia," Dr. Kurz says. "If they could copy the biochemical catalysts which quickly accomplish the job at 30 to 35 degrees Centigrade and 0.2-1 atmosphere it would be a big improvement over industry's method using 450 degrees Centigrade and 250-1000 atmospheres pressure. ■

les protéines...

Le Dr W. G. W. Kurz règle l'indicateur de débit d'une culture de spherozyges.

Dr. W. G. W. Kurz adjusts flowmeter for continuous culture of anabaena. Dome-fermentor provides illumination and aeration. The culture is continuously pumped in as a thin film down inner walls of dome.



et la composition de la cellule. Dans un milieu ouvert, on alimente sans arrêt une quantité constante de culture cellulaire ce qui permet aux cellules à différents stades de développement de croître à la même vitesse et ce qui donne un état dit "stationnaire moyen". Cependant, ceci ne permet pas encore d'étudier à fond le cycle de croissance de la cellule. "Nous avons modifié un milieu ouvert de manière que les cellules croissent simultanément et à la même vitesse", nous a dit le Dr Kurz qui a ajouté: "Le résultat est une culture synchronisée qui peut reproduire exactement le cycle de croissance d'une cellule."

A la lumière de ces résultats, les chercheurs peuvent maintenant surveiller la nitrogenèse et l'activité pendant le cycle de croissance. Cette nouvelle méthode d'analyse et ses résultats permettent au CNRC de faire des recherches plus poussées.

"Bien que les nouvelles méthodes permettent des analyses très précises, elles ont le désavantage de briser le métabolisme de la cellule et c'est d'ailleurs ce qui a empêché l'analyse continue", nous a dit le Dr LaRue.

Pour que l'analyse soit très précise, on s'intéresse plus à la transformation de l'acétylène en éthylène qu'à la mesure de l'azote fixé. A l'origine, les procédés d'analyse consistaient à retirer l'air et, de ce fait, l'azote autour de la cellule pour le remplacer par de l'acétylène, puis à mesurer la quantité d'éthylène produite. Par chromatographie en phase gazeuse, on peut mesurer l'éthylène produit. Cependant, une atmosphère d'acétylène, gaz toxique, nuit à la croissance et au métabolisme des cellules par privation d'azote. Ce type d'analyse est limité et

ne se fait qu'une seule fois.

Les Dr LaRue et Kurz ont surmonté cette difficulté grâce à une méthode d'analyse sans danger pour les cellules. Les traces d'acétylène, d'environ un cent-millième, sont injectées dans les cultures. A ces niveaux de concentration, l'acétylène ne nuit pas aux organismes de fixation de l'azote. Par nitrogenèse, l'azote est toujours fixé mais une certaine quantité d'acétylène est aussi transformée en éthylène. La quantité d'éthylène contenue dans les effluves des gaz s'échappant des cultures est alors mesurée par chromatographie en phase gazeuse. Ce procédé d'analyse ne dérange pas la croissance des cellules; il est rapide, efficace et, ce qui est d'une grande importance, constant. Les réactions peuvent être étudiées toutes les 30 secondes si on le désire.

Ces deux nouvelles méthodes, la culture synchronisée des bactéries de fixation et une analyse continue durant la nitrogenèse ont déjà permis aux Dr LaRue et Kurz d'acquiescer de nouvelles connaissances sur la fixation biochimique de l'azote.

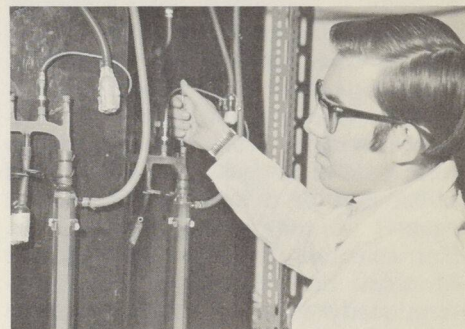
Des analyses continues durant la nitrogenèse ont permis de trouver quels sont les composés qui empêchent momentanément la fixation de l'azote.

Des essais antérieurs, faits une seule fois, n'ont pu montrer que les processus biochimiques dans la cellule annulent l'influence de tels inhibiteurs pour continuer la fixation de l'azote. Ces découvertes obligent à réviser des conclusions antérieures et permettent de classer avec plus de précision des composés influençant la fixation de l'azote.

La mise au point des cuves de fermentation pour des cultures synchronisées a permis d'améliorer les cuves employées pour la culture des spherozyges bleus en milieu ouvert. Il a été difficile d'obtenir que ces organismes se développent en régime stationnaire mais une nouvelle cuve de fermentation en dôme, mise au point au L.R.P., est maintenant employée avec succès. Grâce à ces nouvelles cultures, les Dr LaRue et Kurz espèrent comparer les enzymes d'algues et de bactéries à l'origine de la fixation de l'azote. Si ces enzymes de sources différentes s'avèrent semblables, il faudra en conclure

Brock Chatson injecte un inhibiteur dans la conduite de retour du cyclone.

Brock Chatson adds an inhibitor of nitrogenase into the recirculation limb of a cyclone fermentor.



que le processus biochimique de fixation de l'azote est le même chez les bactéries libres et les spherozyges bleus.

Le Dr LaRue a déclaré: "Si nous pouvons trouver quel est le mécanisme à rétroaction qui régule la nitrogenèse et les réactions des bactéries et des algues, nous pourrions améliorer le processus de fixation de l'azote et, de ce fait, la production de protéines. Si la biochimie de la fixation de l'azote par des légumineuses s'avère semblable à celle des bactéries et des algues, les connaissances obtenues permettront d'améliorer l'agriculture."

"Certaines légumineuses, le soja par exemple, doublent leurs protéines tous les dix jours par nitrogenèse. Donc, si l'on pouvait trouver un "commutateur" biochimique, il serait possible de prolonger, ne serait-ce que de quelques jours, la période de fixation de l'azote et ainsi de produire beaucoup plus de protéines."

Et le Dr Kurz d'ajouter: "De nouvelles connaissances sur la transformation de l'azote en ammoniac profiteraient aussi à l'industrie. S'il était possible de reproduire le catalyseur biochimique accomplissant la transformation, à des températures de 30° à 35°C., à une pression de 0,2 à 1 atmosphère, les procédés industriels actuels seraient très améliorés puisqu'ils exigent actuellement des températures de 450°C. et des pressions de 250 à 1000 atmosphères."

Scientists study one of the lesser-known Facts of life

The process of life — from womb to tomb — has always held a fascination for man, who has succeeded in solving some of its many mysteries. However, others continue to elude him.

Have you ever wondered, for instance, what it is that directs a cell to form part of an eye or an ear, instead of an arm or a leg? Instinct? Secret agents? As yet, no one really knows. But scientists at the Université de Montréal have embarked on a long-term study to try to find out more about this lesser-known fact of life.

Aided by a \$300,000, three-year Negotiated Development Grant from the National Research Council of Canada, a team of experts at the University's new Laboratory of Molecular Biology has begun to study a process known as differentiation.

Negotiated Development Grants were initiated by NRC in 1967 to assist universities to develop new or interdisciplinary research centres, particularly in fields relevant to the scientific, economic and resource development of Canada.

Differentiation is the process by which multi-cellular plants and animals develop different tissues, structures, and organs from one fertilized egg cell. In man, it is simply the development of cells producing a body which is correctly formed.

The word cell — after the Latin "cella", meaning a small room — was first used by the English physicist Robert Hooke, as early as 1665, to describe the small holes he found in cork. Nearly two centuries later, in 1839, Theodor Schwann, a German physiologist and Matthias Schleiden, a botanist, established what is called the cell theory — that all plants and animals are made up of cells and their products; the cell is the unit of life, and reproduction and growth are due to cell division.

Almost another century-and-a-half has passed. Scientists now believe differentiation is tied to the almost simultaneous division of the egg cell which occurs when it is fertilized. But they are still trying to uncover what it is that motivates the fertilized cell to form part of a specific body structure. The Montreal group hopes to find out, or at least, narrow the gap between this miracle of nature and man's present knowledge.

"The NRC grant," says Dr. Gilles H. Cousineau, assistant professor and team member, "will enable us to get the proper equipment and our instruments will be placed at the disposal of the whole university."

NRC's financial assistance also is enabling the team to expand, but Dr. Cousineau says, "we want to keep its family-like atmosphere, and don't want more than 25 people, including a permanent nucleus of about ten."

In the early stages of the long-term project, many of the group spent much of the summer at the marine laboratory at Woods Hole, Massachusetts.

There, a small spiny creature called the sea urchin, is in plentiful supply. This sea creature has been one of the team's chief sources of information into cell differentiation, because it can be electrically stimulated to yield millions of sperms or eggs.

"We can get billions of eggs fertilized simultaneously. We know they are doing exactly the same thing at the same time and our findings can be accurate," Dr. Cousineau says.

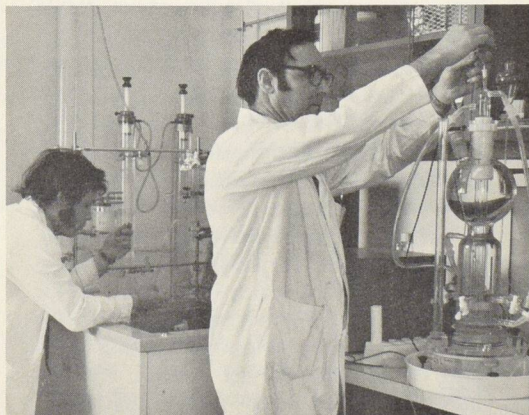
The Montreal laboratory itself is beginning to breed sea urchins for purposes of the study and eventually it hopes to apply the results of the research to the basic facts of life in the cell and to "reprogram" cells in a test tube.

"The techniques we devise along the way will be valuable and some of the findings may have medical applications," says Dr. Cousineau.

The group has already established contact with molecular biology laboratories in Massachusetts, California and Naples, Italy.

"We want to initiate and develop in Montreal," says Dr. Cousineau, "one of the greatest world centres of molecular biology . . . and I am certain that someday, something important is going to happen." ■

Team members Guy Bellemare and Rosaire Dubois with equipment used for isolation and purification of sea urchin ribonucleic acids.



Guy Bellemare et Rosaire Dubois isolent et purifient les acides ribonucléiques tirés d'oursins.

Recherches sur l'un des moins connus des Processus de la vie

Les mystères de la vie, de la conception à la mort, ont toujours fasciné l'homme. Il a réussi à en percer quelques-uns mais les autres lui échappent encore.

Ainsi, il ne comprend toujours pas par quel mécanisme une cellule de l'oeil, par exemple, en est venue à se différencier progressivement des cellules de l'oreille, des bras ou des jambes pour assurer des fonctions très particulières et très précises et c'est pourquoi, à l'Université de Montréal, on a commencé des recherches à long terme pour en savoir davantage sur la différenciation cellulaire.

Grâce au programme de subventions négociées de développement du Conseil national de recherches du Canada, une équipe de chercheurs du nouveau Laboratoire de biologie moléculaire de cette université recevra \$300 000, échelonnés sur trois ans. Cette forme d'aide a été établie en 1967 afin d'aider les universités canadiennes à créer de nouveaux centres de recherches, ou des centres pluridisciplinaires, touchant principalement les domaines scientifiques, économiques et celui des ressources naturelles. L'année dernière, la subvention a été de \$125 000; elle est de \$100 000 cette année et sera de \$75 000 l'an prochain.

