

# SCIENCE DIMENSION

1976/6



National Research  
Council Canada

Conseil national  
de recherches Canada

## Contents/Sommaire

### 4 To the stratosphere and back

Scientific balloons launched from Canada's new mobile launch facility.

### Jusqu'à la stratosphère et retour 5

Ballons scientifiques lancés des nouvelles installations mobiles canadiennes.

### 8 Probing the problems of power transmission

Accelerated testing methods are being developed for power cable insulation.

### Les problèmes du transport de l'énergie 9

Mise au point de méthodes d'essais accélérés pour les isolants des câbles à haute tension.

### 12 Computer vision

Much research and development required as the world moves into new age.

### L'oeil-robot 13

Il annonce une ère nouvelle qui nécessite un gros effort de recherche et de développement.

### 18 Seeing with sound

Ultrasonics opens another door.

### La vue par le son 19

Les ultrasons ouvrent une autre porte.

### 20 Aftermath of the supernova

Astronomers study a phenomenon which occurs in our galaxy once each century.

### Vestiges d'une supernova 21

Les astronomes étudient un phénomène qui se produit une fois par siècle dans notre galaxie.

### 26 Index

January — December 1976.

### Articles 26

janvier — décembre 1976.

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

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

**Managing Editor** Loris Racine **Directeur**

**Editor** Joan Powers Rickerd **Rédactrice en chef**

**Associate Editors** Wayne Campbell  
Dr. Wally Cherwinski

**Rédacteurs en chef adjoints**

**Designer and Supervisor** Robert Rickerd

**Maquettiste et contrôleur de l'impression**

**Photography** Bruce Kane **Photographie**

**Printer** Dolco **Imprimeur**

31059-5-0782

# Mont Mégantic - New observatory

Quebec astronomers and astrophysicists will have a new research tool at their disposal starting in 1978. Canada's third largest optical telescope will start operation on the highest summit of Mont Mégantic, a 3,600-foot (1080 m) mountain some 40 miles (64 km) east of Sherbrooke. Both the National Research Council and the Quebec Department of Education are financing the purchase and construction of an observatory with a 62-inch (1.58 m) aperture telescope. This will be the first large telescope in Canada east of Toronto. The decision to build an observatory follows an agreement between Laval University and the University of Montreal which will help finance the operation of the observatory through a joint management board comprising scientists and administrators from the two universities.

Total cost for the observatory is estimated at \$4 million, including a \$2.1 million NRC contribution. The telescope itself will cost \$1 million with the remainder of the cost going for the construction of an access road to the site, for buildings and instrumentation, and for part of the salaries of the scientific and technical personnel for the first five years.

The new observatory will be directed by Dr. René Racine, a seasoned astronomer specializing in photometry and galactic studies.

The main research activities will center around the formation, evolution and death of stars, heavy element formation and the structure and evolution of galaxies and the universe. In addition to being a valuable teaching and research tool, the observatory will allow Quebec and other Canadian astronomers to share in the benefits of the new large Canada-France-Hawaii telescope. With its large 144-inch (3.6 m) aperture and excellent location some 14,000 feet (4250 m) above sea level, the Hawaii observatory will be among the best in the world and observation time there will be in great demand. The more modest Mont Mégantic installation will facilitate testing and development of equipment and research programs to be expanded eventually at the Hawaii observatory.

While remaining easily accessible to astronomers from Quebec City and Montreal, the observatory site on Mont Mégantic will be reasonably far from city lights and pollution. Urban development is quite unlikely in this area for several years. Being an isolated mountain surrounded for 30 miles (30-50 km) by flat ground some 2,500 feet (750 m) below, Mont Mégantic is a good site for an observatory and should have adequate "seeing" for the size of telescope contemplated; weather records indicate a possibility of about 1,200 clear night hours per year for astronomy. Finally, Laval University is already operating a small 16-inch (41 cm) aperture telescope at Saint-Elzéar de Beauce, some 60 miles (128 km) from Mont Mégantic: this should be a useful complement to the new observatory and help to accommodate visiting amateurs and members of the general public.

According to Dr. Racine, work at the observatory site is progressing well; the access road and the observatory building will be completed in the fall of 1977, allowing fall delivery and installation of the telescope. The latter will be adjusted during the following winter and should be available to scientists beginning in the summer of 1978, in time to fully operational when the International Astronomy Union holds its meeting at the University of Montreal in mid-1979. □

# Nouvel observatoire - Mont Mégantic

Un nouvel observatoire d'astronomie optique verra le jour au Québec en 1978. En effet, le Conseil national de recherches ainsi que le Ministère de l'Éducation du Québec ont accepté de financer la construction d'un observatoire doté d'un télescope optique de 62 po. (1,58 m) d'ouverture sur un site en voie d'aménagement au sommet du mont Mégantic, à une quarantaine de milles (64 km) à l'est de Sherbrooke. Cet observatoire, le premier grand observatoire optique canadien à l'est de Toronto, sera administré par des professeurs de l'université Laval et de l'université de Montréal, lesquels contribueront aussi à la bonne marche de l'installation et à son financement. Le CNRC apportera une contribution de \$2,1 millions à ce projet d'un coût total de \$4 millions. Le coût d'achat du télescope est d'un million de dollars et le solde sera réparti entre la construction d'une route d'accès, des édifices et des équipements (coupole et instrumentation), et une partie des salaires des scientifiques et techniciens pendant les cinq prochaines années.

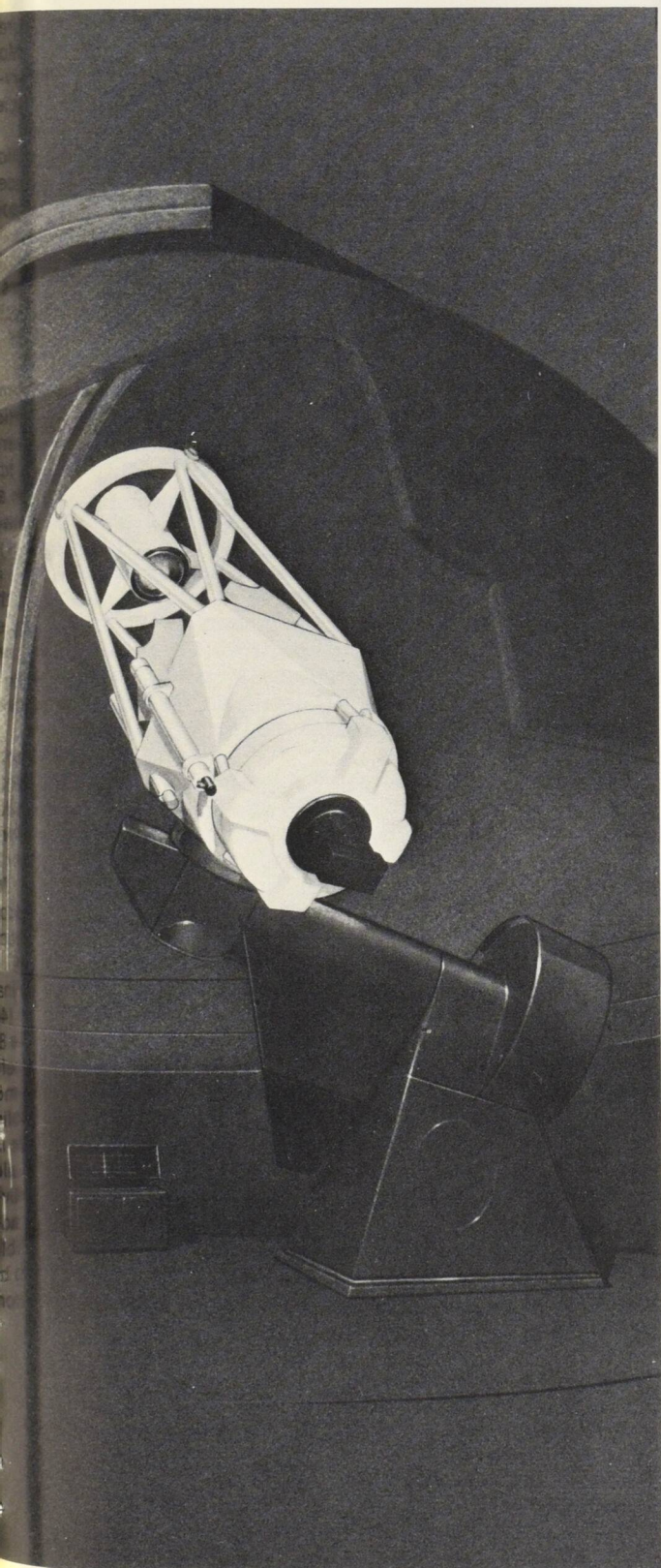
Le nouvel observatoire sera dirigé par M. René Racine, un astronome chevronné, spécialiste des questions de photométrie et d'étude des galaxies, qui enseignait à l'université de Toronto.

Les principales activités de recherche porteront sur la naissance, la vie, la mort des étoiles et la formation des éléments lourds, la structure et l'évolution des galaxies et de l'univers. Précieux outil pour l'enseignement et la recherche, l'observatoire du mont Mégantic permettra aussi aux universitaires québécois de partager les fruits scientifiques du grand observatoire Canada-France-Hawaii.

Grâce à son site exceptionnel, à plus de 14 000 pieds (4 250 m) d'altitude, et à son télescope de 144 po. (3,6 m) de diamètre, l'observatoire d'Hawaii comptera parmi les meilleurs au monde et ses facilités seront très en demande. L'installation plus modeste du mont Mégantic permettra la mise au point d'équipements scientifiques et de programmes de recherche qu'on pourra développer par la suite à l'observatoire d'Hawaii.

Le mont Mégantic présente de multiples avantages pour un observatoire: tout en étant facilement accessible, il est situé loin des lumières et de la pollution des grandes villes, et le développement urbain n'y présentera pas de problème avant bien des années. La turbulence de l'air y est modérée car le mont Mégantic domine de 2 500 pieds (762 m) une assez vaste plaine à plusieurs dizaines de milles (30 à 50 km) à la ronde. De plus les astronomes y jouiront de plus de 1 200 heures de nuit claire par année. Enfin l'université Laval utilise déjà un télescope de 16 po. (40 cm) d'ouverture sur un site à Saint-Elzéar de Beauce, à 80 milles (128 km) du mont Mégantic; cette installation sera sans doute utile aux chercheurs du mont Mégantic et pourra accueillir plus commodément le public intéressé à l'astronomie.

Selon le professeur Racine, les travaux d'aménagement du site et de sa route d'accès vont bon train et on prévoit que le télescope pourra y être livré et installé à l'automne 1977. Il sera ajusté au cours de l'hiver qui suivra et devrait être disponible aux chercheurs à compter de l'été 1978. C'est donc dire que l'Observatoire astronomique du Québec sera en pleine activité au moment où s'ouvrira le congrès de l'Union astronomique internationale organisé à l'université de Montréal au cours de l'été 1979. □



# Up, up and away - To the stratosphere and back

**Modern versions of an old standby, the helium balloon, are adding new wrinkles to the field of atmospheric science. A series of balloon-borne probes into the stratosphere were recently flown from Yorkton, Saskatchewan, using Canada's new mobile launch facility.**

Unhampered by vibrating or polluting engines, the free balloon is in many ways an ideal laboratory for studying the subtleties of the atmosphere.

A mobile balloon launch facility, recently established at Yorkton, Saskatchewan, has become Canada's link in the growing international network of scientific support services. During the month of August, a series of large scientific balloons were launched from the site in support of Canadian scientists from the Atmospheric Environment Service of Environment Canada, the Universities of Calgary and York as well as a number of scientists from the United States. The eight-week program was organized by NRC's Space Research Facilities Branch.

Why Yorkton? "For many reasons," explains Project Manager Ron Charko. "High altitude winds for example. They're critical for a successful balloon flight. Also, the balloons drift hundreds of miles in the air before they land, so the long stretches of open country west of Yorkton offer many areas in which to bring them down. Add to that the low density of air traffic in the region and the series of radar tracking stations already in place along the balloon flight corridor and you come up with an excellent launch site.

"Don't forget," he adds, "there's also a built-in advantage for scientists working in northern latitudes where geophysical conditions are ideal for their studies."