La différenciation cellulaire chez l'homme, les animaux et les végétaux leur donne des tissus de structures différentes en partant des cellules résultant de la fécondation d'une ovule. Si tout va bien au cours de la différenciation, le résultat est un corps normalement constitué.

Le mot cellule tiré du latin "cella"

a d'abord été employé par le physicien anglais Robert Hooke, en 1665, pour désigner les petits trous que l'on trouve dans le liège. Presque deux siècles plus tard, en 1839, Theodor Schwann, physiologiste allemand et Matthias Schleiden, botaniste, ont mis sur pied une théorie selon laquelle les plantes et les animaux sont constitués de cellules, dont chacune est un centre de la vie et selon laquelle aussi la reproduction et la croissance sont le fruit de la division cellulaire.

Les chercheurs pensent maintenant que la différenciation est liée à une division cellulaire commençant immédiatement après la fécondation et l'équipe de chercheurs de Montréal espère combler partiellement le fossé entre nos connaissances en ce domaine et ce miracle de la nature.

Afin de faciliter les recherches, l'équipe travaille en collaboration avec des biologistes, des biochimistes, des biophysiciens et des biomathématiciens.

"Cette subvention", selon le Dr Gilles H. Cousineau, professeur adjoint et membre de ce groupe, "permettra d'acheter l'équipement nécessaire et les instruments qui seront aussi à la disposition de tous les chercheurs de l'université intéressés par l'étude des macromolécules."

Comme l'a souligné le Dr Cousineau, "l'aide financière du CNRC permettra aussi d'augmenter les effectifs de notre équipe, mais nous voulons rester en quelque sorte "en famille," c'est-à-dire ne pas être plus de vingt-cinq personnes dont dix chercheurs permanents".

Au tout début de ce projet, des membres de ce groupe ont travaillé au Laboratoire maritime de Woods Hole, au Massachusetts. On y trouve à profusion de petits oursins qui ont constitué la principale source d'information sur la différenciation cellulaire car ils peuvent être soumis à un courant électrique pour obtenir des spermatozoïdes ou des oeufs par millions.

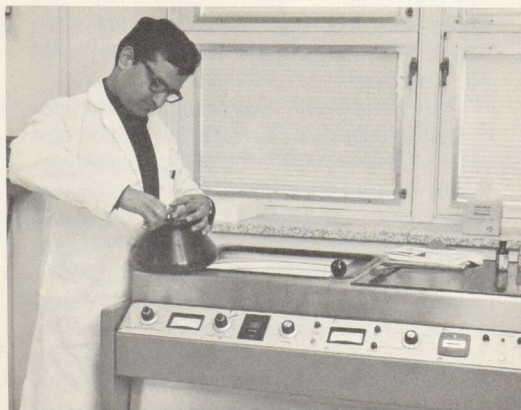
"Nous pouvons obtenir simultanément des milliards d'oeufs. Nous savons que le même phénomène se produit au même moment et pour cette raison nos observations peuvent être plus facilement corroborées et précises", ajoute le Dr Cousineau.

On commence à peine à élever des oursins en vue de recherches au laboratoire de l'université; éventuellement, les résultats de ces études seront appliqués aux processus fondamentaux de la vie cellulaire et à la "reprogrammation" artificielle des cellules. Le Dr Cousineau pense que cette reprogrammation n'est à envisager que dans un avenir lointain. "Mais les mécanismes que nous mettrons en lumière au cours de nos études seront d'une grande valeur et pourront même être appliqués en médecine".

Ce groupe de chercheurs a déjà établi des contacts avec les laboratoires de biologie moléculaire du Massachusetts, de la Californie et de Naples.

Et le Dr Cousineau, de conclure: "Nous voulons fonder et développer à Montréal un des meilleurs centres de biologie moléculaire du monde . . . et je suis certain qu'un jour quelque chose d'important se produira".

Team member Jagjit Uppal uses ultracentrifuge for sucrose density preparation of sea urchin ribonucleic acids.



Jagjit Uppal utilise une puissante centrifugeuse pour préparer la sucrose tirée d'acides ribonucléiques d'oursins.

"Who has seen the wind? Neither you nor I . . ."

"And they call the wind Mariya . . ." Throughout the ages, poets and songwriters have been fascinated by the wind and have described its many features in verse and song.

The wind is both friend and foe to man — at sea, on land and in the air. As early as the year 900, man began studying the wind to learn how to use it to his advantage and how to protect himself from it. Probably the first instruments used to study wind were wind vanes installed on church steeples to measure wind direction. In 1667, a crude anemometer invented by the English physicist Robert Hooke, was used to measure wind speed. By the end of the 18th century, man had acquired considerable knowledge of winds, and a study on wind and ocean currents by the American Matthew Maury in 1846, became the basis for current knowledge of the world's wind systems.

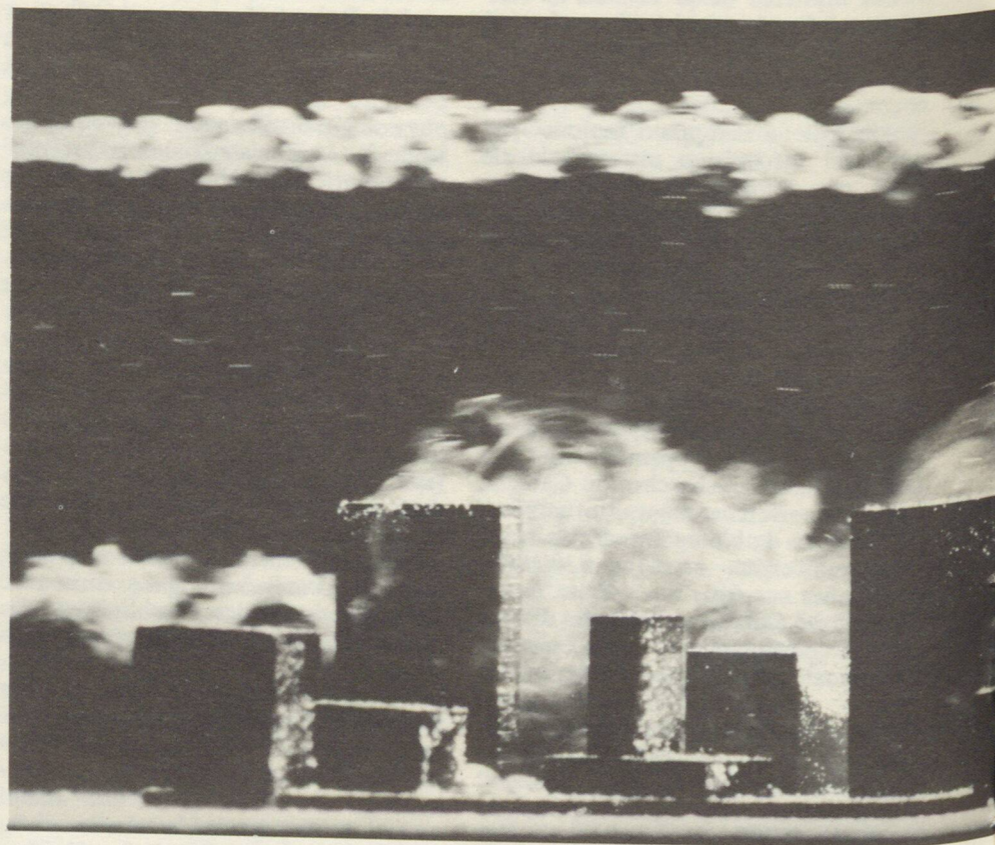
The strongest winds are the 200- to 300-mile an hour tornado winds and those of hurricanes with speeds of 100 to 150 miles an hour. As these rarely occur in Canada, buildings in most areas are designed to withstand wind velocities of 60 to 100 miles an hour.

Cities usually have low wind speeds because buildings cut down wind. Tall, slab-like buildings deflect part of the wind, and in so doing, push it downward, thereby increasing pedestrian discomfort. Wind speed increases with height, and people at the top of a 600-foot building, for example, may feel some sway in winds of 60 miles per hour. In addition, high winds can cause structural damage and local failures — cracking of walls, plaster, and outside cladding. Because of the ever-increasing number of high-rise buildings now being constructed, engineers, architects, builders, designers, and even glass manufacturers, never have been so concerned with wind loading as they are today.

For the refinement of the National Building Code of Canada, which is revised every five years, the Division of Building Research of the National Research Council of Canada made a study of available literature on winds prior to 1960.

The search revealed a lack of full-scale measurements suitable for checking the validity of wind tunnel research for application to building design. In 1962, the Division's Building Structures Section began, as one of the first laboratories in the world, full-scale testing by instrumenting a nine-storey

Forecast: Cloudy with Winds to 40 mph gusting to 60



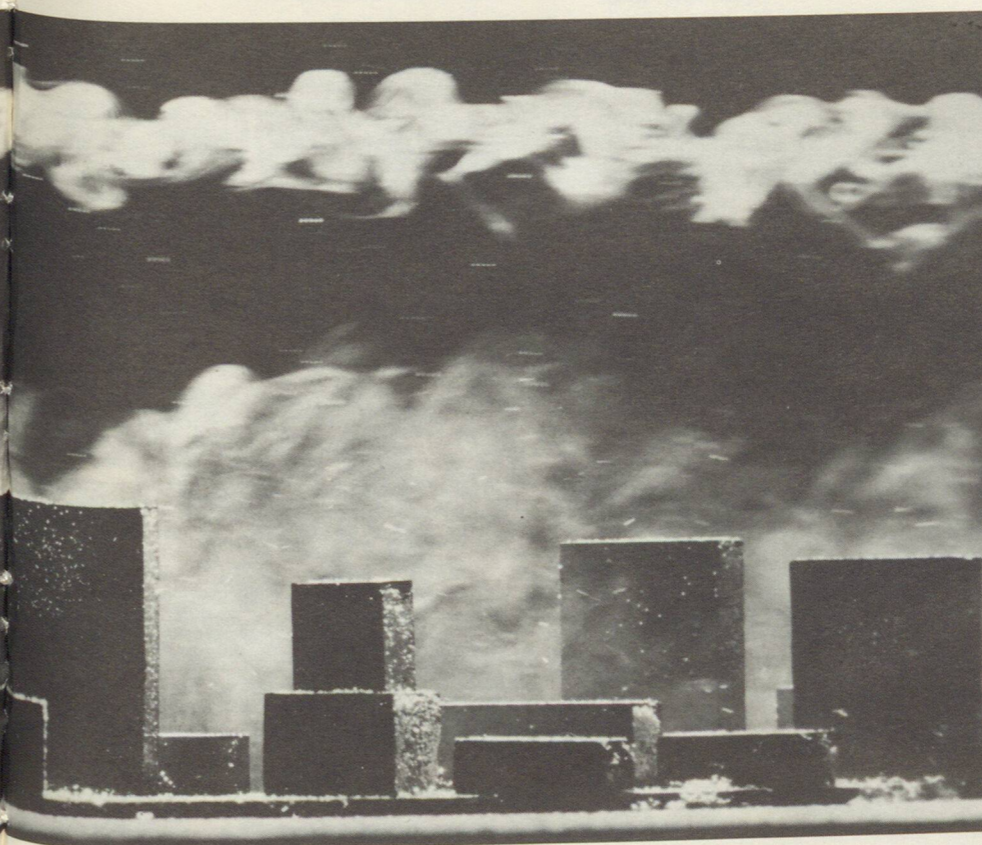
A miniature city model placed in flow visualization tunnel. Dye injected into the water shows patterns of flow around buildings and skyline.

office building in Ottawa. By this time, the Division had received requests for assistance from a number of Canadian cities, including Toronto, Calgary, and Vancouver.