In recent years, balloon technology has progressed to such a point that a scientific launch facility can provide support for experiments not only in atmospheric sciences but also in the fields of astronomy and other space sciences.

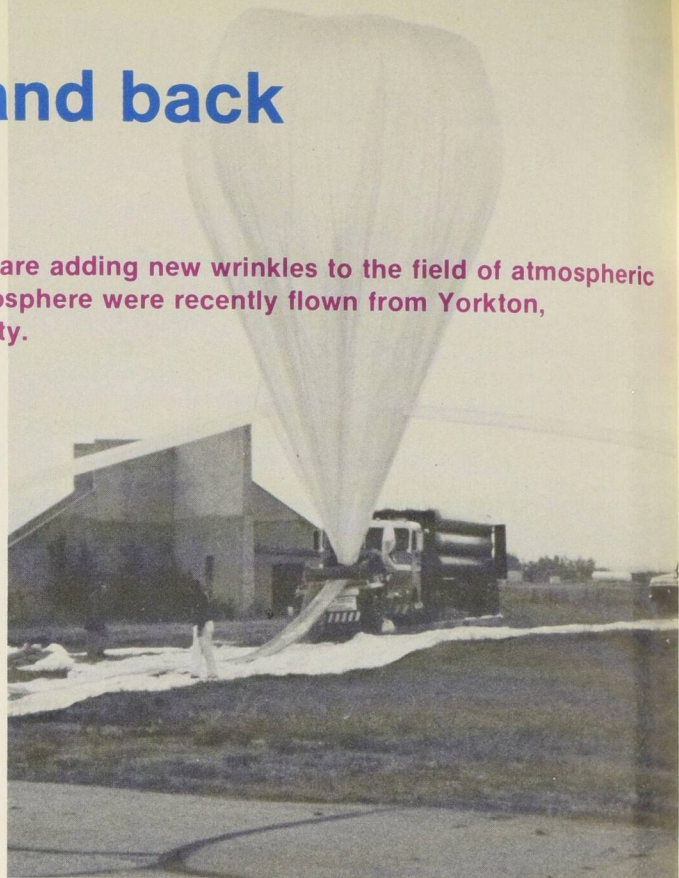
The development in the United States of a plastic film which could be easily sealed and would withstand the harsh environment was a major breakthrough in balloon design and manufacture. Although remarkably resilient, the skin of a modern balloon bubble measures less than one thousandth of an inch in thickness, about three times thinner than the material in a common plastic garbage bag.

The largest of the balloons flown from Yorkton fills a volume of 15 million cubic feet and can float instrument payloads weighing some 3,500 lb. (1 600 kg), the equivalent of a small car, to altitudes exceeding 100,000 feet (30 000 m). When deflated and spread out on the ground, its mammoth plastic skin can comfortably cover the area of a football field.

The size of these balloons, in fact, determines the size and complexity of a suitable launching facility. Small balloons, up to 250,000 cubic feet (7 000 m<sup>3</sup>), require no special heavy ground equipment and can therefore be launched by a small scientific group with little or no outside assistance. With larger balloons, however, launching is a complex task which requires the coordination of numerous technicians with specially designed machines and electronics.

At the outset, weather patterns play a vital role in any scientific balloon launch. At the mercy of fickle winds and changing weather, flight crews may wait for days until conditions are optimal. Only then can the operation begin.

In preparation, wind profiles are recorded up to altitudes of 60,000 feet (18 000 m). Near the ground, surface winds must be slow enough to ensure a safe, effective take-off. Higher up, boundary layer winds must be measured



Space Research Facilities Branch/Direction des installations de recherche spatiale

**A balloon bubble taking shape. Helium gas flows in through the long, extended sleeves on either side. The spool in front of the helium trailer restrains the balloon until lift-off.**

**Ballon en cours de gonflage. L'hélium pénètre dans l'enveloppe en empruntant les longues manches placées de chaque côté. Le treuil monté à l'avant du camion avitailleur retient le ballon jusqu'au lancement.**

for the proper direction and speed since turbulent shear winds could easily rupture a balloon during ascent. Finally, measurements are made on the strength and direction of high altitude winds which determine the flight path of a large balloon; the eventual distance travelled can vary from 250 miles (400 km) to as much as 1,000 miles (1 600 km) from the launch site.

At length, the expected moment arrives. The winds are just right. The skies are clear. The nearest thunderstorm is many miles and towns away on the distant prairie. Transport Canada personnel at Yorkton airport confirm that a balloon flight won't interfere with air traffic. Countdown begins.

The most common technique for launching balloons is the dynamic launch, executed with a mobile vehicle which supports the payload. This flexible approach lets the launch crew compensate for changes in surface wind direction which might otherwise give the balloon an awkward or misdirected lift-off. First, the prostrate balloon is filled slowly with helium gas while it is held down by a large spool attached to a weighted trailer. Next, as the inflated bubble is released, a launch vehicle manoeuvres the payload so it stays directly under the ascending balloon. When the balloon train is fully extended, the payload is finally set free by the launch vehicle, and the experiment soars skyward.

# L'exploration à haute altitude Jusqu'à la stratosphère et retour

**Des versions modernes de ballon à hélium contribuent à augmenter nos connaissances dans le domaine des sciences atmosphériques. On a procédé dernièrement au lancement d'une série de ballons-sondes stratosphériques à Yorkton en Saskatchewan, grâce à une installation mobile de lancement dont le Canada vient de faire l'acquisition.**

Le ballon libre, qui n'a pas l'inconvénient d'avoir des moteurs qui vibrent et qui polluent, est à plusieurs points de vue le laboratoire idéal pour étudier les propriétés de l'atmosphère.

L'installation mobile de lancement de ballons, récemment établie à Yorkton, en Saskatchewan, est devenue la maille canadienne d'un réseau international de soutien scientifique en pleine expansion. Durant le mois d'août, une série de grands ballons scientifiques y ont été lancés pour aider les scientifiques canadiens du Service de l'environnement atmosphérique d'Environnement Canada et des Universités de Calgary et York ainsi qu'un certain nombre de scientifiques américains. Le programme de huit semaines était organisé par la Direction des installations de recherche spatiale du CNRC.

Pourquoi a-t-on lancé les ballons de Yorkton? Le directeur du projet, M. Ron Charko, nous explique les nombreux avantages de ce site: "Il y a, par exemple, les vents à haute altitude. Ils sont critiques pour qu'un vol en ballon réussisse. De plus, les ballons dérivent sur des centaines de milles avant d'atterrir et les vastes étendues de campagne qui s'ouvrent à l'ouest de Yorkton offrent de nombreuses régions où l'atterrissage est possible. En outre la faible circulation aérienne dans ces régions et la présence d'un réseau de radars de poursuite déjà en place le long du corridor de vol du ballon font de Yorkton un excellent site de lancement."

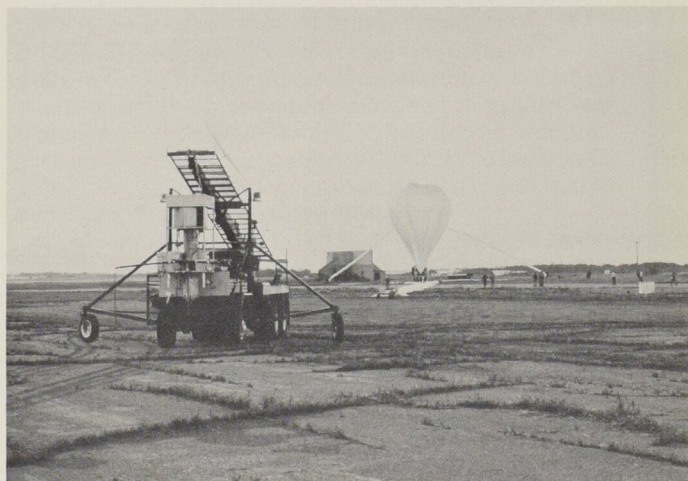
Il a ajouté: "N'oubliez pas que Yorkton, à cause de sa situation nordique, présente des avantages marqués pour les scientifiques intéressés aux latitudes élevées car les conditions géophysiques y sont idéales pour leurs études."

Au cours des dernières années, la technologie des ballons a fait de tels progrès qu'une installation de lancement de ballons-sondes scientifiques peut fournir un soutien lors d'expériences portant non seulement sur les sciences atmosphériques mais aussi sur l'astronomie et d'autres sciences spatiales.

La mise au point aux États-Unis d'un film de plastique qui peut être facilement rendu étanche et supporter l'environnement sévère de la haute atmosphère a été une percée majeure dans les domaines de la conception et de la construction des ballons. Quoique remarquablement résistante, la paroi d'un grand ballon moderne a une épaisseur inférieure à un millième de pouce, soit environ trois fois moins que celle d'un sac en plastique ordinaire pour les ordures.

Le plus grand des ballons utilisés à Yorkton a un volume de 15 millions de pieds cubes et peut emporter une charge d'instruments atteignant environ 3 500 livres (1 600 kg) (l'équivalent d'une petite voiture) à des altitudes dépassant 100 000 pieds (30 000 m). Lorsque le ballon est dégonflé et étalé sur le sol, son énorme enveloppe de plastique peut facilement couvrir un terrain de football.

C'est la dimension de ces ballons, en fait, qui détermine la grandeur et la complexité de l'installation de lancement nécessaire. De petits ballons atteignant 250 000 pieds cubes de volume (7 000 m<sup>3</sup>) n'exigent pas un équipement au sol spécialement lourd et peuvent ainsi être lancés par un petit groupe de scientifiques ne bénéficiant que de peu d'aide extérieure. Le lancement de grands ballons est toutefois plus compliqué car il nécessite la coordination de nombreux techniciens équipés de machines



Space Research Facilities Branch/Direction des installations de recherche spatiale

**Launch is seconds away. The scientific payload (left foreground) is supported by a mobile vehicle downwind some 980 feet (300 m) from the inflated balloon. At lift-off, the launch vehicle will manoeuvre the payload until it is directly under the ascending balloon. When the balloon train becomes fully extended, the payload will be released and the experiments will soar skyward.**

**Le lancement est imminent. La charge utile (à gauche, au premier plan) se trouve sur un véhicule mobile placé dans le sens du vent à quelque 980 pieds (300 m) du ballon gonflé. Au moment du décollage, le véhicule de lancement manoeuvrera pour placer la charge utile directement sous le ballon en cours d'ascension. Lorsque le ballon a atteint une altitude égale à sa longueur totale, la charge utile est libérée et les appareils scientifiques qui la constituent s'élancent vers le ciel.**

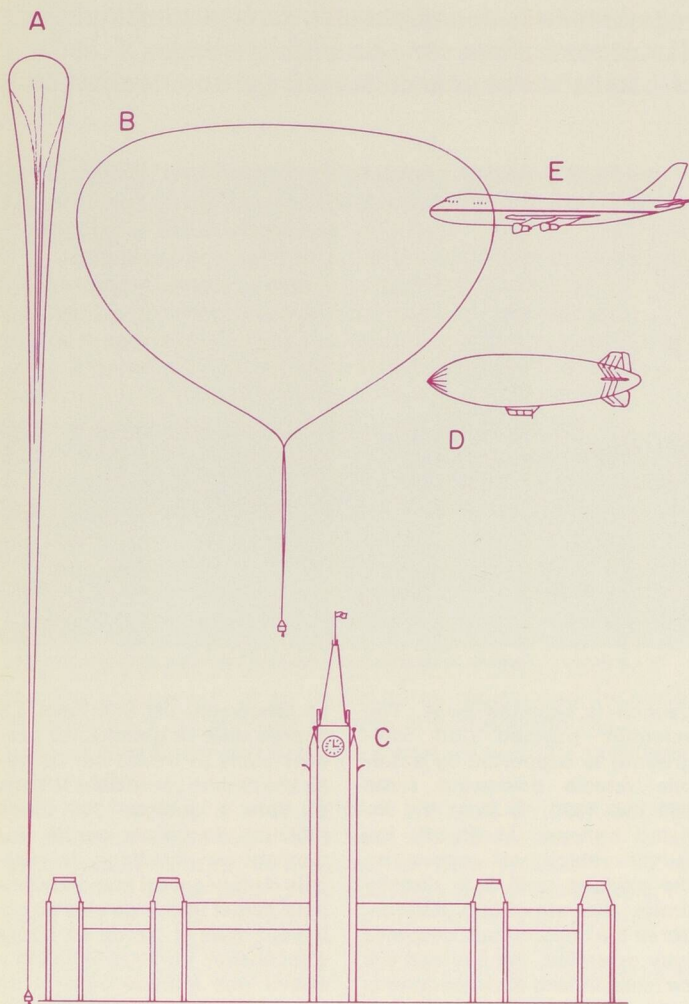
et d'instruments électroniques conçus à cette fin.