The first International Symposium on Wind Effects on Buildings and Structures, held at the National Physical Laboratory in England in 1963, showed an urgent need for full-scale measurements, particularly on tall structures. It was reported that such work was beginning in England and in Canada.

In 1964, the Building Structures Section carried out another study on the 33-storey CIL building in downtown Montreal, owned by Dorchester University Holdings. The purpose of the projects was to obtain pressure measurements on actual buildings in a typical urban environment that could be compared with results of model tests in a wind tunnel and code values; and secondly, to provide information about the characteristics of the wind and wind pressures on the buildings

Prévision: vent de 40 miles à l'heure, Rafales de 60



Visualisation, par émissions colorées, au tunnel hydrodynamique, du vent sur la maquette.

"Qui a déjà vu le vent? Ni vous, ni moi bien sûr! . . ." Ce sont là les paroles d'un poème qui rappellent que le vent a, depuis toujours, inspiré les poètes et les compositeurs.

Le vent est à la fois l'ami et l'ennemi de l'homme sur terre, sur mer et dans les airs. Dès l'an 900, on a cherché à le domestiquer et à s'en protéger. Les premiers instruments utilisés pour en trouver la direction ont probablement été les girouettes placées au sommet des clochers. En 1667, un anémomètre rudimentaire, inventé par le physicien anglais Robert Hooke, en a mesuré la vitesse pour la première fois. A la fin du 18^{ème} siècle, l'homme avait considérablement accru ses connaissances dans ce domaine et les travaux de l'Américain Matthew Maury, en 1846, sur les vents et les courants océaniques sont à la base de nos connaissances actuelles sur le régime des vents.

Lors des tornades, les vents atteignent une vitesse de 200 à 300 miles à l'heure et de 100 à 150 lors des

ouragans. Comme il y a rarement de tornades ou d'ouragans au Canada, les édifices sont calculés presque partout pour résister à des vents de 60 à 100 miles à l'heure.

Dans les villes, les vents sont ordinairement faibles car les édifices leur font obstacle. Les constructions élevées détournent une partie du vent vers le bas en créant des tourbillons que le piéton n'apprécie guère. La vitesse du vent augmente en fonction de la hauteur, et lorsqu'elle atteint 60 miles à l'heure avec rafales, il est possible que les résidents des étages supérieurs d'un édifice de 600 pieds, par exemple, remarquent une certaine oscillation. La poussée exercée par des vents violents peut aussi endommager l'ossature d'un édifice ou fendiller les murs, le plâtre et les revêtements extérieurs. En raison du nombre toujours croissant des édifices-tours, les ingénieurs, les architectes, les entrepreneurs, les planificateurs et les fabricants de fenêtres sont aujourd'hui préoccupés par l'effet des vents.

En vue de la révision du Code national du bâtiment, dont une nouvelle édition paraît tous les cinq ans, la Division de recherches en bâtiment, du Conseil national de recherches du Canada, a fait une étude de la documentation parue avant 1960.

Cette étude a montré qu'on manquait de mesures à l'échelle grandeur permettant de vérifier que les valeurs obtenues lors d'essais en souffleries étaient extrapolables au calcul des structures. En 1962, la Section des structures plaçait des instruments sur un édifice administratif de neuf étages à Ottawa et devenait ainsi un des premiers laboratoires du monde à faire des mesures à l'échelle grandeur. A cette époque, cette section avait reçu des demandes d'aide de quelques villes du Canada, parmi lesquelles Toronto, Calgary et Vancouver.

A la première conférence internationale traitant de l'action des vents sur les édifices et les constructions, qui s'est tenue en 1963 au Laboratoire national de physique, en Angleterre, on a insisté sur la nécessité de faire des mesures à l'échelle grandeur, notamment sur les constructions élevées. Un travail dans ce sens a donc été commencé en Angleterre et au Canada.

En 1964, la Section des structures faisait à Montréal d'autres essais sur l'édifice de trente-trois étages de la CIL appartenant à la Dorchester University Holdings. On voulait alors mesurer les pressions exercées sur les édifices dans un quartier particulier d'une grande ville pour pouvoir les comparer aux valeurs correspondantes

wind loads

that could be used to guide wind tunnel experimenters in tailoring wind tunnel flow conditions to simulate natural conditions of strong wind.

"What we are trying to do," says W. Alan Dalglish of the Building Structures Section, "is to get the answers before the problems come up."

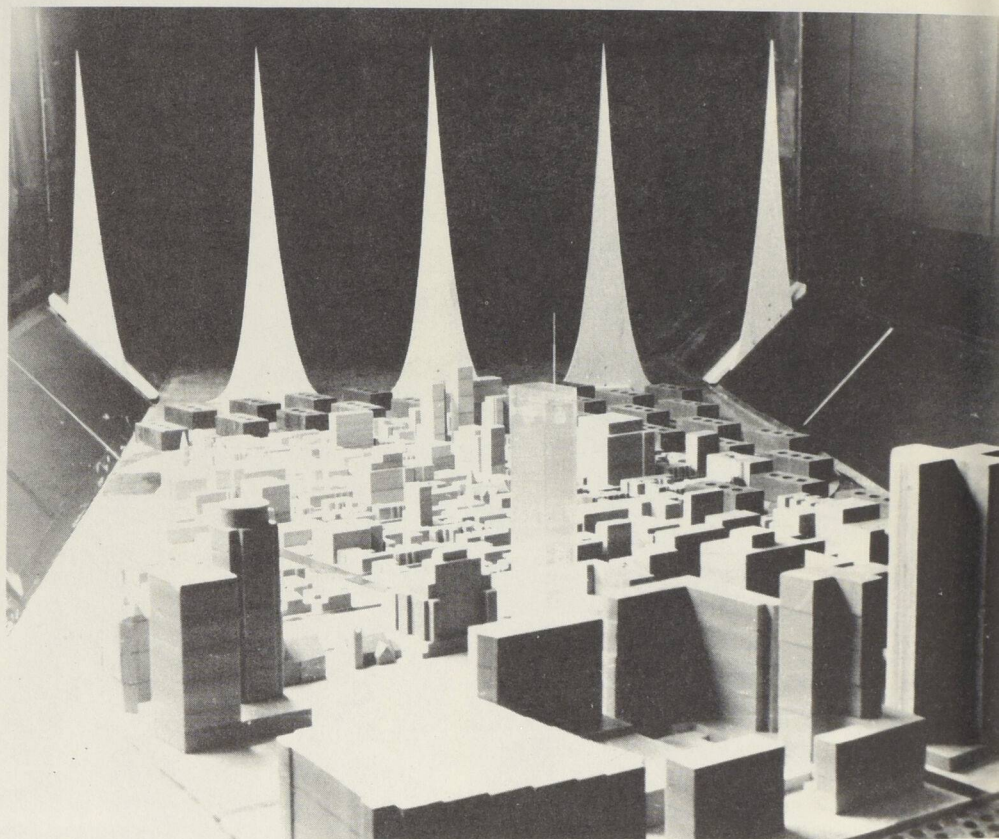
Although several low-speed aeronautical wind tunnels exist which are occasionally used for investigating wind effects on buildings, their designs are not suited to the special needs of building aerodynamics, because they generate a low turbulence, constant velocity flow across a relatively short working section.

A wind tunnel specially designed to simulate wind was built in 1965 at the University of Western Ontario, under the direction of Dr. Alan G. Davenport, Professor of Engineering, assisted by an NRC grant.

This tunnel has a very long working section to allow a turbulent boundary layer to be generated, which at the downstream end is deep enough to simulate the atmospheric surface layer winds. A model of the CIL buildings along with the surrounding area of downtown Montreal, was tested in the boundary layer wind tunnel at Western in 1967.

As part of the program for checking the validity of modelling techniques and in order to obtain further information, the Building Structures Section also arranged to conduct wind tunnel studies in co-operation with the Low Speed Aerodynamics Section of NRC's National Aeronautical Establishment. Engineers of the Section are in the process of developing techniques for adapting conventional aeronautical wind tunnels for the study of surface wind effects.

Detailed plans for the construction of a model of a nearly one-square mile area in downtown Montreal were obtained from the Planning Department of the City of Montreal. A model was built to the scale 1:400 (one foot equals 400 feet). The area is bounded on the south by Windsor Station, on the North by Sherbrooke Street, on the east by University Avenue, and on the west by Dufort Street, and encompasses such buildings as Place



Model of section of downtown Montreal under study in wind tunnel. Spires produce the same kind of wind conditions on the model as the real wind.

Maquette de la partie de Montréal essayée en soufflerie. Les "chandelles" que l'on voit au fond à travers la veine permettent de bien simuler le vent.

Ville Marie, the Queen Elizabeth Hotel, Bonaventure Station, the Chateau Champlain, Mary Queen of the World Roman Catholic Church, and the main building of interest in the study, the Bank of Commerce Building, standing over 600 feet high. Prior to undertaking the model study, the latter building was instrumented for full-scale measurements with the full co-operation of the owner, Dorchester Commerce Realty Limited. The objective of taking measurements on this building was to relate over-all lateral wind-load on the structural frame to some convenient measure of wind strength. Although the researchers began by investigating the effects of wind on the structural frame of buildings, they found that the local effects of peak gusts on cladding, were every bit as important.

Despite the fact that measurements carried out 30 years ago on the Empire State Building seemed to indicate that it was unlikely that the wind tunnel techniques usually employed for aero-

nautical studies would give satisfactory agreement with full-scale measurements, NRC's Low Speed Aerodynamics Section found that the use of spires, four feet high, set two feet apart and shaped so as to modify the average speed of wind with height, gave them the correct scale of turbulence in the surface wind layer. As the wind goes between and around the spires, it is progressively slowed down near the ground and the desired variation of velocity with height can be obtained.

"The spires seem to produce the same kind of wind conditions to the scale model as the real wind," says R. J. Templin, head of NAE's Low Speed Aerodynamics Section. "We are getting close to the same magnitude pressure fluctuation on the model as the full-scale building for the same wind direction."

Of economic importance in the study of wind loads on actual tall buildings, is the wind load to be used when designing individual cladding ele-



rafales de 60...

Mise en place d'instruments sur la maquette de la Banque de Commerce (de 600 pieds de haut) avant les essais dans la soufflerie de 6 x 9 pieds de l'ÉAN.

Technician instruments model of the 600-foot Bank of Commerce Building prior to tests in the National Aeronautical Establishment's six-foot by nine-foot low-speed wind tunnel.

codifiées et à celles données par des essais de maquettes en soufflerie; en étudiant les vents et les pressions, on espérait aussi faire des découvertes qui permettraient aux chercheurs de simuler en soufflerie les vents violents.

Bien qu'on ait parfois recours à des souffleries à faible vitesse pour étudier l'action des vents sur les édifices, elles n'ont pas été conçues pour ce type d'essais car l'écoulement n'y est pas assez turbulent, les variations de vitesse y sont faibles et les veines d'essais sont trop réduites.

En 1965, à l'Université de Western Ontario, le professeur Alan G. Davenport, a dirigé la construction d'une soufflerie subventionnée en partie par le CNRC et conçue pour reproduire les vents.

Cette soufflerie a une très longue veine d'essai de sorte que sa couche-limite au niveau de la maquette placée très en aval est turbulente et assez épaisse pour bien simuler l'écoulement des couches de l'atmosphère proches du sol et que l'homme de la rue appelle "vent".