À prime abord, les configurations météorologiques jouent un rôle vital dans tous les lancements de ballons scientifiques. À la merci de vents capricieux et d'un temps qui peut changer, les équipes de lancement peuvent avoir à attendre pendant des jours jusqu'à ce que les conditions soient propices. C'est seulement alors que l'opération peut commencer.

Lors de la préparation du lancement, le profil des vents en altitude est enregistré jusqu'à 60 000 pieds (18 000 m). Près du sol, les vents en surface doivent être assez lents pour que le lancement s'effectue sans problème et en toute sécurité. À plus haute altitude, il faut s'assurer que les vents de couches limites ont la bonne direction et la bonne vitesse puisque des vents cisailants et turbulents pourraient facilement déchirer le ballon durant la montée. On doit enfin mesurer la force et la direction des vents à haute altitude, qui déterminent la trajectoire de vol d'un grand ballon; un ballon peut couvrir une distance variant de 250 milles (400 km) à 1 000 milles (1 600 km) à partir du site de lancement.

Enfin, le moment du lancement arrive. Les vents sont favorables. Le ciel est clair. Pas d'orage à des milles à la ronde. Le personnel de Transports Canada à l'aéroport de Yorkton confirme qu'un ballon en vol ne nuira pas à la circulation aérienne. Le compte à rebours commence.

# balloon launching



Miss/Mlle C.W. Clyde, NRC/CNRC

## Relative sizes:

**A.** A scientific balloon at launch stands 790 feet (237 m) high.

**B.** At float altitude the largest flown from Yorkton contains 15 million cubic feet (450 000 m<sup>3</sup>) of helium gas and measures 340 feet (102 m) wide by 270 feet (81 m) high.

**C.** The Peace Tower of the Parliament Buildings in Ottawa stands 301 feet (90 m) high.

**D.** The 192 foot-long (57 m) Goodyear "blimp" with a volume of roughly 200,000 cubic feet (6 000 m<sup>3</sup>).

**E.** A Boeing "jumbo" jet is 231 feet (69 m) long.

## Dimensions comparées:

**A.** Un ballon scientifique mesure 790 pieds (237 m) de haut au moment du lancement.

**B.** A leur altitude de croisière les plus grands ballons lancés de Yorkton contiennent 15 millions de pieds cubes (450 000 m<sup>3</sup>) d'hélium, leur hauteur atteignant 340 pieds (102 m) et leur largeur 270 pieds (81 m).

**C.** La hauteur de la Tour de la Paix des édifices du Parlement, à Ottawa, est de 301 pieds (90 m).

**D.** Le dirigeable Goodyear a 192 pieds (57 m) de long pour un volume approximatif de 200 000 pieds cubes (6 000 m<sup>3</sup>).

**E.** Un quadriréacteur Boeing "jumbo" a 231 pieds (69 m) de long.

Almost immediately, the control and command electronics in the payload are activated and radio contact is established with the ground. At the same time, scientific instruments in the gondola begin to receive and transmit atmospheric data as they will throughout the entire flight.

About three hours after launch, the balloon reaches its float altitude and begins a slow drift westward. The flight's path is, of course, governed by the direction of winds at this level (up to 145,000 feet) (44 000 m) while its duration depends upon wind speed. Although the trajectory and flight duration can both be estimated before launch, deviations are nonetheless possible and can lead to failure of the mission. So it becomes important to know the position of the balloon at all times for purposes of air traffic safety (required by Transport Canada), control and recovery.

Accordingly, balloons in flight are tracked constantly by the Pine Tree network of radar stations operated by the Department of National Defence. Also, each balloon is followed closely by a pursuit aircraft which maintains radio contact with the payload instruments. A number of safety devices built into the balloon ensure that any flight can be terminated instantly on command.

To ground observers during evening hours, high altitude scientific balloons resemble large, bright, circular objects in motion, looking unlike airplanes or common stellar phenomena. This visual effect is created at very high float altitudes where a balloon's plastic skin picks up and reflects light earthward from the sun. (The same process illuminates our Moon in the night sky.) At lower altitudes during hours of darkness, each rig is marked with flashing lights. Little wonder that rushes of balloon sightings are often reported as U.F.O.'s.

About 24 hours after ascent, each balloon is destroyed by radio signal, allowing the payload equipment to descend by parachute in the area east of Calgary, Alberta. The pursuit aircraft follows the descent closely and relays the landing position to a downrange recovery team on the ground. Finally, the payload is recovered by ground transportation or by helicopter depending upon the type of terrain. The many hours of planning and weather monitoring before touchdown optimize the chances of landing the equipment undamaged in a suitable impact area.

After recovery, the scientists' task of analyzing and interpreting data begins. During August, a solar telescope was flown by scientists from the University of Calgary while a program devised by the Atmospheric Environment Service of Environment Canada combined 12 experiments for simultaneous measurements of key stratospheric gases. Among these were chlorine compounds and oxides of nitrogen which play vital roles in the chemistry of the Earth's ozone layer.

Another balloon, launched for American scientists from the National Center for Atmospheric Research (NCAR), carried an experiment called the Cryogenic Whole Air Sampler designed to collect atmospheric constituents at many altitudes.

"The whole operation," notes Mr. Charko, "aroused a good deal of interest from international organizations some of whose members attended these launchings as observers.

"Already", he adds, "we've received numerous proposals from scientists for experiments to be sent up in the coming months and in fact, besides two launches set to go in January, we're well under way with plans for another series next summer." □

**Wally Cherwinski**

# lancement de ballons

La technique habituelle pour lancer des ballons est le lancement dynamique exécuté avec un véhicule qui soutient la charge utile. Cette approche souple permet à l'équipage de lancement de compenser les sautes de vent qui pourraient autrement donner au ballon une trajectoire de montée difficile ou mauvaise. On commence par gonfler lentement le ballon à l'hélium, tout en le retenant au moyen d'un câble attaché à une remorque lestée. Puis, lors du lâchage du ballon, un véhicule de lancement permet de garder la charge utile juste en dessous du ballon. Lorsque le ballon est pleinement déployé, la charge utile est finalement libérée par le véhicule de lancement et le ballon s'envole dans le ciel.

Presque au même instant, on active l'électronique de contrôle et de commande de la charge utile et le contact radio est établi avec le sol. En même temps, les instruments scientifiques à bord commencent à recevoir et à transmettre des données atmosphériques et continueront ainsi durant tout le vol.

Environ trois heures après le lancement, le ballon atteint son altitude maximum et commence à dériver lentement vers l'ouest. La trajectoire est, bien sûr, gouvernée par la direction des vents à cette altitude (jusqu'à 145 000 pieds) (44 000 m) et la durée de vol dépend de la vitesse des vents. Quoique la trajectoire et la durée du vol puissent être toutes deux estimées avant le lancement, des déviations sont toutefois possibles et peuvent conduire à un échec de la mission. Il importe donc de connaître la position du ballon à tout moment dans le but d'assurer la sécurité de la navigation aérienne, conformément aux directives de Transports Canada, et de permettre également le contrôle et la récupération des charges utiles.

C'est dans ce but qu'on observe à tout instant la trajectoire de vol des ballons grâce aux stations radars du réseau Pine Tree du Ministère de la défense nationale. Chaque ballon est également suivi de près par un avion de poursuite qui maintient un contact radio avec les instruments embarqués. Plusieurs dispositifs de sécurité à bord du ballon permettent de mettre fin instantanément à tout vol sur commande.

Durant la soirée, les ballons scientifiques à haute altitude prennent, pour les observateurs au sol, l'apparence de grands mobiles circulaires brillants qui ne ressemblent pas du tout à des avions ou aux phénomènes stellaires ordinaires. Ce phénomène visuel est créé aux très hautes altitudes lorsqu'un ballon en plastique reflète la lumière du soleil vers le sol. (C'est le même processus que dans le cas de la lune qui reflète vers la terre la lumière du soleil durant la nuit.) A des altitudes plus faibles, les ballons sont balisés la nuit par des voyants lumineux. Dans ces conditions il n'est pas étonnant que l'on reçoive tellement d'appels signalant des soucoupes volantes.

Après 24 heures de vol chaque ballon est détruit par signal radio ce qui permet à la charge utile de descendre en parachute dans la région à l'est de Calgary, en Alberta. L'avion de poursuite suit la descente de près et communique les coordonnées du point d'atterrissage à une équipe de récupération au sol. Finalement, la charge utile est récupérée par un véhicule au sol ou par hélicoptère selon le type de terrain. Les nombreuses heures passées à planifier le vol et à surveiller le temps avant l'atterrissage facilitent la récupération en bon état des instruments scientifiques, à un point d'atterrissage approprié.

Après la récupération des instruments, les scientifiques doivent analyser et interpréter les données. Au cours du mois d'août, un télescope solaire a été embarqué par des scientifiques de l'Université de Calgary alors qu'un

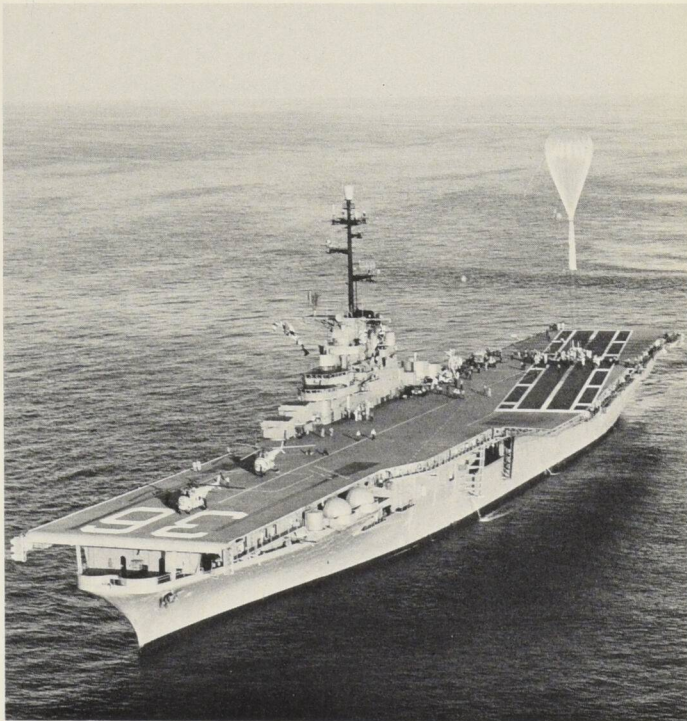
programme conçu par le Service de l'environnement atmosphérique d'Environnement Canada a combiné 12 expériences pour des mesures simultanées sur les principaux gaz atmosphériques. Parmi ceux-ci se trouvent les composés chlorés et les oxydes d'azote qui jouent un rôle vital dans les réactions chimiques qui prennent place dans la couche d'ozone entourant la terre.

Un autre ballon, lancé par des scientifiques américains pour le Centre national de la recherche atmosphérique, a emporté des équipements permettant de faire une expérience appelée "Cryogenic Whole Air Sampler" (Échantillonnage cryogénique de toute l'atmosphère), dans le but de prélever des échantillons des constituants atmosphériques à diverses altitudes.

Et M. Charko d'ajouter: "Ce programme de lancement a suscité beaucoup d'intérêt parmi les organismes internationaux, dont certains membres ont assisté aux lancements en observateurs."

"On nous a proposé d'effectuer de nombreuses autres expériences scientifiques au cours des mois à venir et, de fait, outre les deux lancements prévus pour janvier prochain, nous sommes avancés dans la préparation d'une autre série de lancements l'été prochain." □

Texte français: **Louis-Georges Desternes**



Naval Photographic Center, Washington, D.C.