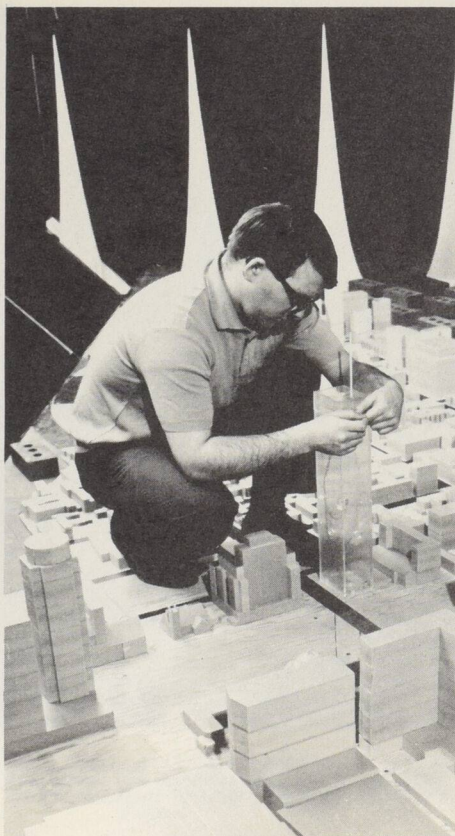
En 1967, on a fait des essais dans la soufflerie de l'Université de Western Ontario sur une maquette de l'édifice de la CIL et de ceux des environs au centre de la ville.

Bien que l'on ait commencé par étudier l'action du vent sur les édifices, la question de l'action du vent sur les revêtements méritait aussi une attention particulière.

"Mieux vaut prévenir que guérir" nous a dit W. A. Dalglish de la Section des structures.

Comme le programme vise aussi à démontrer définitivement l'utilité des essais à l'échelle grandeur, la Section poursuivra ses études en souffleries en collaboration avec la Section de l'aérodynamique des basses vitesses de l'Établissement aéronautique national du CNRC. Les ingénieurs de cette Section essaient de découvrir des moyens d'adapter les souffleries à l'étude des vents.

Les services d'urbanisme de la ville de Montréal ont fourni des plans détaillés pour la construction d'une maquette figurant une zone de près d'un mille carré du centre de la ville. La maquette a été construite à l'échelle



1/400. La zone est limitée au sud par la gare Windsor, au nord par la rue Sherbrooke, à l'est par l'avenue Université et à l'ouest par la rue Duford; elle englobe des édifices tels que ceux de la Place Ville Marie, l'hôtel Reine Elizabeth, la gare Bonaventure, le Château Champlain, la Cathédrale Marie-Reine-du-Monde et l'édifice de la Banque de Commerce qui, s'élevant à plus de 600 pieds, est le centre d'intérêt de l'étude. Avant de commencer les essais de la maquette, on a placé des instruments de mesure sur ce dernier édifice avec l'accord du propriétaire, Dorchester Commerce Realty Limited. Le but de ces mesures était d'établir un rapport entre la poussée du vent sur les parois de l'édifice et les vitesses vraies du vent.

Les mesures faites il y a 30 ans sur l'Empire State Building induisent à penser que les valeurs obtenues lors des essais dans les souffleries employées ordinairement en aéronautique ne pourraient être extrapolées à l'échelle grandeur; en dépit de ce fait, la Section

Transducteur monté par la Division des recherches en bâtiment sur une fenêtre de l'édifice des Postes, de neuf étages, à Ottawa. Il permet de suivre l'évolution des pressions dues au vent.

Wind pressure transducer mounted by NRC's Division of Building Research on plastic panel inserted into an open window in the nine-storey Post Office Building in Ottawa.



de l'aérodynamique des basses vitesses a continué ses recherches et a découvert que l'emploi de "chandelles" d'un profil spécial et de quatre pieds de hauteur, placées tous les deux pieds à travers la veine en amont de la maquette donnait une répartition de vitesse du "vent" en altitude très proche de la réalité.

"Les 'chandelles' semblent reproduire des conditions semblables à celles de la nature", nous a déclaré R. J. Templin, chef de la Section de l'aérodynamique des basses vitesses de l'ÉAN qui a ajouté: "Nous avons presque réussi à reproduire la répartition des vitesses pour une direction donnée".

De savoir jusqu'à quel degré de turbulence pourront résister les revêtements et les fenêtres présente un intérêt économique. La turbulence est en majeure partie responsable des forces exercées par aspiration sur certaines zones des murs et de la toiture d'un édifice. Le sifflement du vent aux différents coins d'un édifice élevé peut



wind loads

ments, windows or wall panels. Turbulence, or gustiness plays a major role in the establishment of peak suction over localized areas of the walls and roof of a building. Wind noise around the corners of a high-rise apartment building, for example, may be disturbing to tenants and a detriment to renting; bosses do not want sea-sick secretaries resulting from the sway of a high-rise in strong wind.

"The objective," says Mr. Dalglish, "is to develop the wind tunnel as a tool or design aid for investigating the whole range of problems stemming from wind effects in and around buildings — loads, comfort, cladding, etc."

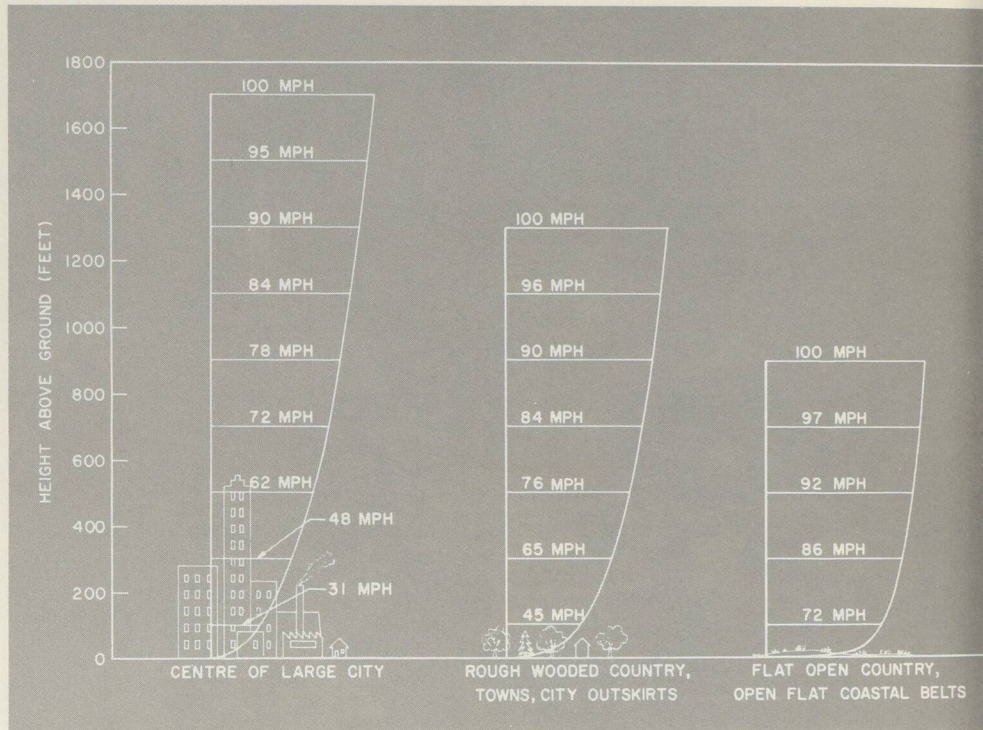
Both the Division of Building Research and the National Aeronautical Establishment are concerned with building displacement, velocity, or acceleration under wind excitation. Measurements in this area can add valuable information about wind forces on tall buildings. Full-scale measurements can assess the results of conventional wind tunnel tests and permit the development of new flow modelling techniques that will give more realistic answers in the field of building aerodynamics. In a city centre STOL-port, for example, explains Mr. Templin, turbulence could hamper airplanes from landing both inside and outside the city. The same could apply to helicopter landing areas on tall buildings.

"By modelling in the tunnel with the right kind of wind conditions, we can make measurements that can help," he says.

Now that his Section has successfully reproduced the real effect of wind on models of high buildings, Mr. Templin thinks they ought to be able to produce the same effect on other than building loads — smoke pollution, for instance.

"So far, the few measurements we have obtained are promising," he says, "but our study is not yet completed. Further tests will be carried out this summer in the Council's 30-foot wind tunnel. Testing in this tunnel will be done on a larger scale as a cross-check to prove the first results valid."

As well as benefiting architects, engineers, designers, builders, glass manufacturers, and others involved in



Wind speed increases with height as shown over terrain with three different roughness characteristics.

the construction of tall buildings, results of these studies will aid the city planner in locating tall buildings.

"The work in the National Aeronautical Establishment," says Mr. Dalglish, "has grown toward our own work in building research. If this work is successful, wind tunnels formerly used for aeronautical work may be adapted to provide valid results in the field of industrial aerodynamics, including wind effects on airports and pedestrian comfort." ■

rafales de 60...

agacer les résidents et éloigner la clientèle; les patrons ne veulent pas que leurs secrétaires "souffrent du mal de mer" à cause de l'oscillation de l'édifice soumis aux rafales.

"Notre objectif est de mettre au point une soufflerie permettant une étude valable de tous les problèmes causés à l'intérieur et à l'extérieur des édifices par un vent violent", déclare M. Dalglish.

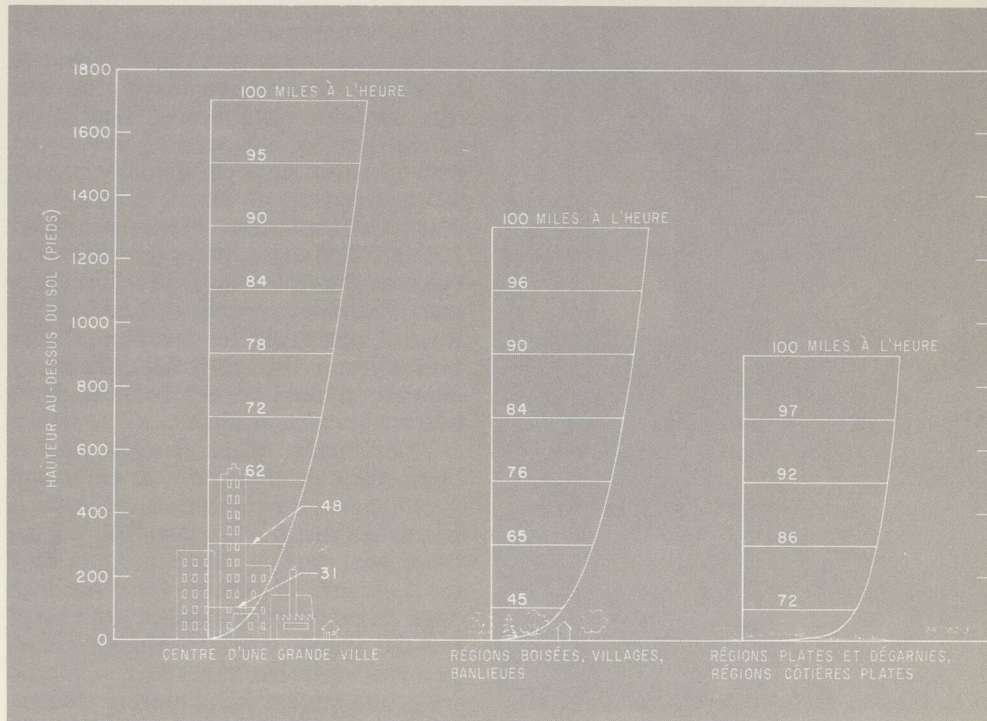
La Division de recherches en bâtiment et l'Établissement aéronautique national s'intéressent aux phénomènes des oscillations et de l'accroissement de la vitesse des vents lors des tempêtes car cette étude peut conduire à des constatations intéressantes quant à l'action de vents violents sur les édifices élevés. Les mesures faites à l'échelle grandeur permettent d'estimer la valeur des résultats obtenus lors des essais habituels en soufflerie et, ainsi, d'améliorer les techniques d'essais pour en arriver à des solutions répondant aux besoins de l'aérodynamique appliquée à l'étude de l'action du vent sur les bâtiments. Pour des terrains aménagés à l'intérieur des villes pour les ADAV et ADAC, M. Templin croit que la turbulence pourrait rendre les décollages dangereux. Il pourrait en être de même pour les héliports aménagés sur des toits-terrasses soumis à des tourbillons provenant de constructions en amont.