"Operation Skyhook", a series of scientific balloon launchings at sea, was carried out by the United States Navy during the early 1960's.

"Opération Skyhook": la marine américaine a procédé à une série de lancements en mer de ballons scientifiques au début des années soixante.

# Insulation breakdown - Probing the problems of power transmission

**Failure in an electrical cable generally can be traced to a defect in its insulation. Research has uncovered methods of accelerating the various mechanisms which lead to breakdown, providing the cable manufacturer with a reliable estimate of operational life.**

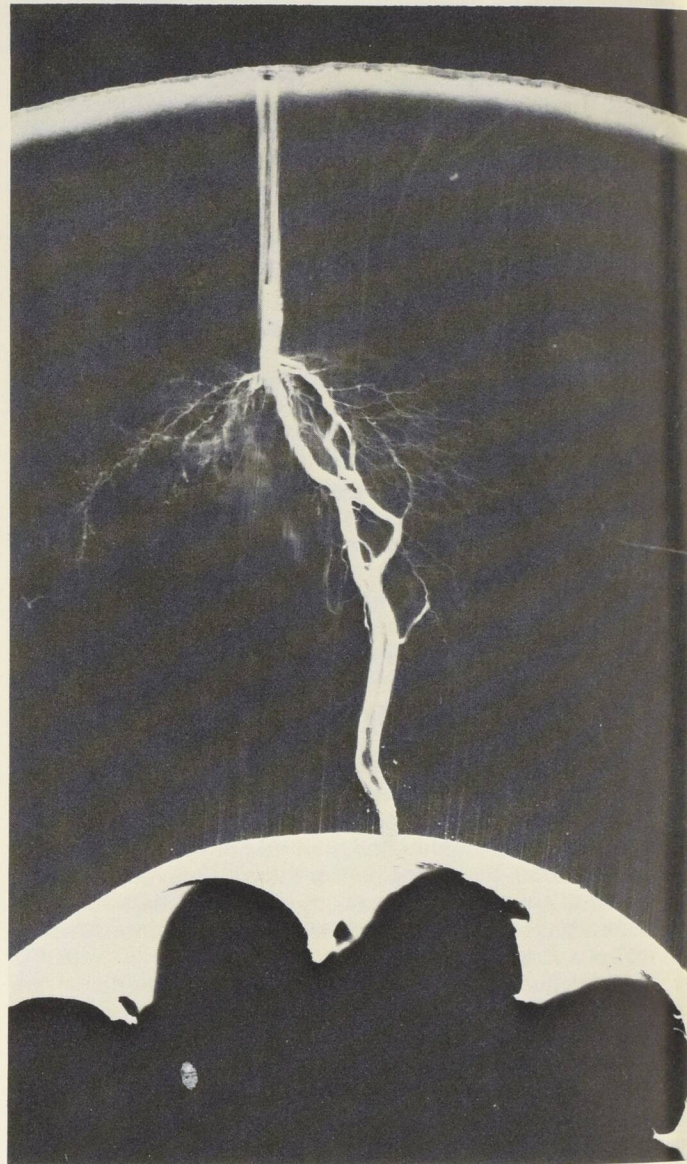
Street lights are extinguished, darkness envelops, the houses are dead; in the factory, machines slow to a halt and a conveyor belt stops. Is it a power cut, a generator break-down or the failure of an electrical cable?

A short circuit within a power cable results not only in economic loss to electrical companies but inconvenience and expense to industry and the general public. The laying of these cables is a costly business involving street excavations and disruption to offices and factories. Once laid, the cable is expected to convey electrical power without maintenance for the next 40 years. This life time may have been established for a particular line of power cables, but what is the supplier to do if he wishes to introduce a new manufacturing process or employ new materials? Is he to test his product over a 40-year period before venturing on the market with the confidence that it will perform as the industry demands? Clearly this would be impracticable. Instead, the manufacturer seeks an authoritative test of the life time of his cable that can be performed in months rather than years. For this reason, accelerated testing methods for power cable insulation are being developed by Dr. John Densley at the National Research Council of Canada's Division of Electrical Engineering. Dr. Densley has made an extensive study of the properties of solid insulations used in electrical power transmission with the object of designing a series of accelerated tests which will yield an accurate measure of the life time of the insulation in a power cable.

A modern power cable consists of a central conductor which carries the high voltage current, covered by insulating material which, in turn, is surrounded by a second conductor responsible for returning the current at low voltage. In cable manufacture, the insulating material (generally composed of cross-linked polyethylene) is extruded in a molten form onto the central copper conductor and it is at this point that defects may develop which can lead to failure several years later.

Any insulation breaks down under sufficiently high electrical stress. Electrical stress occurs when a voltage is applied over a thickness of insulation and increases as the voltage is raised or the thickness of insulation decreased. Each insulating material has a characteristic breaking point at which the electrical stress is so great that the insulation fails and permits the current to short circuit between the central and outer conductor. Modern power cables are capable of withstanding high stresses of many orders of magnitude greater than their normal loadings, up to millions of volts, for short periods of time. But the same cable under normal stresses may break down after only a few years of service. This problem of weakening with aging which occurs in cable insulation has been traced by Dr. Densley to causes that range from defects introduced during manufacture to the effects of the cable's environment.

For example, during the extrusion of the insulation on the central conductor, small voids of gas form. Under normal electrical stresses, sparks can occur within these voids and eat away at the surrounding material. The sparks, or partial discharges, burrow through the insulation at each peak of the 60 hertz (cycles per second) voltage. Total breakdown occurs after several years service. The voids, which can be controlled by careful manufacturing processes, continue to be of interest to Dr. Densley. "With



Division of Electrical Engineering, NRC/Division de génie électrique, CNRC

**Insulation breakdown, the result of many hours of electrical stress under test conditions. Partial discharges form at the tip of a metallic needle which has been placed in the insulating material.**

**Cet isolant a cédé après plusieurs heures de contraintes électriques au banc d'essais. Des décharges partielles se forment à la pointe de l'aiguille métallique qui a été insérée dans le matériau isolant.**



# Câbles électriques et isolants défectueux

## Les problèmes du transport de l'énergie

**C'est généralement à un défaut de l'isolant que l'on peut attribuer les défaillances des câbles électriques. Les chercheurs ont mis au point des méthodes grâce auxquelles le fabricant peut désormais déterminer l'endurance des câbles électriques car elles permettent d'accélérer les divers mécanismes conduisant à ces défaillances.**

Les lampadaires sont éteints, la nuit vous enveloppe, les maisons sont silencieuses; à l'usine, les machines ainsi que la bande d'un transporteur, ralentissent et s'arrêtent. Est-ce dû à une panne de courant, à une panne de génératrice ou à la défaillance d'un câble électrique?

Un court-circuit dans un câble à haute tension entraîne non seulement une perte d'argent pour les compagnies d'électricité mais cause également des dérangements et des dépenses à l'industrie et au public en général. La pose de ces câbles est une entreprise coûteuse impliquant le creusement de tranchées dans les rues et des perturbations pour les bureaux et les usines. Une fois posé, on s'attend à ce que le câble transporte l'énergie électrique pendant 40 ans sans nécessiter d'entretien. Supposons qu'un fabricant ait pu déterminer l'endurance d'un type de câbles électriques donné. Que doit-il faire s'il envisage d'introduire un nouveau procédé de fabrication ou d'employer de nouveaux matériaux? Doit-il tester son produit pendant 40 ans avant de pouvoir le lancer sur le marché, certain qu'il remplira les conditions imposées par l'industrie? Ce n'est manifestement pas envisageable. Ce dont il a besoin c'est d'une méthode d'essais homologuée qui lui permette de déterminer l'endurance de son câble en quelques mois au lieu d'années et c'est pour cette raison que le Dr John Densley, de la Division de génie électrique du Conseil national de recherches, procède à la mise au point de méthodes d'essais accélérées de l'isolant des câbles électriques. Le Dr Densley a fait une étude approfondie des propriétés des isolants solides utilisés dans les câbles à haute tension en vue de mettre au point une série de tests accélérés qui permettront d'en déterminer l'endurance avec précision.

Un câble à haute tension moderne est constitué d'un conducteur central transportant le courant de haute tension et recouvert d'un matériau isolant qui, à son tour, est entouré par un second conducteur assurant le retour du courant de basse tension. Dans la fabrication des câbles, le matériau isolant (habituellement constitué de polyéthylène réticulé) est extrudé sous forme liquide sur le conducteur central en cuivre et c'est à ce moment que les défauts peuvent naître et provoquer une panne plusieurs années plus tard.

N'importe quel isolant perd ses propriétés lorsqu'il est soumis à une contrainte électrique suffisamment élevée. Une contrainte électrique se produit lorsqu'une différence de potentiel est appliquée sur une épaisseur d'isolant et elle augmente à mesure que l'on accroît cette différence de potentiel ou que l'on diminue l'épaisseur de l'isolant. Chaque matériau isolant a un point de défaillance caractéristique où la contrainte électrique est si grande que l'isolant ne joue plus son rôle et qu'il se produit un court-circuit entre les conducteurs central et extérieur. Les câbles à haute tension modernes peuvent résister à des contraintes élevées très supérieures à leurs charges normales, c'est-à-dire à plusieurs millions de volts pendant de courtes durées. Mais l'intégrité du même câble soumis à des contraintes normales peut être affectée après seulement quelques années de service. Le Dr Densley attribue ce problème d'affaiblissement avec l'âge de l'isolant du câble à une variété de causes allant de défauts apparaissant au moment de la fabrication aux effets de l'environnement du câble.

Cable insulations are tested on this device. High voltage alternating current is applied through needles inserted into the insulation.

Différents isolants de câbles sont testés sur ce dispositif. Un courant alternatif à haute tension est appliqué à l'aide d'aiguilles insérées dans l'isolant.



the shortage of materials becoming acute in the future, we must look to the day when cable insulation is much thinner," Dr. Densley says. "Thinner insulation will give rise to increased electrical stress and we believe that, at some critical value, failure due to microvoids will occur. Microvoids are extremely small cavities which are always present in polymers but, up to now, have not caused electrical problems since normal electrical stresses are insufficient to cause partial discharge. With the possibility of thinner insulations and higher electrical stresses in the future, we are bound to run into problems. Partial discharges in microvoids are very difficult to detect and measure so we are investigating the characteristics of partial discharge in thin insulations in which we have created artificially a known number of microvoids."

Another cause of electrical breakdown is the growth of "electrical trees". An electrical tree begins its life at a point of unusually high stress in an otherwise normally stressed cable. Such a point is associated with any small metallic impurity which has become embedded in the insulation during manufacture. At the tip of this metal sliver, the electrical field exceeds the intrinsic strength of the insulation and a local breakdown takes place. From the rupture that results at the tip of the defect, an electrical tree can grow by the mechanism of partial discharge.

Dr. Densley has investigated the effect of different parameters, such as temperature, voltage, frequency and mechanical stress, upon the processes which lead to insulation breakdown and, with the aid of this data, he is developing reliable accelerated aging tests. As an example, electrical discharge within a void occurs at each peak of a voltage cycle. Normal power transmission takes place at 60 hertz but if a cable is tested at 600 hertz it will age 10 times faster as a result of this destructive mechanism. Additional factors are also considered in such a test, such as application of elevated temperatures and mechanical stresses. In this fashion, a particular cable insulation could be comprehensively tested in six to 10 months.

Despite the care taken in assessing factors that contribute to insulation breakdown, Dr. Densley's research is not without occasional surprises. A cable was brought to him which had been laid in a waterlogged location and failed after only two years in service. Since polyethylene is considered impervious to water, the location was at first ignored until tiny white spots were noticed in sections of the insulation. A more careful examination produced the hypothesis of "water trees" as being responsible for the failure. Under the influence of the electrical stress, water migrates into the insulation and accumulates near impurities. The formation of a microscopic string of water droplets is the first step in a new process of electrical breakdown.