"En simulant bien en soufflerie l'intensité des vents nous obtiendrons des mesures qui pourront nous aider", nous a-t-il dit.

Maintenant que la Section a réussi à simuler l'action réelle des vents sur des édifices élevés, M. Templin pense qu'on pourrait faire de même pour l'étude d'autres problèmes comme celui de la pollution par la fumée.

"Les résultats que nous avons obtenus jusqu'à maintenant sont encourageants mais notre étude n'est pas encore terminée. Nous ferons cet été d'autres essais dans la soufflerie de trente pieds. Ces essais seront donc faits à plus grande échelle et permettront de vérifier si les résultats obtenus antérieurement sont valables".

Tout en étant très utiles pour les architectes, les ingénieurs, les planificateurs, les entrepreneurs, les fabri-



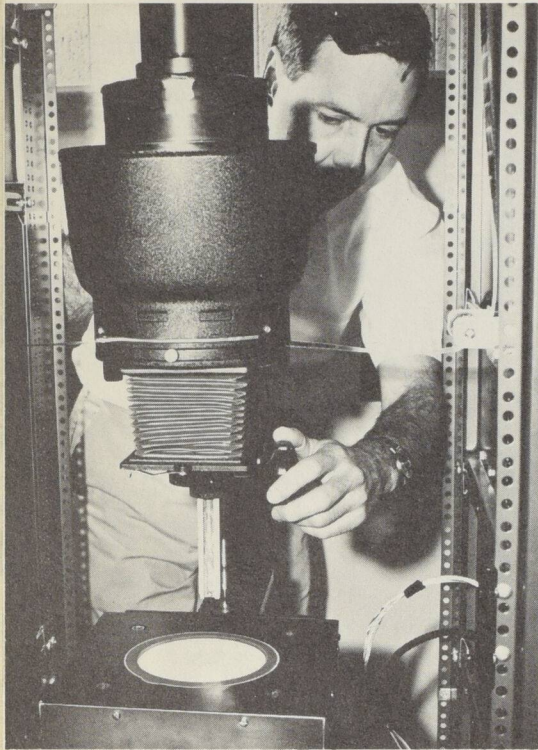
Profil des vitesses du vent en altitude en fonction des "rugosités" (constructions, végétations, etc.)

cants de fenêtres ou autres corps de métier intéressés, ces résultats permettront aux urbanistes de mieux implanter les édifices.

Les recherches aérodynamiques sur l'influence des vents sur des masses d'édifices se sont développées à l'Établissement aéronautique national. Si les travaux s'avèrent un succès, les souffleries autrefois employées exclusivement pour la recherche aéronautique pourront être adaptées à la recherche en aérodynamique industrielle et résoudre des problèmes importants comme de protéger les piétons des effets désagréables des rafales et d'assurer la sécurité du vol lors des atterrissages et des décollages à proximité d'édifices élevés. ■

The little-known world of pattern recognition

Teaching computers to see



David Isnor of the Control Systems Laboratory adjusts the flying spot scanner used in the pattern recognition studies.

David Isnor, du Laboratoire des Systèmes de commandes, règle le lecteur ponctuel.

Man's ability to see and recognize what he sees is based on a complicated biological information system, the end product of some ten billion years of evolution. Determining how this system operates is difficult. The study of the detailed behavior of the neural networks in the eye and the brain, for example, poses almost insurmountable obstacles since there are about 100,000,000 light receptors in each eye interconnected through several layers of equally numerous nerve cells. Even if one could record from all the cells without damaging them, the sheer amount of data would be enough to overwhelm the project.

Additionally, even though man is born with the ability to see color and depth, his recognition of objects is acquired during infancy and is not an inborn capability. There are recorded medical case histories of babies who were born with normal eyes except for the lenses which were non-transparent. When the lenses were replaced with transparent ones during adolescence or later, it was found that the recipients were not able to recognize everyday objects for what they actually were.

Because human processes for interpreting visual information are almost totally unknown, attempts to build machines that can perform functions similar to human vision — thereby enabling the machine to “see” and react meaningfully to what it sees — pose complex problems. Scientists and engineers at the National Research Council of Canada and elsewhere working in this field call it “pattern recognition.”

Pattern recognition dates back to the 1930s when the first attempts were made to build specialized machines to perform limited functions. It took the advent of the computer with its insatiable appetite for all kinds of data to provide impetus to research. It has been found easier and more economical to program a set of logical rules into the computer than to build a specialized machine based on the same logical rules. When a satisfactory set of rules for a pattern recognition problem has been found, only then will it be practical to build a specialized machine based on these rules, thereby gaining better speeds.

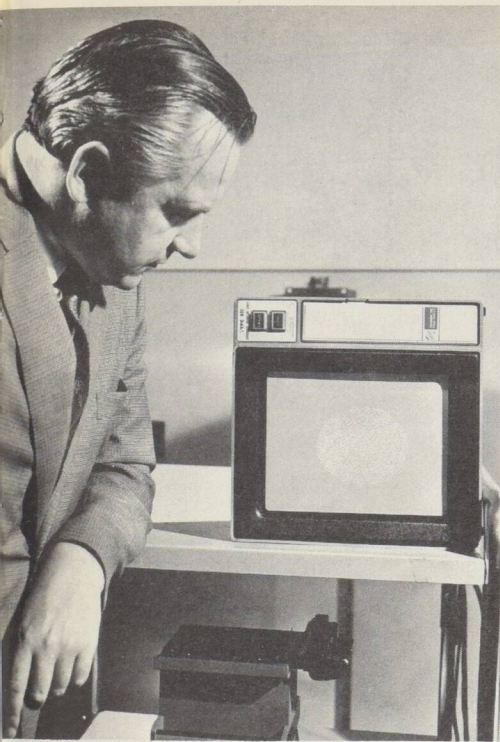
The present state of mechanized pattern recognition falls into three divergent categories: Print readers, specialized techniques for handling specific non-print pattern recognition tasks and “picture languages.”

Many specialized machines for print reading have been developed and made commercially available. Their design has been greatly simplified by having highly precise character styles, sizes, positions, shapes, etc. When the precision cannot be maintained (for example when trying to read addresses on envelopes) these machines become impractical. The techniques are not sufficiently sophisticated to be easily extendable to poorly printed characters, hand printed lettering or to handwriting.



Que sait-on en reconnaissance des ensembles?

L'ordinateur aux yeux de lynx



Le Dr Tonis Kasvand regarde l'écran cathodique sur lequel on voit l'image d'une coupe de nerfs donnée par le lecteur ponctuel fournissant les valeurs d'entrée dont l'ordinateur a besoin pour reconnaître une caractéristique donnée.

Dr. Tonis Kasvand examines "memory scope" display of cross-section of a nerve. For this type of work the memory scope is superior to other display methods in that it retains the image obtained from one scanning of the negative by the flying spot scanner.

Chez l'homme, la perception et l'identification des objets relèvent d'un système complexe qui est le fruit d'une évolution de quelque dix milliards d'années. Le fonctionnement de ce système est difficile à comprendre. Une connaissance précise du fonctionnement du réseau nerveux de l'oeil et du cerveau, par exemple, est presque impossible car chaque oeil compte environ 100 000 000 de "capteurs" de lumière, reliés entre eux par plusieurs couches de cellules nerveuses tout aussi nombreuses. Même si l'on pouvait capter les signaux des cellules leur nombre serait si élevé que l'on ne pourrait les traiter et, de ce fait, poursuivre l'étude.

Bien que l'homme puisse dès sa naissance percevoir la couleur et la profondeur, ce n'est que durant l'enfance qu'il apprend à identifier les objets, ce pouvoir n'étant pas inné. Des médecins ont relevé des cas d'enfants nés avec des yeux normaux mais dont le cristallin était opaque. Après l'avoir remplacé par un cristallin transparent, pendant l'adolescence ou plus tard, on a constaté que les sujets ne pouvaient pas reconnaître par la vue les objets qu'ils reconnaissaient habituellement.

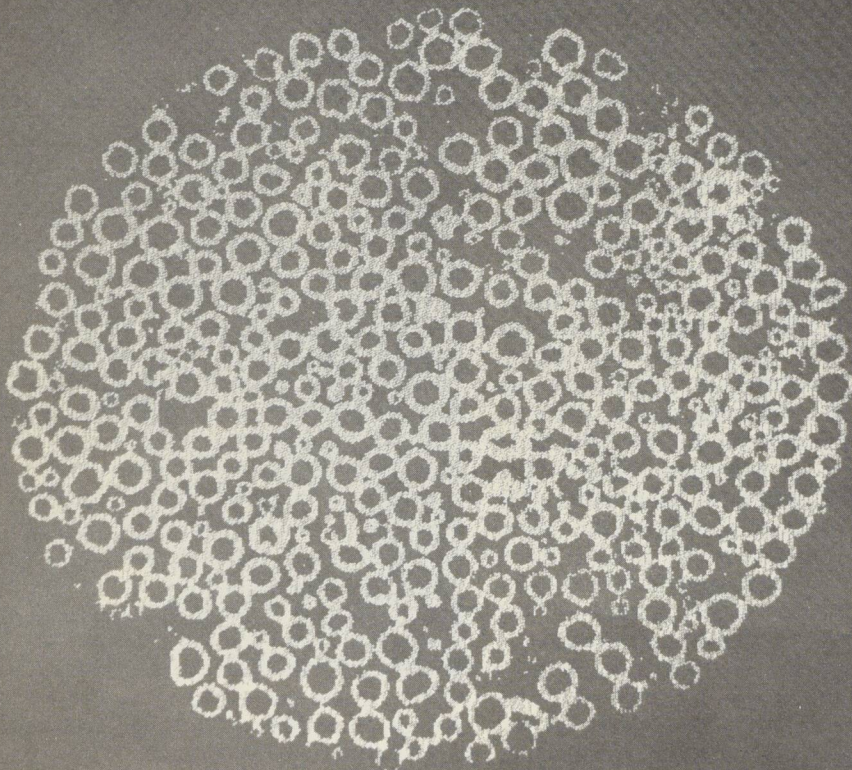
Le processus d'interprétation des images fournies par l'oeil étant presque inconnu, il s'avère très difficile de fabriquer des machines qui pourraient accomplir les mêmes fonctions, c'est-à-dire pouvant voir ou réagir à ce qu'elles voient. Des chercheurs et des ingénieurs, notamment au Conseil national de recherches du Canada, travaillent dans ce domaine appelé "reconnaissance des ensembles".