In addition to this program, the projected future of electrical power transmission in North America opens new areas of research for Dr. Densley. The economics of power transmission indicate that cables will operate at extremely low temperatures using superconducting or cryoresistive conductors. These cables are capable of carrying exceptionally high power since the conductors exhibit little or virtually no electrical resistance. Such cables, which are at present in their developmental infancy, represent novel research problems since they must incorporate insulations capable of functioning for many years at temperatures more than 200°C below freezing point. Dr. Densley's laboratory is being geared for research in this new region of extremely low temperatures, a study which will acquaint him with the problems of power transmission of the 21st century. □

David Peat



Canadian Government Photo Center/Centre de photographie du gouvernement canadien

In addition to the ravages of water trees and partial discharges, a power cable must withstand the onslaughts of small animals such as these raccoons.

En plus des ravages occasionnés par les hydroarborescences et les décharges partielles, un câble à haute tension devra résister aux attaques répétées de petits animaux comme ces ratons laveurs.

# transport de l'énergie

On a constaté, par exemple, qu'il se forme des bulles de gaz au cours de l'extrusion de l'isolant sur le conducteur central. Dans des conditions de contraintes électriques normales des étincelles peuvent se produire à l'intérieur de ces bulles et détruire le matériau environnant. Les étincelles, ou décharges, érodent l'isolant à chaque pointe de la tension de 60 Hz (cycles par seconde). Une défaillance complète se produit après plusieurs années de service. Les bulles, qui peuvent être évitées par des procédés de fabrication rigoureux, continuent à intéresser le Dr Densley. Laissons-lui la parole: "Avec la pénurie des matériaux qui ne peut aller qu'en s'aggravant, nous devons envisager le jour où l'isolant des câbles sera beaucoup plus mince. Un isolant plus mince donnera naissance à des contraintes électriques plus élevées et nous pensons qu'en atteignant certaines valeurs critiques, des claquages dus à des microbulles se produiront. Ces microbulles sont toujours présentes dans les polymères mais, jusqu'à maintenant, elles n'ont pas causé de problèmes électriques étant donné que les contraintes électriques normales sont insuffisantes pour entraîner des décharges partielles. Avec la perspective d'isolants plus minces et de contraintes électriques plus élevées à l'avenir des problèmes sont à prévoir. Il est très difficile de détecter et de mesurer les décharges partielles dans les microbulles et c'est pour-

quoi nous en étudions les caractéristiques dans les isolants de faible épaisseur où nous avons créé un nombre connu de microbulles artificielles."

L'apparition "d'arborescences électriques" est une autre cause de panne électrique. Une arborescence électrique apparaît à un point de contrainte anormalement élevée dans un câble soumis par ailleurs à des contraintes normales. Ce point de contrainte a pour origine une impureté métallique quelconque qui a été noyée dans l'isolant au moment de la fabrication. A l'extrémité de cette parcelle de métal, le champ électrique dépasse la résistance structurale de l'isolant et une dégradation locale se produit. Par le mécanisme de la décharge partielle, une arborescence électrique se développe à partir de la rupture qui se produit à l'extrémité du défaut.

Le Dr Densley a étudié l'effet de différents paramètres comme la température, la tension, la fréquence et les contraintes mécaniques sur les processus qui conduisent à la défaillance de l'isolant et, à partir de ces données, il met actuellement au point des tests fiables de vieillissement accéléré. On sait, par exemple, qu'une décharge électrique à l'intérieur d'une bulle se produit à chaque pointe du cycle d'un courant d'une tension donnée. L'énergie électrique est normalement transportée à 60 Hz mais si un câble est testé à 600 Hz il vieillira 10 fois plus vite par suite de ce mécanisme destructeur. Dans ce genre d'essais, on tient également compte d'autres facteurs comme, par exemple, l'application de températures et de contraintes mécaniques élevées. De cette manière, un isolant de câble pourrait être testé exhaustivement en six à dix mois.

En dépit du soin apporté à l'évaluation des facteurs qui contribuent aux défauts d'isolement, les recherches du Dr Densley réservent parfois des surprises. On lui a un jour apporté un câble qui, ayant été posé dans un terrain saturé d'eau, présentait des défauts après seulement deux années de service. Le polyéthylène étant considéré comme imperméable, on n'avait tout d'abord pas accordé d'importance au terrain d'où provenait le câble jusqu'à ce que l'on note la présence de minuscules taches blanches dans certaines sections de son isolant. Un examen plus minutieux devait conduire à l'hypothèse que les "hydroarborescences" étaient à l'origine des défauts. Sous l'influence des contraintes électriques, l'eau pénètre dans l'isolant et s'accumule près des impuretés. La formation d'une chaîne microscopique de gouttelettes d'eau est la première étape d'un nouveau processus de panne électrique.

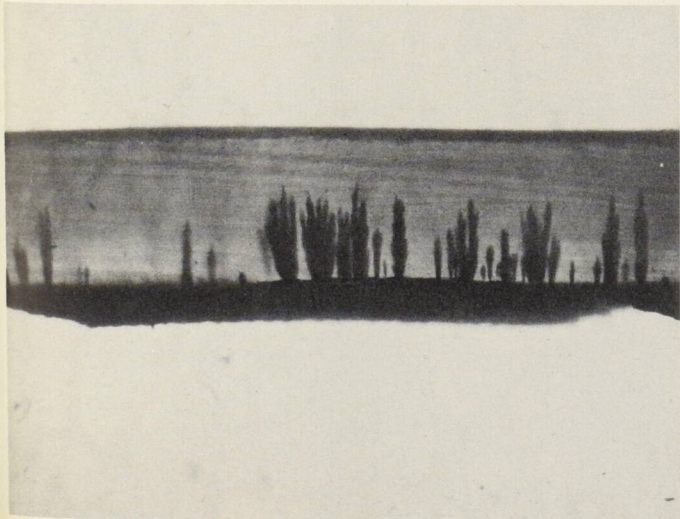
A part ce programme, les projets d'avenir en matière de transport d'énergie électrique en Amérique du Nord ouvrent de nouvelles perspectives de recherche au Dr Densley. On a calculé que pour transporter l'énergie électrique économiquement, il faudra avoir recours à des câbles qui travailleront à des températures extrêmement basses faisant appel à des câbles supraconducteurs ou cryorésistants. Ces câbles peuvent transporter un courant de tension exceptionnellement élevée étant donné que la résistance électrique des conducteurs est pratiquement nulle. De tels câbles, qui ne sont actuellement qu'au stade du développement, présentent de nouveaux problèmes de recherche du fait que leurs isolants devront remplir leur fonction pendant de nombreuses années à des températures inférieures à  $-200^{\circ}\text{C}$ . Le laboratoire du Dr Densley se prépare aux recherches dans ce nouveau domaine des températures extrêmement basses, recherches qui lui permettront de se familiariser avec les problèmes du transport de l'énergie électrique du 21<sup>ème</sup> siècle. □

Texte français: **Claude Devismes**

In this magnified cross section of cable insulation several poplar-like water trees can be seen.

Cette coupe transversale agrandie d'un isolant de câbles montre des hydroarborescences ressemblant à des peupliers.

Division of Electrical Engineering, NRC/Division de génie électrique, CNRC



# Image processing and pattern recognition - Computer vision

**The world is moving into an era in which machines will see their environment. The first steps in this evolution involve computer enhancement of the information contained in pictures and the recognition of the contents of simple scenes.**

Would you like a computer to read your favorite books to you, be your bridge partner in the evening, or perhaps drive you to work in the morning?

For a computer to carry out such tasks it must be able to "see" the world and "understand" what it sees. The world is moving into a new age, possibly a new industrial revolution, where computers will not only deal with calculations and data banks but directly with the environment itself. "Any machine which can 'see' has to be a very smart machine," says Dr. Tonis Kasvand of the National Research Council's Division of Electrical Engineering, whose interests extend from the enhancement of photographic images to the development of a robot eye. "The act of seeing involves the reception and processing of an enormous amount of information, yet it is a task which is performed without any apparent effort whatsoever; in fact, we enjoy it. A relaxing evening spent watching television entails the processing of images consisting of about 250,000 elements of data, presented 30 times a second. In fact, the image on a standard TV screen looks rather coarse; we would prefer much more detail, say at least a million elements per picture which corresponds to a 1000 line TV."

To Dr. Kasvand, such an example serves to illustrate the magnitude of any attempt to understand how human vision extracts and codes information from a visual scene. "I think that in the past we took a rather simplistic approach to these problems; if you like, we tried to run before we could crawl. The first ventures into this problem by computers seemed to work fairly well but as we moved to more complex scenes and used larger programs results worsened; indeed, we no longer completely understood what the computer was doing, nor were we sure how the computer should be programmed. I think that some very basic problems must be solved

first and I am looking for clues in what has been discovered about vision by biologists and psychologists to see if they can be worked in with the computer approach.

After all, we are an end product of about a billion years of R & D, or evolution if you prefer," says Dr. Kasvand. "In those areas in which our innate abilities are poor or non-existent, as for example in image enhancement or in the reconstruction of images from projections, computers have produced spectacular results. But in areas where innate abilities are well developed, such as pattern recognition, similar amounts of computing effort have produced little."

In the case of image enhancement, where the clarity of the picture is improved by removing instrumental and environmental defects, the computer is not required to identify what the picture represents. However, in pattern recognition and scene analysis, the computer is asked to identify the contents of the picture by naming the objects or describing the meaning of a scene.

The art of picture enhancement has largely been developed for processing rare or very expensive images, like those transmitted by deep-space probes. The list of possible corrections is long and each correction step requires considerable amounts of computing, but if the picture is important, much can be done to restore it or to bring out the details of interest.

This enhancement process can be tailored to bring out the data which are related to physically measurable quantities in a picture, irrespective of what the picture represents. A problem which NRC is currently studying is illustrated by the aerial photograph of prairie cropland near Edmonton, Alberta, before and after removal of the so-called "hot spot". The hot spot is a large bright area in the photograph centered around the point on the ground where the shadow of the photographing airplane

If an aerial photo is taken at high altitude using a wide angle lens, it is very likely that the so-called "hot spot" appears in the picture. The general illumination level in the picture becomes very uneven. The photo on the left illustrates the hot spot effect in the red filter band. The center photo shows some improvement, but it is only one of several steps in a correction procedure. Another procedure has been applied to generate the right-hand photo. The hot spot is no longer visible.

Si l'on prend une photographie aérienne à haute altitude à l'aide d'un objectif à grand angle, il est très vraisemblable que ce que l'on appelle le "hot spot" apparaîtra dans la photo. Le niveau général d'éclairage dans la photo devient très irrégulier. Celle de gauche illustre l'effet "hot spot" dans la bande du filtre rouge. Celle du centre montre une certaine amélioration mais ne représente qu'une des étapes nécessaires au processus de correction. On a fait appel à un autre procédé pour obtenir la photo de droite d'où le "hot spot" a disparu.



Agriculture Canada & Canada Centre for Remote Sensing

# Traitement des images et reconnaissance des formes

## L'identification automatique

**Nous nous acheminons vers une ère où les machines "verront" leur environnement. La première étape de cette évolution fait intervenir l'optimisation électronique de l'information contenue dans les photographies et la reconnaissance du contenu d'ensembles simples.**

Aimeriez-vous qu'un ordinateur vous lise vos livres favoris, soit votre partenaire de bridge le soir ou encore qu'il vous conduise à votre travail le matin?