C'est vers 1930 qu'on a tenté de fabriquer les premières machines à reconnaissance limitée. L'avènement de l'ordinateur, avec sa soif insatiable de données, allait permettre d'accélérer les recherches. On a constaté qu'il était plus facile et plus économique de programmer un ordinateur en se servant de données logiques que de fabriquer une machine spéciale utilisant les mêmes données. Ce n'est que lorsque l'on aura trouvé des données appropriées servant à l'identification des objets qu'il sera avantageux d'accélérer les opérations en fabriquant une machine utilisant ces données.

Les recherches sur la reconnaissance des ensembles par ordinateur se divisent en trois domaines différents: la lecture de caractères d'imprimerie, les procédés spéciaux pour reconnaître des ensembles particuliers non imprimés et le "langage des images".

Un grand nombre de machines lisant des caractères d'imprimerie ont été mises au point et lancées sur le marché. En se servant de caractères d'une grandeur d'un type et d'une forme bien définis on a pu simplifier grandement les machines. Ces dernières ne sont donc d'aucune utilité lorsqu'il s'agit de lire des adresses écrites à la main ou des caractères mal imprimés ou encore des lettres manuscrites même si elles ont la forme globale des caractères d'imprimerie.





Nerve fibre display on memory scope. The small circular objects (the individual nerve fibres) show clearly.

Les petits cercles représentent les fibres nerveuses telles qu'elles apparaissent sur l'écran cathodique.

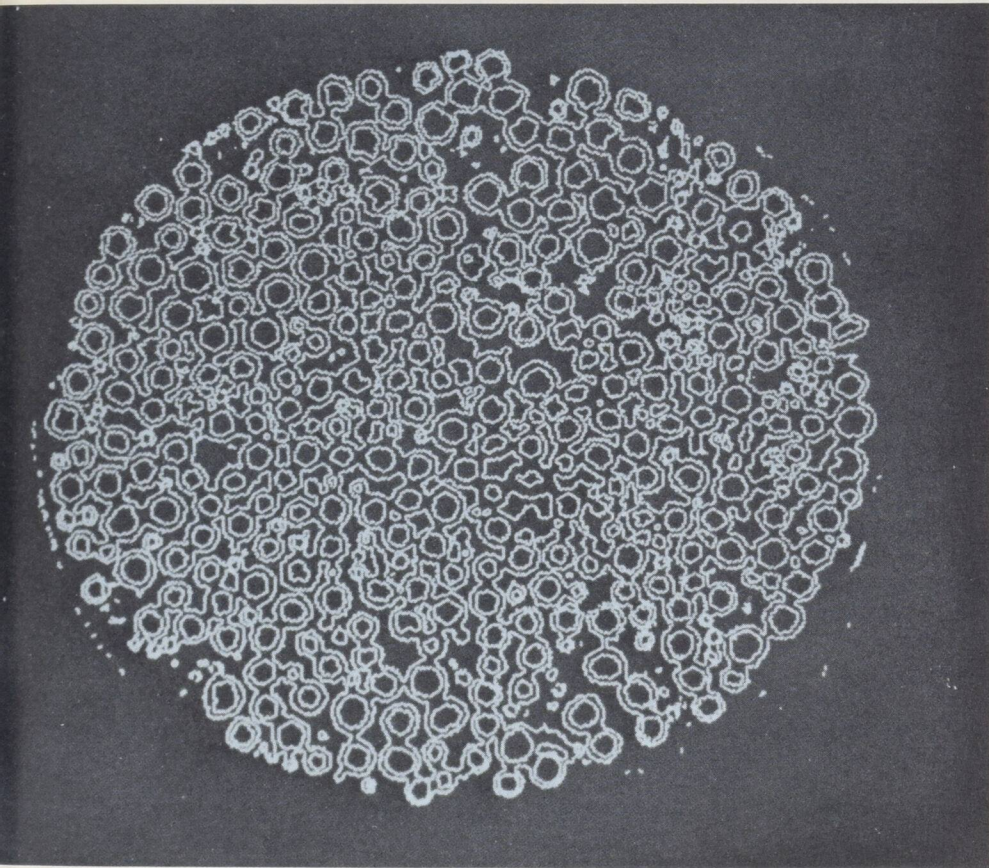
Specialized techniques can be used to solve an ever-increasing variety of pattern recognition problems such as satellite photographic reconnaissance and aerial photographic reconnaissance. This involves processing masses of material in pictorial form that would be too laborious, time-consuming or expensive to do manually. The desired objects in the pictures are described in terms of quantities which the computer can be expected to find with the help of suitable programs. A characteristic of these problems is that there is practically no control over the objects to be identified in the picture. They may be of any size, shape, in any position or orientation. There is, however, control over the quality of the pictures, the contrast between the objects and their background, for example.

The best procedure in pattern recognition would be to write computer programs that would "teach" the computer the desired pattern recognition problem in a manner somewhat similar to the way humans are taught. Thus the programmer would teach to the computer the recognition problem by pointing out the objects to be recognized and then program it to process the data in the desired way. Ideas of this kind are, at present, called picture languages, i.e. computer languages constructed to handle picture material in a more generalized fashion.

At the National Research Council of Canada, pattern recognition research is being carried on in the Control Systems Laboratory of the Division of Mechanical Engineering. For the last six years Dr. Tonis Kasvand, has concentrated on specialized techniques and picture language studies. He initially became intrigued by problems posed to biologists by the nervous system, which grows, has the ability to learn and is influenced by diseases and environmental contamination.



la reconnaissance des ensembles...



*Contours intérieurs et extérieurs
des fibres que l'ordinateur utilise
pour reconnaître chacune d'elles.*

Display of inside and outside
fiber contours which the com-
puter uses to recognize nerve
fibres.

On peut employer des techniques spéciales pour reconnaître un nombre toujours plus grand d'ensembles sur des photographies prises par des avions ou des satellites de reconnaissance. Sans ces machines, il faudrait beaucoup de monde et beaucoup de temps pour traiter un nombre d'images très élevé. Les objets recherchés dans les images existent, pour l'ordinateur, sous forme de valeurs numériques qu'il saura détecter si la programmation est bonne. Une caractéristique de ces problèmes se trouve dans le fait que les objets à identifier peuvent être de grandeur, de forme, de position et d'orientation fort variées, ce qui rend le réglage des machines difficile; mais il est toutefois possible d'avoir une image précise car on peut obtenir notamment des contrastes excellents entre les objets et l'arrière-plan.

La meilleure méthode de reconnaissance serait de préparer des programmes qui "enseigneraient" à l'ordinateur à reconnaître les objets recherchés, un peu comme l'homme a appris à le faire. Ainsi le programmeur enseignerait à l'ordinateur quels sont les objets à reconnaître et comment les reconnaître. C'est ce qu'on appelle actuellement le langage des images, c'est-à-dire un langage pour ordinateurs lui permettant de traiter plus largement les problèmes de reconnaissance.

Au CNRC, les recherches sur l'identification des objets ont été confiées au Laboratoire des systèmes de commande de la Division de Mécanique. Au cours des six dernières années, le Dr Tonis Kasvand s'est attaché à l'étude du langage des images et de techniques spéciales. Il s'est d'abord intéressé au fonctionnement du système nerveux, qui se développe, peut apprendre mais reste sujet aux maladies et aux perturbations.

Le Dr Kasvand nous a dit: "Nous avons supposé que des maladies, ne pouvant être détectées cliniquement, affectent parfois les fibres nerveuses. Cependant, nous avons besoin d'un nombre suffisant d'informations numériques sur l'effet des maladies pour obtenir des résultats valables sur le plan statistique . . .



"We speculated that diseases which may not be clinically detectable may produce changes in the nerve fibre structures," Dr. Kasvand says. "However, we need numerical data on these changes in sufficient quantities to produce statistically meaningful results.

"The same is true for another theoretically important question. If a person learns a new task, say piano playing, does this cause any changes to the structure or distribution of the fibres? If no change is observed, then the information (signals) travelling along these fibres must have changed.

"One method is to study the characteristics derivable from nerve fibre cross sections, since the nerve signals travel along the fibres. If the fibres are in any way influenced, some correlates between the causing agent and the damage can be obtained.

"What we have done so far is to show that our specialized technique, although by no means perfect, produces reasonable results on nerve fibres that are comparable to those obtained by man."

For this pattern recognition purpose, Dr. Kasvand works with photographs of a standard biological slide preparation. The negative is scanned with a flying spot scanner. This enables the computer to "see" the picture one point at a time. The scanner thus may be called an "eye" for the computer or a "visual" read only memory. The computer is programmed to extract certain information from the picture so that the nerve fibres can be identified. After a fibre has been identified, its inside and outside radii are measured, as well as its roundness and location in the picture.

The data about each fibre is now in a "computable" form, allowing the production of various kinds of statistics, density distributions, etc. For the purposes of developing the programs and in checking their performance, the identified fibres are plotted as circles or printed out showing the details. Histograms of size distributions are produced and compared to manually obtained results.

Dr. Kasvand feels that from purely theoretical grounds as well as from practical experience gained, it is obvious that a conglomeration of computer programs, each solving a particular pattern recognition problem, does not produce a computer that can show "visual" abilities comparable to that of man.

"This problem is closely related to machine intelligence. Can we build an intelligent machine to which we do not have to give each command with the utmost of precision now current when programming a computer?

"How useful it would be to have a machine capable of deriving its inputs from the environment. The study of picture languages is hoped to shed more light on the problem of machine intelligence."

A detailed description of the philosophy and programming for picture languages is lengthy and somewhat involved. Since only preliminary experimental explorations have been made in this field anywhere in the world, concrete results are scanty.

The objects in the picture, whatever they are, have to be located and described in some symbolic form suitable for computers. The first step in the procedure consists of locating the contours in the picture and computing the illumination gradients and curvatures. These "point features" can be computed before any recognition is attempted, and hence cause no fundamental problems. The point features are now assembled into bigger packages called object fragments or "atoms." Since there is no general agreement as to what constitutes an atom, the fragmentation problem is left to a mathematical formula (algorithm) and not to human judgment. The fragmentation procedure is necessary since no two objects are ever alike. However, many objects can be constructed of the same atoms, much in the way that one type of brick is used in many different styles of buildings.

The computer can thus "take the objects apart", and compare these parts for their "novelty" or newness. When it comes across any part it does not recognize, it is programmed to remember and ask for its name. In this way the computer accumulates a memory for object fragments. ■

la reconnaissance des ensembles...

... Il en est de même pour une autre question importante. Lorsqu'une personne apprend le piano, par exemple, est-ce que la forme et la répartition des fibres en est affectée? Si ce n'est pas le cas, les informations (signaux) transmises par les fibres devraient être différentes...

... Une méthode consiste à étudier les caractéristiques que l'on peut déduire de l'examen des coupes transversales des fibres puisque les signaux nerveux ne peuvent éviter de la traverser. Si les fibres nerveuses sont influencées de quelque manière, on doit pouvoir établir des rapports entre la cause et l'effet...

... Jusqu'à maintenant nous avons démontré que notre méthode, si imparfaite qu'elle soit encore, donne des indications, sur les fibres nerveuses, assez bonnes et comparables à celles obtenues par l'homme."

Pour l'identification des objets, le Dr Kasvand travaille à partir de négatifs de photographies sur lamelles standards employées en laboratoire de biologie. Un faisceau lumineux balaye alors le négatif, ce qui permet à l'ordinateur de "voir" l'image point par point. Ce faisceau "balayeur" joue alors le rôle de l'oeil et constitue en fait un lecteur à mémoire. L'ordinateur est programmé pour recueillir certaines indications contenues dans l'image de manière à identifier les fibres nerveuses. On mesure ensuite leur rayon interne et externe, on examine la régularité du contour et l'on détermine les lieux d'observation sur la photographie.