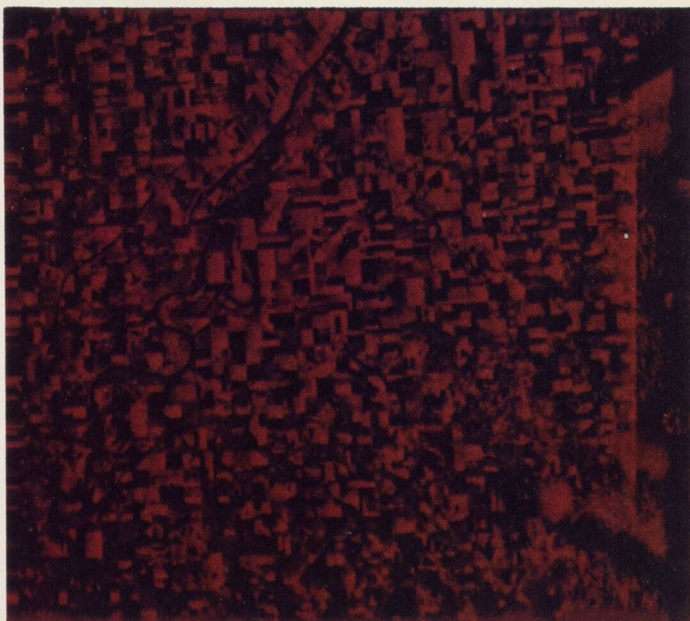
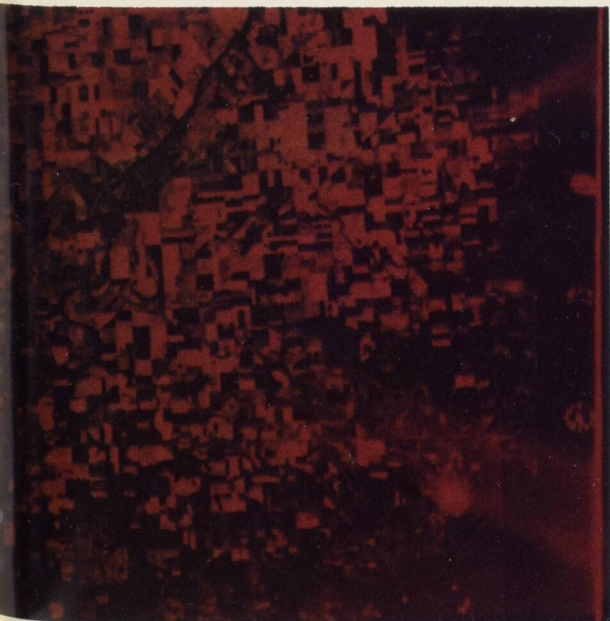
Pour qu'un ordinateur puisse s'acquitter de telles fonctions il faut qu'il puisse "voir" le monde et "comprendre" ce qu'il voit. Le monde aborde une ère nouvelle, peut-être une nouvelle révolution industrielle, où le rôle des ordinateurs ne se bornera pas à faire des calculs et à accumuler des données puisqu'ils devront également traiter directement avec l'environnement, mais écoutons plutôt un chercheur qui s'est attaché à un domaine allant de l'augmentation des contrastes des images photographiques à la mise au point d'un œil robot, le Dr. Tonis Kasvand, de la Division de génie électrique du Conseil national de recherches: "Toute machine qui peut "voir" ne peut être qu'une machine très intelligente. Le mécanisme de la vision fait appel à la réception et au traitement d'une quantité phénoménale d'informations et c'est cependant un travail qui se fait apparemment sans aucun effort et qui, en fait, nous est agréable. Une soirée de détente passée à regarder la télévision implique le traitement d'images composées d'environ 250 000 éléments de données et présentées 30 fois par seconde. En réalité, l'image d'un écran de télévision classique paraît plutôt grossière; nous aimerions avoir beaucoup plus de détails, disons au moins un million d'éléments par image, ce qui, pour la télévision, correspond à une définition de 1 000 lignes."

Le Dr Kasvand s'est servi de cet exemple pour illustrer l'ampleur de la tâche qui attend celui qui cherche à comprendre comment la vision humaine peut extraire et coder l'information contenue dans l'objet ou l'environnement observé. Il précise: "Je pense que nous avons jusqu'à maintenant abordé ces problèmes d'une manière un peu simpliste; nous avons, si vous voulez, essayé de courir avant

d'apprendre à marcher. Nos premières tentatives à l'aide d'ordinateurs ont d'abord semblé assez prometteuses mais à mesure que nous abordions des ensembles plus complexes et utilisions des programmes plus vastes, la qualité des résultats obtenus diminuait. En toute franchise, nous ne savions plus tout à fait ce que l'ordinateur faisait ou comment le programmer. Je pense qu'un certain nombre de problèmes fondamentaux doivent d'abord être résolus et je cherche des indices dans ce que les biologistes et les psychologues ont découvert sur la vision pour voir s'ils peuvent être exploités dans l'approche électronique. Nous sommes, après tout, l'aboutissement d'un milliard d'années de recherche et de développement ou, si vous préférez, d'évolution. Dans les domaines où les aptitudes innées sont faibles ou inexistantes, comme dans le cas de l'optimisation des images ou dans celui de la reconstruction d'images à partir de projections, les ordinateurs ont donné des résultats spectaculaires. Mais dans les domaines où nos aptitudes naturelles sont bien développées, comme par exemple, celui de la reconnaissance des formes, les résultats obtenus pour un effort de même durée sont faibles."

Dans le cas de l'optimisation des images, où la clarté de la photo est améliorée par l'élimination des interférences dues à la machine et aux défauts de l'environnement, on ne demande pas à l'ordinateur d'identifier ce que la photographie représente. Cependant, dans le cas de la reconnaissance des formes et de l'analyse de l'ensemble observé, on s'attend à ce que l'ordinateur identifie le contenu de la photographie en nommant les objets ou en décrivant la signification de cet ensemble.

L'art de l'optimisation photographique a été surtout mis au point pour traiter des images rares ou très coûteuses comme celles transmises par des sondes spatiales lointaines. La liste des corrections possibles est longue et



falls. Automatic identification of crops is simplified by removing the effects of the hot spot, film nonlinearities and exposure variations.

Medical diagnostics can gain special information from picture processing, for example, sectional views of an internal organ which would be impossible to obtain by conventional methods without performing an operation. The problem is rather like asking to see a cross section of an orange without actually cutting it. The solution is obtained by taking a series of X-ray scans and combining the results by a computer. By storing a sufficient number of cross sections in a computer, any slice through the entire human body can in principle be displayed. "Even though this principle has tremendous commercial possibilities," says Dr. Kasvand, "as far as I am aware no Canadian company or research institution is actively

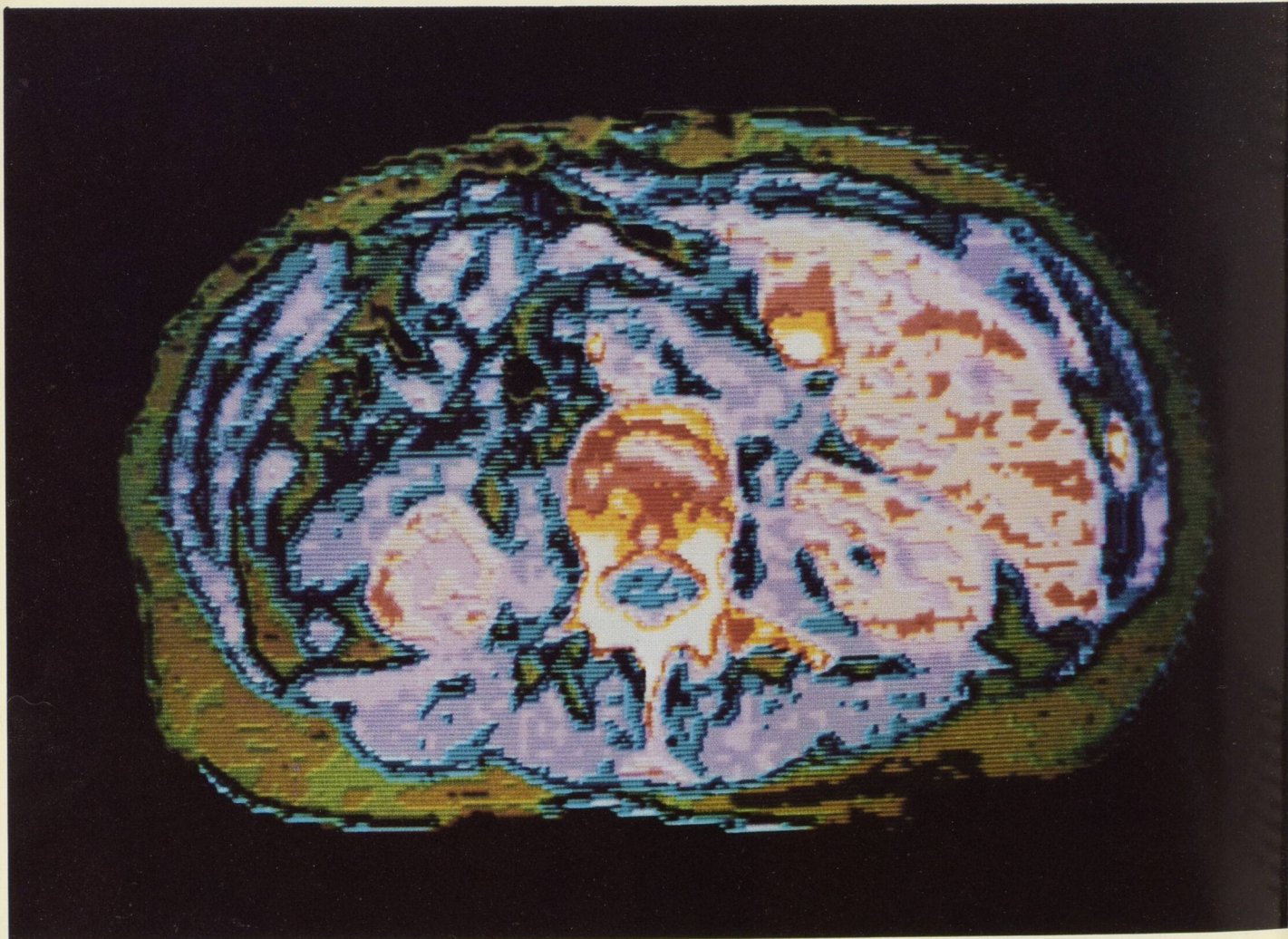
engaged in building or developing such equipment."

The above examples involve storage of a picture in a computer. This is achieved by breaking the picture into small elements, each of which is assigned a unique color and intensity. Since one single TV picture contains about a quarter of a million elements, techniques are being developed by Dr. S. Hung, one of Dr. Kasvand's colleagues, to compress the information as much as possible to minimize computer storage space.

The correction, enhancement and reconstruction of images is but one aspect of image analysis. The other is the extraction of useful information from these images. "This is a fascinating problem," says Dr. Kasvand, "and needs to be solved before machines can carry out routine jobs where vision is required."

**Cross section of human obtained without cutting him in half. This cross section of the human abdomen has been obtained by combining a multitude of X-ray scans. The colors represent different X-ray absorptions in the tissues.**

**Profil d'un être humain obtenu sans qu'il ait été besoin de le couper en deux. Cette vue de profil de l'abdomen humain a été réalisée en combinant une multitude de balayages aux rayons X. Les couleurs représentent différentes absorptions des rayons X dans les tissus.**



# l'identification automatique

chaque étape corrective requiert une quantité considérable de calculs mais, si la photographie est importante, on peut faire beaucoup pour la restaurer ou pour faire ressortir les détails intéressants.

Ce processus d'optimisation peut être programmé pour faire ressortir les données correspondant aux quantités physiquement mesurables dans une photo, quelle que soit l'image représentée par celle-ci. Un problème étudié actuellement par le CNRC est illustré par la photographie aérienne de zones cultivées des Prairies, près d'Edmonton, dans l'Alberta, avant et après élimination de ce que l'on appelle le "hot spot". Le "hot spot" est une grande zone brillante entourant, sur la photographie, le point où l'ombre de l'avion de reconnaissance photographique tombe sur le sol. L'identification automatique des récoltes est simplifiée par l'élimination des effets du "hot spot", des non-linéarités du film et des variations de l'exposition.

Le traitement des images peut fournir des informations précieuses pour les diagnostics médicaux car il est, par exemple, possible d'obtenir des profils d'organes internes qui nécessiteraient une opération par les méthodes classiques. C'est un peu comme si l'on demandait de voir une orange en coupe sans la couper. Le résultat est obtenu en procédant à une série de balayages aux rayons X et en faisant traiter les données obtenues par un ordinateur. En emmagasinant un nombre suffisant de coupes dans un ordinateur, il est en principe possible de visualiser n'importe quelle section du corps humain. Redonnons la parole au Dr Kasvand: "Bien que ce principe ait de fantastiques possibilités commerciales, aucun groupe ou organisme de recherche canadien n'a, à notre connaissance, entrepris la construction ou la mise au point d'un appareil de ce genre."