Les données sur chaque fibre sont alors calculables, ce qui permet d'obtenir différentes statistiques, des indications sur les répartitions, etc. ... Afin d'améliorer les programmes et d'évaluer leur efficacité, on a groupé les fibres identifiées en cercles et l'on a fait ressortir les détails de la photographie vues par l'ordinateur. On a alors établi des histogrammes des répartitions des grandeurs et on les a comparées avec celles faites de main d'homme.

Le Dr Kasvand pense que, en théorie comme en pratique, il est impossible d'obtenir d'ordinateurs travaillant ensemble un pouvoir de reconnaissance comparable à celui de l'homme, même en leur fournissant un très grand nombre de programmes différents.

"Le problème est donc très lié à celui de "l'intelligence de la machine". Sera-t-il possible de fabriquer une machine qui n'exigerait pas, comme les machines actuelles, des ordres de la plus haute précision?

"Une telle machine, capable de trouver elle-même ses données, à l'instar de l'homme, serait très utile. On espère que les recherches sur le langage des images permettront d'éclairer le problème de l'intelligence de la machine."

Une description détaillée de la méthode de programmation pour le langage des images serait longue et compliquée. Étant donné que l'on commence à peine à faire des recherches dans ce domaine, les résultats sont encore rares.

On devra d'abord localiser et représenter par des symboles les objets sur la photographie pour pouvoir les introduire dans l'ordinateur. La première étape consiste à déterminer les contours des objets sur l'image puis à calculer les gradients de luminosité et la courbure. Ces points-clés peuvent être calculés avant toute identification et, de ce fait, ne créent aucun problème fondamental. Ils sont ensuite réunis, en un petit ensemble appelé fragment d'objets ou "atomes". Puisque l'on n'a pu déterminer exactement de quoi un atome est constitué, la fragmentation se fait par formules mathématiques plutôt que par raisonnement humain. La fragmentation est nécessaire car il ne peut y avoir deux objets semblables. Cependant, il peut y avoir plusieurs objets constitués des mêmes "atomes", comme il peut y avoir des édifices de styles différents construits avec la même sorte de briques.

L'ordinateur peut donc comparer ces petits ensembles et déterminer s'il y a de nouveaux points. S'il en trouve et s'il ne peut les identifier, il les enregistre et cherche à les reconnaître. Ainsi, l'ordinateur se constitue une mémoire où conserver ces fragments d'objets. ■

In the wake of polywater two new Hydrogen oxides identified

Water covers three-quarters of the earth's surface, and constitutes 50 to 90 per cent of the weight of plants and animals. Nevertheless, widespread though it be, water is one of the very few examples of substances containing only the two elements, hydrogen and oxygen. This paradox is even more striking when one considers that hydrogen is present in abundance in the universe and that oxygen, the most abundant element on earth, accounts for about one-half of the earth's crust in addition to one-fifth of the air around it.

Forgetting water and the various forms of ice and snow, what other hydrogen-oxygen combinations are there? First, there is hydrogen peroxide (H_2O_2), a liquid at room temperature, solutions of which decompose easily, by catalysis, to give off oxygen. Such solutions are used as disinfectants, bleaching agents and rocket propellants. But there ends the list of examples from everyday experience.

Entering the realm of curiosities, there is "polywater," a strange variant of water, only recently discovered and still unobserved in any amount as large as a raindrop. Instead of freezing it hardens into a glassy substance when it is at a temperature far below the freezing point of ordinary water. Then, there are a few charged oxygen-hydrogen combinations including H_3O^+ , and OH^- produced in relative abundance in strongly acidic or basic solutions. In addition, there are various "free-radicals", unstable exotic bric-à-brac which are very short-lived on earth because they are so reactive.

Of these, the radical $HO\cdot$ is of great astrophysical interest due to its presence in interstellar space, and $HO_2\cdot$ plays a crucial role in the combustion, explosion or detonation of oxyhydrogen mixtures. The rest is esoteric.

Thus, in marked contrast with sulphur which forms polysulfides from H_2S_3 to H_2S_8 , until quite recently only two stable hydrogen-oxygen compounds were known to exist and there was no known example of a molecule containing more than two oxygen atoms joined by just single bonds.

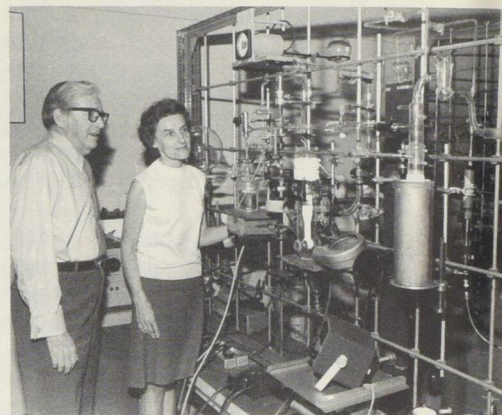
However, Dr. P. A. Giguère and a research team at Laval University,

Quebec City, aided by development and operating grants from the National Research Council of Canada, have succeeded in identifying hydrogen trioxide (H_2O_3) and also, probably, H_2O_4 , hydrogen tetroxide. The identification of the two new polyoxides, higher members of the homologous series H_2O , H_2O_2 , is of great interest and caps a long series of experiments on the chemistry of hydrogen peroxide initiated by Dr. Giguère in 1934 when he was still a graduate student at McGill University under the late Dr. Otto Maass, a pioneer in this field.

This painstaking research has at last resolved a long-raging controversy in the chemistry of peroxy compounds. As far back as 1880, the French chemist Berthelot and later the Russian Dmitri Ivanovich Mendeleev (1895), developer of the periodic classification of the elements, had suggested the existence of higher members of the homologous series made up of water (H_2O), and hydrogen peroxide (H_2O_2).

No definite proof was forthcoming, however, and these hypotheses were pure speculation. In 1930, with the invention of the electric discharge tube, there was a rebirth of interest in this topic. It was shown that gases, including water vapor, could be dissociated by a high-voltage discharge. When the dissociated vapor was immediately trapped in liquid air, hydrogen peroxide was produced, probably together with unsuspected H_2O_3 and H_2O_4 . Ten years passed before it was suggested that H_2O_4 was present in order to explain that the product gave off oxygen on warming.

Chemists spent the next twenty years unsuccessfully attempting to prove the existence of hydrogen tetroxide. Direct methods such as X-ray diffraction gave negative results. Indirect arguments to explain the liberation of oxygen from the trapped product were countered by pointing out that the spontaneous decomposition of hydrogen peroxide could have been responsible. Arguments raged back and forth until the Laval chemists made their discovery a short time ago. Ironically, Dr. Giguère was originally one of the sceptics convinced of the



Dr. Paul A. Giguère and one of his coworkers, Mrs. K. Herman, with the apparatus they devised for preparing samples of hydrogen polyoxides in a frozen matrix.

Le Dr Paul A. Giguère et sa collaboratrice, Madame K. Herman, devant l'appareil qui a servi à préparer les échantillons de polyoxydes d'hydrogène piégés à basse température.



Après l'eau et le peroxyde, voici les **Polyoxydes** **d'hydrogène**

Comme on le sait, l'eau est la substance la plus abondante sur notre planète. Elle recouvre les trois-quarts de la superficie du globe. En outre, c'est un constituant important de l'atmosphère ainsi que des roches terrestres. Quant aux plantes et aux animaux, leurs tissus peuvent en contenir jusqu'à 90% en poids. Cependant, malgré la grande abondance relative des deux éléments qui la composent, l'eau est un des rares exemples de combinaisons binaires de l'hydrogène et de l'oxygène. Le seul autre exemple que l'on rencontre dans la vie courante est le peroxyde d'hydrogène, ce curieux liquide, découvert il y a quelque 150 ans par Thenard, et que l'on trouve dans toutes les pharmacies sous le nom "d'eau oxygénée". A cause de sa facilité à se décomposer en libérant de l'oxygène il sert en solution diluée comme désinfectant. Plus concentré on l'emploie pour le blanchiment ou encore pour la propulsion des fusées.

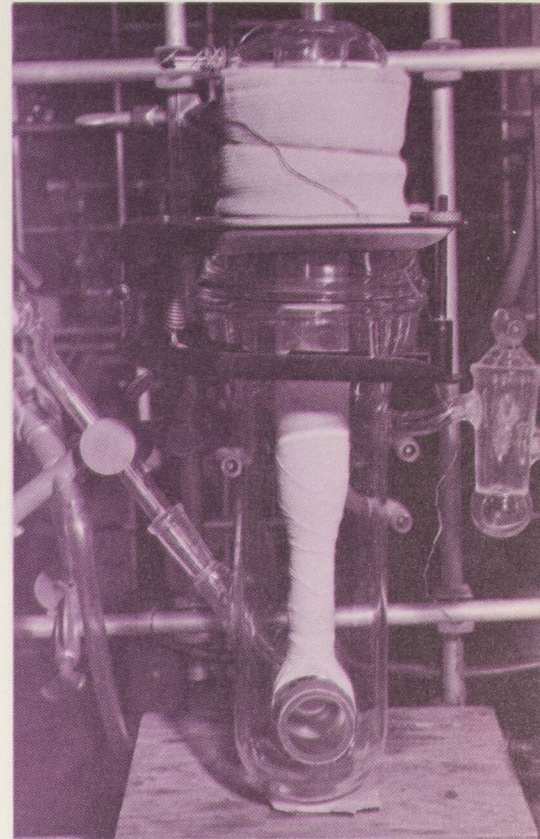
Pour être complet il faudrait mentionner l'eau anormale ou "super eau" découverte depuis peu et dont la nature est encore assez mal connue. D'aucuns prétendent qu'il s'agit d'eau polymérisée. Ses propriétés semblent assez extraordinaires; ainsi on ne pourrait la geler qu'à -40°C et la faire bouillir que vers 400° . Quoiqu'il en soit, on ne l'a préparé jusqu'à présent qu'en quantités infimes et en laboratoire.

Donc, jusqu'à tout récemment, on ne connaissait que deux composés stables de l'hydrogène et de l'oxygène. En particulier il n'y avait pas d'exemple connu de molécules contenant plus de deux atomes d'oxygènes reliés par des liaisons simples, contrairement au cas du soufre qui peut former des polysulfures, $\text{H}_2\text{S}_3 \dots$ etc. jusqu'à H_2S_8 . Cet état de choses est maintenant changé puisqu'une équipe de recherches de l'Université Laval vient de réussir à identifier pour la première fois le trioxyde d'hydrogène H_2O_3 , et aussi, très probablement, le tetraoxyde H_2O_4 . Ces nouveaux composés, qu'on pourrait appeler polyoxydes ou hyperoxydes, sont d'un grand intérêt puisqu'ils sont le prolongement naturel de la série homologue comprenant H_2O et H_2O_2 . C'est grâce à des subventions du Conseil national de Recherches du

Canada que les chimistes de Laval, sous la direction du Dr. Paul A. Giguère, ont pu mener à bonne fin ce projet. C'est en même temps l'aboutissement d'une longue série de travaux sur la chimie du peroxyde d'hydrogène, commencée en 1934 à l'Université McGill par le docteur Giguère, alors étudiant gradué dans le laboratoire de feu le Docteur O. Maass, un pionnier dans ce domaine.