Dans les exemples que nous venons de citer, il faut emmagasiner une photographie dans un ordinateur. On y parvient en décomposant la photographie en petits éléments auxquels on assigne individuellement une

couleur et une intensité uniques. Compte tenu du fait qu'une seule image de télévision contient environ 250 000 éléments, un des collègues du Dr Kasvand, le Dr S. Hung, travaille sur des techniques visant à comprimer l'information au maximum pour minimiser l'espace nécessaire à leur stockage dans l'ordinateur.

La correction, l'optimisation et la reconstruction des images n'est que l'un des aspects de leur analyse, l'autre aspect étant l'extraction des informations utiles. "Il s'agit là d'un problème fascinant qui doit être résolu avant que les machines puissent s'acquitter des travaux de routine nécessitant la vision", de préciser le Dr Kasvand.

Le problème que constitue la programmation des ordinateurs pour identifier ce qu'un ensemble observé contient ou pour reconnaître les éléments contenus dans l'image ne peut actuellement être résolu que si l'image en question est très simple, c'est-à-dire extrêmement limitée du point de vue du contenu ou judicieusement délimitée. Pour le lecteur, le meilleur exemple est peut-être celui que constitue la lecture optique des caractères imprimés ou l'on demande à la machine de regarder un mot et d'en reconnaître les lettres l'une après l'autre. Pour les caractères de dimension, de forme, de contraste, etc. connus, le matériel existe déjà et avec l'arrivée des micro-ordinateurs son coût pourra être considérablement réduit. Cependant, ce n'est surtout que sur une base expérimentale que l'on est parvenu à lire l'écriture manuscrite en capitales d'imprimerie et les tentatives faites pour lire l'écriture manuscrite normale sont jusqu'ici demeurées infructueuses.

De nombreuses "images scientifiques" comme, par exemple, des échantillons de matériaux, des radiographies d'objets, des échantillons sanguins sur lames, des colonies bactériennes, des images chromosomiques, des images obtenues par télécommande, etc. sont fondamentalement limitées sur le plan du contenu parce que chaque catégorie d'images ne montre seulement que quelques types d'objets. Avec la technique de la reconnaissance des formes,



Example of data compression. The left-hand picture consists of 256 x 256 elements in red, green and blue. The total data can be reduced or compressed by at least a factor of eight without apparent degradation. The data content in the right-hand picture has been reduced eight times.

Exemple de compression des données. La photo de gauche est constituée de 256 x 256 éléments en rouge, vert et bleu. L'ensemble des données peut être réduit ou comprimé par un facteur au moins égal à huit sans dégradation apparente. Les données contenues dans la photo de droite ont été réduites huit fois.

University of Southern California (Compression by/Image traitée par le Dr. Hung, NRC/CNRC)

The problem of programming computers to identify what a scene contains or to recognize the items in the picture can at present be solved only if the picture is very simple, extremely limited in content or judiciously constrained. The example most familiar to the reader may be optical character reading, where the machine is asked to look at a word and recognize the letters one at a time. For printed characters of known size, shape, contrast and so on, commercial equipment is available and, with the advent of microcomputers, the cost of this equipment can be considerably reduced. Reading of hand printing however has been done mostly on an experimental basis and attempts at reading normal handwriting have not succeeded.

Many "scientific pictures", for example material samples, X-rays of objects, blood samples on slides, bacterial colonies, chromosome spreads, remote sensed images, etc., are basically limited in content because only a few types of objects appear in each category of picture. Using a pattern recognition approach, devices can be constructed which measure, count and classify particles, blood cells, and crop types. In areas in which the image analysis problem is more complicated, special purpose computer systems have been developed, such as the chromosome karyotyping systems at NRC and the U.S. Jet Propulsion Laboratory.

More complicated pictures may also be amenable to analysis if the scene can be modified to suit our present know-how. An approach to the problem of design of artificial limbs developed at NRC is illustrated in this article. The solution involves an analysis of the body's movement in both normal and abnormal walking. Instead of asking the computer to recognize a knee, ankle, wrist or shoulder, the joint may be specially marked and only these marks need be recognized by the computer.

**One of the ways of simplifying a practical pattern recognition problem. Each frame of this movie film is analyzed by computer in order to measure human locomotion. However, it is far easier to program a computer to recognize the dots than to program it to recognize an arm, ankle, or knee.**



T. Kasvand, NRC/CNRC, M. Milner, Chedoke-McMaster Centre  
S/D 1976/6

est possible de construire des dispositifs qui mesurent, comptent et classent les particules, les cellules sanguines et les différents types de cultures. Dans les domaines où le problème de l'analyse de l'image est plus compliqué, le CNRC et le U.S. Jet Propulsion Laboratory ont mis au point des calculateurs spécialisés comme celui qui permet de déterminer le caryotype des chromosomes.

Des photographies plus compliquées sont susceptibles d'être analysées à la condition de pouvoir modifier l'objet représenté en fonction de nos possibilités techniques du moment. Une méthode mise au point au CNRC pour l'étude des membres artificiels est décrite dans cet article. La solution fait intervenir l'analyse des mouvements du corps dans la démarche normale et anormale. Au lieu de demander à l'ordinateur de reconnaître un genou, une cheville, un poignet ou une épaule, on peut repérer l'articulation à l'aide d'une marque spéciale et ce sont ces marques qu'il suffit à l'ordinateur de reconnaître. Le problème de la reconnaissance est cependant loin d'être simple du fait que les marques changent de forme et d'intensité et peuvent parfois être obscurcies par suite de la variation du point de prise de vues ou de la position du membre par rapport à la caméra et à la source lumineuse. Le principe consistant à marquer les objets se trouvant dans l'ensemble observé en illuminant ledit ensemble d'une manière spéciale ou en utilisant d'autres artifices pour simplifier le problème de la reconnaissance n'est qu'une mesure de fortune mais qui est elle-même applicable à de nombreux travaux de manipulation automatique.

Les exemples présentés dans cet article sont constitués de solutions spécifiques de problèmes spécifiques et, à condition bien entendu que ces solutions soient convenablement développées, la commercialisation d'un grand nombre d'entre elles pourrait être envisagée. Cependant, si nous voulons provoquer l'avènement de la prochaine révolution industrielle où les machines "verront" ce qu'on leur demande de faire, il va nous falloir consacrer beaucoup d'efforts au développement et à la recherche. Et ce n'est pas tant d'un matériel coûteux que d'un gros effort intellectuel dont nous avons besoin.

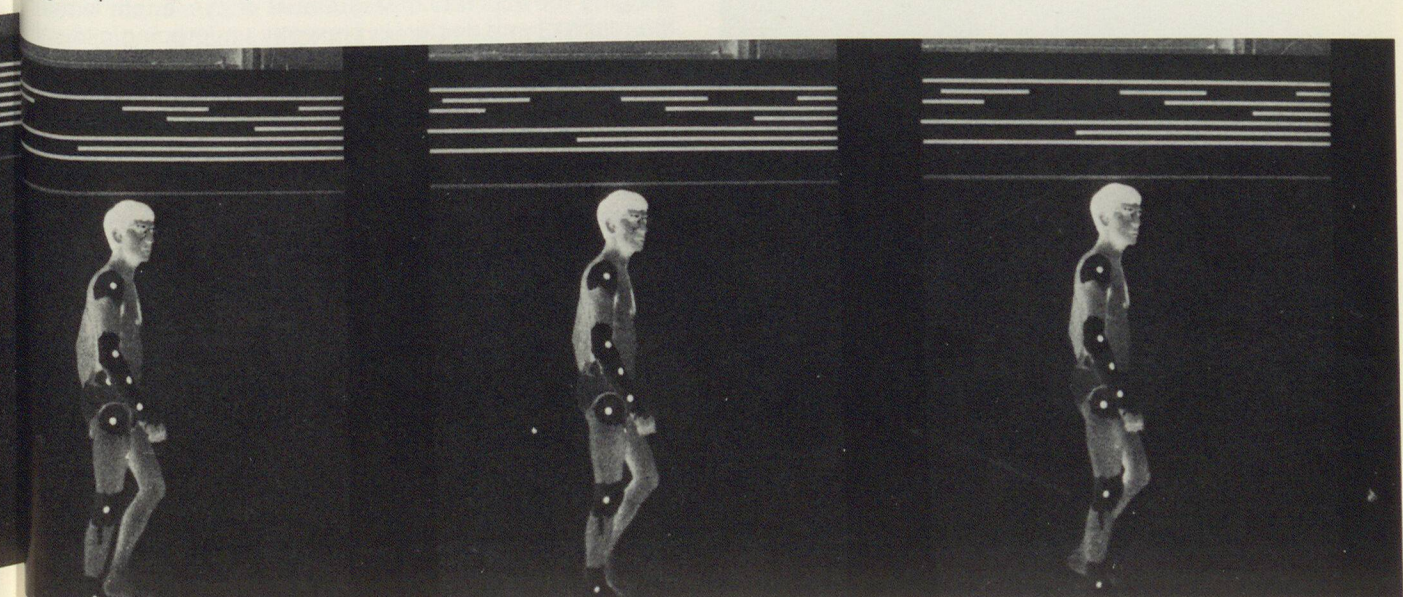
Nous sommes encore loin de pouvoir expliquer la faculté d'adaptation de la vision humaine puisque même le plus perfectionné des systèmes de reconnaissance des images que l'homme puisse concevoir tombera en panne

devant celle d'une jolie fille. Il est cependant si facile et si "évident" de comprendre notre environnement visuel que nous ne comprenons même pas pourquoi il devrait être la source d'un problème. Nous voyons, entendons, parlons, manipulons des objets, etc. sans que nous ayons conscience de la complexité associée à des activités de cette nature. Les tentatives faites pour charger un ordinateur de s'acquitter de tâches similaires se sont cependant heurtées à de sérieuses difficultés. Pourquoi? Faire ressurgir le vieil argument de la supériorité de l'esprit sur la machine n'apporte aucun élément nouveau et, par conséquent, l'analyse d'un ensemble quelconque est traitée comme n'importe quel autre problème scientifique, avec la différence que dans ce cas nous pouvons comparer les résultats de l'ordinateur avec nos propres aptitudes. Il est même possible que les solutions nous aident à mieux nous comprendre.

Des recherches sur l'analyse des ensembles observés sont actuellement en cours dans de nombreux laboratoires, y compris dans ceux du CNRC, avec de très intéressants résultats. Ainsi, par exemple, même si sa prononciation est actuellement encore affectée d'un très fort accent, l'ordinateur peut nous lire nos livres préférés mais vous ne pouvez pas encore en faire un partenaire de bridge dans le sens humain car, même si vous pouviez l'aviser de ce qui se passe en consignnant chaque décision dans un terminal informatique, cela exige la reconnaissance de la voix, l'analyse des ensembles et une méthode de manipulation des cartes. Pour ce qui est de vous conduire à votre travail chaque matin en empruntant les routes actuelles, c'est un risque que le Dr Kasvand vous déconseille de prendre! □

Texte français: **Claude Devismes**

**Une des façons de simplifier un problème de reconnaissance des formes d'ordre pratique est d'analyser chaque image de ce film avec un ordinateur pour déterminer les paramètres de la locomotion humaine. Il est cependant beaucoup plus facile de programmer un ordinateur pour reconnaître les points que de le programmer pour qu'il puisse reconnaître un bras, une cheville ou un genou.**



T. Kasvand, NRC/CNRC, M. Milner, Chedoke-McMaster Centre  
S/D 1976/6



# The Echo-oculometer - Seeing with sound

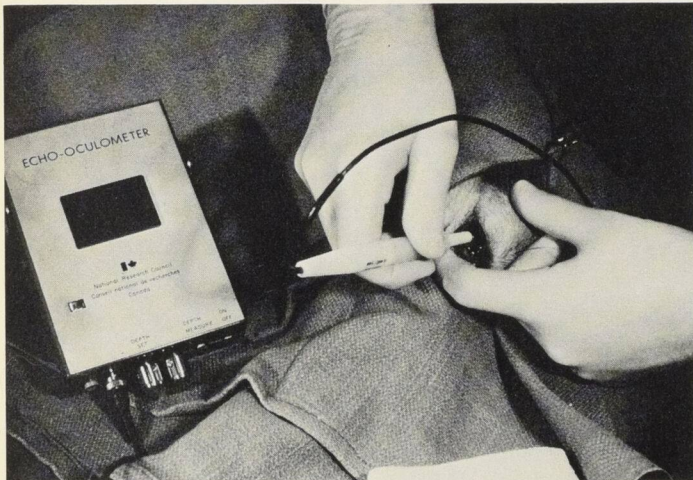
**In the replacement of a diseased lens by an artificial one, it is important, for the restoration of proper vision, that the implanted lens be of exactly the correct curvature to match the characteristics of the eye. The Echo-oculometer will bring accurate measurement of eye length within the reach of any doctor.**

"With the aid of ultrasonics, we have opened the door to the surgical implantation of a prescription lens into the human eye," says Mr. Alan Mortimer of the National Research Council of Canada. "Using the Echo-oculometer, it is relatively simple to take accurate measurements of the eye within minutes."