En fait, il y a déjà fort longtemps que l'on parle de ces oxydes supérieurs de l'hydrogène. Ainsi en 1880, le chimiste français Berthelot proposait la formation de H_2O_3 comme intermédiaire instable dans la décomposition du peroxyde d'hydrogène. Quelques années plus tard, c'était le Russe Mendelév, célèbre pour sa découverte de la classification périodique des éléments, qui soulevait la possibilité de H_2O_4 . Faute de preuves, ces hypothèses sont demeurées pure spéculation. C'est seulement vers 1930 que la question souleva de nouveau l'intérêt des chercheurs avec la découverte du tube à décharge électrique. Wood en Angleterre, et Bonhoeffer en Allemagne, montrèrent que l'on pouvait dissocier les gaz, et en particulier la vapeur d'eau, en les faisant passer à travers une décharge à haute tension. En piégeant rapidement cette vapeur dissociée dans de l'air liquide Stewart et Lavin aux États-Unis furent les premiers à produire ainsi du peroxyde d'hydrogène et aussi probablement, mais sans le savoir, les hyperoxydes H_2O_3 et H_2O_4 . C'est seulement dix ans plus tard que le Japonais Ohara avançait l'hypothèse de la formation de H_2O_4 dans ce matériau pour expliquer le dégagement d'oxygène qu'on observe lors du réchauffement.

Par la suite, et surtout depuis une vingtaine d'années, de nombreux chercheurs, en particulier en Russie, se sont acharnés à prouver l'existence de H_2O_4 . Mais ces efforts n'ont pas connu grand succès. En effet, les méthodes directes, comme la diffraction des rayons X, n'ont donné que des résultats négatifs. Quant aux arguments indirects, comme le dégagement d'oxygène, on peut toujours leur opposer une autre explication: dans ce cas ci, la décomposition spontanée du



Cellule à absorption infrarouge (combinée avec tube à décharge électrique et piège cryogénique) mise au point pour l'étude des spectres infrarouges des molécules de H_2O_3 et H_2O_4 .

Infrared cell (combined with a microwave discharge tube and a cryogenic trap) developed specially for studying the infrared spectra of H_2O_3 and H_2O_4 molecules.



new hydrogen oxides

impossible existence of H_2O_4 and it was during attempts by his team to disprove the claims for these assumed compounds that he succeeded in identifying them.

Why had it been so difficult to prove the existence of these new molecules? There are several answers. First, very unstable compounds are involved. Both H_2O_3 and H_2O_4 , which form at minus 180 degrees Centigrade, decompose in a few hours at minus 70 degrees. At room temperature they exist for a mere fraction of a second and are not found as such in nature. Second, these compounds are never detected in large quantities. Since they are mainly found in trace amounts in water-peroxide mixtures, chemists were looking for a needle in a haystack. In fact it was even more difficult for a needle is magnetic and can be picked out with a magnet. But the new molecules, H_2O_3 and H_2O_4 , are composed of precisely the same atoms as the water and hydrogen peroxide in which they are found. This latter fact presented yet another serious difficulty.

To detect the new molecules Dr. Giguère used infrared spectroscopy and found that the presence of water and excess peroxide almost completely

screened out the spectral regions where the characteristic bands should have appeared. To remove this screen Dr. Giguère had to change somehow the vibrational characteristics of the molecules without having them completely lose their identity. This was done by using an isotope effect, by replacing an atom in the molecule with an isotope (an atom of the same element but of different mass).

Since the vibrational frequencies of the atoms depend on their masses and on the forces holding them together, this substitution resulted in a shift of the spectral bands. By replacing ordinary hydrogen with deuterium, an isotope twice as heavy, Dr. Giguère managed to clear the camouflaged region of the spectrum. Two new bands, never before observed, were uncovered.

A second isotope effect involving the substitution of heavy oxygen ^{18}O for ordinary oxygen ^{16}O , enabled the Laval chemists to prove that the new bands were due to oxygen-oxygen vibrations.

Further spectroscopic studies revealed that the new molecules each contained more than two oxygen atoms, and that there were most probably two new molecular species. Logically, they should be H_2O_3 and H_2O_4 .

From theoretical considerations based partly on thermodynamic data, the existence of these two compounds seems highly problematical. For example, the formation of H_2O_4 at temperatures above that of liquid nitrogen is very uncertain. H_2O_3 is slightly more stable but all the reactions through which it should occur would seem to favor first the production of H_2O . Dr. Giguère supposes that some stabilizing factor must come into play in these systems, in the form of hydrogen bonding ($O-H \dots O$) with neighboring molecules for example.

At present the new molecules are primarily of theoretical interest from the point of view of structural chemistry, thermodynamics and kinetics. The new molecules ought to be intermediates in hydrogen-oxygen reactions in combustion flames, explosions, etc. They also should occur in trace amounts during the decomposition of water by strong doses of radiation in atomic reactors. Putting the new discovery to practical use is something for the rather distant future, Dr. Giguère says, considering how difficult it is to isolate and stabilize these compounds. In addition, their oxidizing power is not as great as that of oxygen itself, the substance currently being used in rocket propulsion. ■

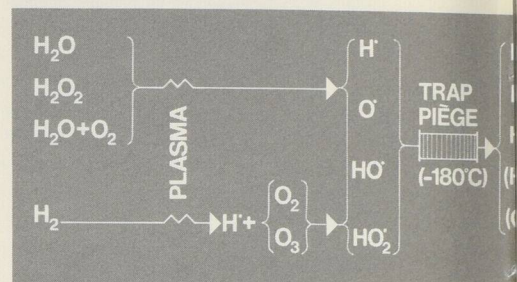


Diagram showing the various systems used in the preparation of hydrogen polyoxides. The gases or vapors are dissociated in an electrodeless discharge (plasma) and quickly chilled in a liquid nitrogen trap where they form a clear glass.

Schéma des divers systèmes employés jusqu'ici pour préparer les polyoxydes d'hydrogène. Les vapeurs ou les gaz sont d'abord dissociés dans une décharge électrique (plasma) puis rapidement piégés dans l'azote liquide où ils forment un solide transparent.

les polyoxydes d'hydrogène...

peroxyde d'hydrogène. Aussi en a-t-il résulté une longue controverse qui vient seulement de prendre fin avec la découverte des chimistes de Québec. Ironie du sort, le Dr. Giguère était au premier rang des sceptiques! C'est précisément en cherchant avec ses collaborateurs à renverser les arguments invoqués qu'il a enfin réussi à démasquer les secrets de la nature.

Mais, demandera-t-on, pourquoi était-il si difficile de prouver l'existence de ces nouvelles molécules? Il y a plusieurs raisons à cela. D'abord ce sont des composés très instables. Formés à la température de l'air liquide (-180°) ils se décomposent en quelques heures déjà à la température de la glace sèche (-70°). A température ambiante ils ne survivraient qu'une fraction de seconde. C'est donc dire qu'on ne les trouve pas comme tels dans la nature. Ensuite, ils se présentent toujours en très faibles concentrations; la plupart du temps à l'état de traces, dans des mélanges d'eau et de peroxyde d'hydrogène. Un peu comme une aiguille dans un tas de foin! A cette différence, cependant, que l'aiguille étant magnétique, elle peut être localisée avec un aimant, tandis que les nouvelles molécules H_2O_3 et H_2O_4 sont faites des mêmes éléments que l'eau et le peroxyde. Et c'est là une troisième difficulté, particulièrement grave!

En effet, dans la technique utilisée par le Dr. Giguère, soit la spectroscopie infrarouge, la présence d'eau et de peroxyde en excès obscurcit complètement toute la région du spectre où doivent se trouver les bandes caractéristiques des nouvelles molécules. Pour contourner cette difficulté il a fallu recourir à un stratagème connu sous le nom d'effet isotopique. En deux mots il consiste à remplacer un atome de la molécule par un isotope, c'est-à-dire un autre atome du même élément, mais de masse différente. Comme la fréquence de vibration des atomes dépend de leur masse et de la force qui les relie, la substitution isotopique causera un déplacement des

bandes. Dans le cas de l'hydrogène, l'isotope lourd (le deuterium) étant de masse double, il en résulte un déplacement tel que toute la région ci-dessus mentionnée se trouve dégagée. C'est alors qu'apparaissent deux nouvelles bandes inconnues jusqu'alors.

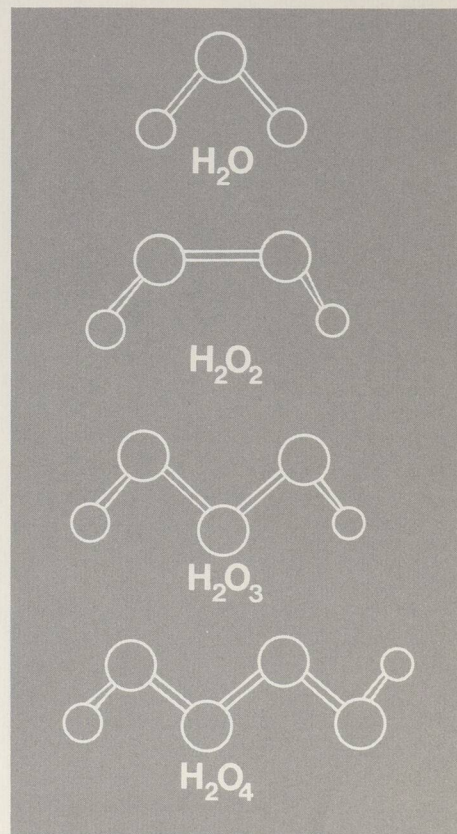
Avec un second effet isotopique, cette fois en remplaçant l'oxygène ordinaire O^{16} par un atome plus lourd O^{18} , on a vérifié que les nouvelles bandes appartenaient bien à des vibrations O-O. Il serait trop long d'entrer ici dans tous les détails; disons seulement que d'autres données spectroscopiques ont permis de prouver successivement: (a) que les nouvelles molécules contiennent plus de deux atomes d'oxygène et, (b) qu'il existe très probablement plus d'une nouvelle espèce moléculaire. Logiquement il doit s'agir de H_2O_3 le trioxyde et H_2O_4 le tétraoxyde d'hydrogène.

D'après diverses considérations théoriques, basées entre autres sur la thermodynamique, l'existence de ces deux composés paraissait très aléatoire. Ainsi H_2O_4 ne devrait se former qu'à des températures encore plus basses que l'azote liquide. Quant à H_2O_3 , bien qu'un peu plus stable, toutes les réactions susceptibles de le produire devraient plutôt donner directement de l'eau. Le professeur Giguère est d'avis qu'un autre facteur de stabilisation doit intervenir dans ces systèmes, sous forme de ponts d'hydrogène O-H...O avec les molécules environnantes.

En conclusion, on peut dire que pour le moment l'intérêt de ces deux nouvelles molécules est surtout théorique; plus précisément du point de vue de la structure — il s'agit de

molécules en chaînes $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \end{array}$,

etc. — ainsi que de la thermodynamique et de la cinétique chimique. H_2O_3 et H_2O_4 doivent jouer le rôle d'intermédiaires dans les réactions entre l'hydrogène et l'oxygène; soit dans les combustions, les flammes, les explosions, etc. Ils doivent également apparaître en traces dans les réacteurs atomiques par suite de la décomposition de l'eau par les fortes doses de radiation. Quant à leur usage pratique, le Dr. Giguère croit que ce n'est pas pour demain, vu la difficulté de les isoler et de les stabiliser. D'ailleurs, leur pouvoir oxydant est moindre que celui de l'oxygène employé présentement pour la propulsion des fusées. ■



Les oxydes d'hydrogène
The oxides of hydrogen