Mr. Mortimer, of the Medical Engineering Section, Division of Electrical Engineering, is concerned with the application of ultrasound in the field of medicine. But what is ultrasound? "It is simply that sound which lies above the range of human hearing," Mr. Mortimer answers. "Since the healthy human ear can hear sounds up to a frequency of 20,000 hertz (cycles per second), the science of ultrasonics deals with sounds lying above that frequency. In the research we are carrying out in this laboratory, we use sound at millions of cycles per second."

It is commonplace observation that, while light travels in straight lines and leaves sharp shadows of objects placed in its path, sound can be heard around corners and bulky objects. But what happens if sound of very small wavelengths is used, that is, sound which falls in the ultrasonic range? Such sound moves only in straight lines and leaves sharp shadows around interposed objects. Indeed, it is possible to use ultrasound as one uses light to take pictures of an object and measure distances. Since ultrasound of the appropriate frequency passes through the human body, it makes it possible to "see" internal organs. In the field of obstetrics, where the use of X-rays is hazardous, ultrasonic pictures of the fetus are particularly valuable.

An early application of ultrasound by the Medical Engineering Section was to make measurements of the human brain in order to detect any displacement of the brain's midline, a critical indicator of disease or injury.



The probe tip is applied to the eye's surface and axial length read from the machine.

L'extrémité de la sonde est appliquée sur la surface de l'œil et on lit sur la machine la longueur axiale.

The group then turned to the problem of obtaining accurate measurements for use in eye surgery.

In the replacement of a diseased lens by an artificial one, it is important, for the restoration of proper vision, that the implanted lens be of exactly the correct curvature to match the characteristics of the eye. If the lens were to exhibit too much curvature, the patient would then find himself shortsighted; on the other hand, insufficient curvature would result in longsightedness. It is therefore necessary for the surgeon to possess an accurate measure of the distance between the front and the back of the eye before an operation takes place.

The conventional method of making such a measurement is rather laborious and not without discomfort to the patient. In addition, it can be used only in those cases in which the diseased lens is transparent and is therefore impracticable in the case of patients having cataracts. Mr. Mortimer felt that this was a situation in which ultrasonics could be employed with advantage. The technique in this case is to employ ultrasound rather like an echo-sounder, since the time taken for a sound pulse to bounce from the back of the eye is directly related to the distance the echo travels. The instrument involves a probe which produces a burst of ultrasound and also contains a sensor for detecting the returning echo. The probe is hand-held and connected by a lead to a battery-powered processor which displays the eye measurement in digital form. The whole instrument is small enough to be carried in a doctor's pocket. The tip of the probe is placed on the surface of the eye and a short burst of ultrasound is emitted by exciting a piezo-electric crystal with an electrical current at about 70 volts. This sound burst travels in a straight line to the back of the eye where it is reflected back along the same path. This echo is detected by the probe and the time delay between signal and echo is converted into a reading of length in millimetres between the back and front of the eye, which is then digitally displayed.

This instrument, which has the advantage of being relatively simple to operate and inexpensive to manufacture, bringing the accurate measurement of eye length within the reach of any doctor, is presently undergoing clinical trials with encouraging results. Following this trial period, the instrument will be licenced for manufacture, representing another success story for Mr. Mortimer's group.

But what does the future hold for NRC's involvement in medical ultrasonics? Mr. Mortimer replies, "We will certainly keep an interest in the diagnostic possibilities of ultrasonics. However, in the immediate future, we are looking at the physiological possibilities of ultrasonics in the treatment of disease. It is known that ultrasound can enhance certain chemical reactions and this seems to result from the increased speed at which the reactants come together. We are asking if ultrasonics could speed up the supply of nutrients to a diseased organ and so aid its recovery. Our first study will involve the supply of oxygen to a damaged heart muscle."

These experiments are in their initial stages and it is encouraging that a technique which has met with such success in diagnostics may one day offer an aid to recovery for the sick. □

David Peat

# L'écho-oculomètre

## La vue par le son

**Lorsque l'on veut remplacer un cristallin malade par un cristallin artificiel pour rendre une bonne vue à un patient, il faut que le cristallin artificiel ait une courbure bien adaptée aux dimensions de l'oeil. Grâce à l'écho-oculomètre, la mesure précise de la profondeur d'un oeil sera à la portée de tout médecin.**

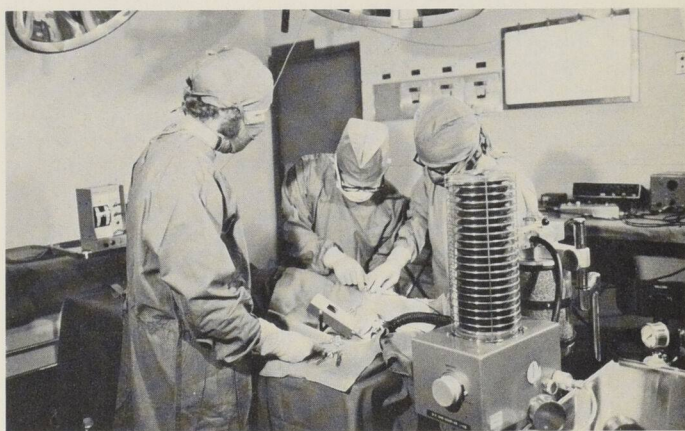
M. Alan Mortimer, du Conseil national de recherches du Canada, nous a dit: "Les ultrasons nous ont ouvert la voie vers l'implantation chirurgicale d'un cristallin artificiel dans l'oeil humain. À l'aide de l'écho-oculomètre, il est relativement simple de faire des mesures précises de l'oeil en quelques minutes."

M. Mortimer, de la section de génie médical de la Division de génie électrique, s'intéresse aux applications médicales des ultrasons. Mais que sont donc les ultrasons? Selon M. Mortimer: "Il ne s'agit que de sons mais dont la fréquence dépasse les fréquences que l'oreille humaine peut détecter. Puisque l'oreille humaine peut entendre les sons jusqu'à une fréquence de 20 000 Hz, c'est-à-dire de 20 000 cycles par seconde, les ultrasons se rapportent à des fréquences plus élevées. Les recherches que nous faisons dans ce laboratoire utilisent les ultrasons dont la fréquence atteint plusieurs millions de hertz."

Tout le monde a pu observer que, alors que la lumière se propage en ligne droite et donne des ombres nettes des objets, les sons peuvent être entendus derrière des objets massifs. Mais alors, que se passe-t-il si le son a une très petite longueur d'onde et appartient à la gamme des ultrasons? De tels sons ne se propagent qu'en ligne droite et produisent aussi des ombres marquées autour des objets sur leur passage. Il est même possible d'utiliser des ultrasons pour prendre des images d'un objet et pour mesurer des distances, comme avec de la lumière. Puisque les ultrasons de fréquence appropriée passent à travers le corps humain, il est alors possible de "voir" les organes à l'intérieur du corps. En obstétrique, où l'utilisation des rayons X présente des dangers, les images du fœtus prises aux ultrasons sont particulièrement précieuses.

Une première application des ultrasons par la section de génie médical a été de mesurer le cerveau humain afin de détecter des déplacements de la ligne médiane du cerveau, déplacements qui constituent un symptôme crucial de maladie ou de blessure. Le groupe s'est alors tourné vers le problème de l'obtention de mesures précises de l'oeil, pour faciliter les interventions chirurgicales. Lorsque l'on remplace un cristallin malade par un cristallin artificiel, pour rendre une bonne vue à un patient, il faut que le cristallin artificiel ait une courbure bien adaptée aux dimensions de l'oeil. Si le cristallin était trop courbé, le malade deviendrait myope et si, par ailleurs, ce cristallin était insuffisamment courbé, le malade deviendrait hypermétrope. Le chirurgien doit donc posséder une mesure précise de la distance entre l'avant et l'arrière de l'oeil avant de faire une opération.

La méthode traditionnelle pour faire ces mesures est plutôt laborieuse et elle incommode le patient. De plus, on ne peut s'en servir que dans les cas où le cristallin malade est transparent et donc pas dans le cas de malades ayant la cataracte. M. Mortimer a pensé que c'était là une situation où les ultrasons pourraient présenter un avantage. Il s'agit alors d'utiliser les ultrasons à la manière d'une sonde échoïque puisque le temps pris par une impulsion sonore pour être réfléchi par l'arrière de l'oeil est directement lié à la distance couverte par l'écho. L'instrument comprend une sonde dotée d'un générateur d'impulsion ultrasonore et d'un détecteur qui capte l'écho de retour. La sonde est tenue à la main et reliée par un fil à un analyseur à pile qui donne les mesures de



**The Echo-oculometer is tested under simulated hospital conditions.**

**L'écho-oculomètre est testé dans des conditions simulées d'un hôpital.**

l'oeil sous forme numérique. L'instrument est entièrement portable et assez petit pour être mis dans la poche de la veste d'un médecin. On place l'extrémité de la sonde sur la surface de l'oeil et on produit une brève impulsion d'ultrasons en excitant un cristal piézoélectrique à l'aide d'un courant électrique d'environ 70 V. Ces ultrasons voyagent en ligne droite jusqu'au fond de l'oeil d'où il sont réfléchis au point de départ. La sonde détecte cet écho et convertit le temps d'un aller et retour en une valeur chiffrée de la distance en millimètres entre l'avant et le fond de l'oeil.

L'instrument, qui a l'avantage d'être relativement simple à utiliser et peu coûteux à fabriquer, met à la portée de tout médecin une mesure précise de la profondeur de l'oeil; l'appareil est actuellement aux essais cliniques et les résultats sont encourageants. Après cette période d'essais l'instrument sera fabriqué sous licence, ce qui représentera un autre succès pour le groupe de M. Mortimer.

Mais que réserve l'avenir pour le groupe de recherche en ultrasons du CNRC? M. Mortimer nous a répondu: "Nous continuerons certainement de nous intéresser aux possibilités diagnostiques des ultrasons. Cependant, à court terme, nous allons nous pencher sur les effets physiologiques des ultrasons dans le traitement de maladies. On sait que les ultrasons peuvent favoriser certaines réactions chimiques en augmentant la vitesse avec laquelle les réactifs entrent en contact. Nous nous demandons si les ultrasons ne pourraient pas accélérer l'apport de matières nutritives à un organe malade et ainsi contribuer à sa guérison. Notre premier sujet d'étude sera l'apport d'oxygène à un muscle cardiaque endommagé."

Ces expériences n'en sont qu'à leur début mais il est encourageant qu'une technique qui a donné de si bons résultats en matière de diagnostic puisse offrir un jour un moyen de guérir les malades. □

**Texte français: Louis-Georges Desternes**

# Cosmic debris - Aftermath of the supernova

**Astronomers at the Dominion Radio Astrophysical Observatory have recently produced radio maps of a supernova remnant which look much like optical photographs.**

Some of the most spectacular stellar fireworks in recorded history lit a morning sky in the year 1054 A.D. A brilliant new star, exceeding the brightness of Venus, dazzled the eyes of Chinese astronomers. For several weeks it remained visible in daylight and blazed in the night sky for more than a year. Today, astronomers recognize the phenomenon as the wake of a stellar explosion — a supernova.

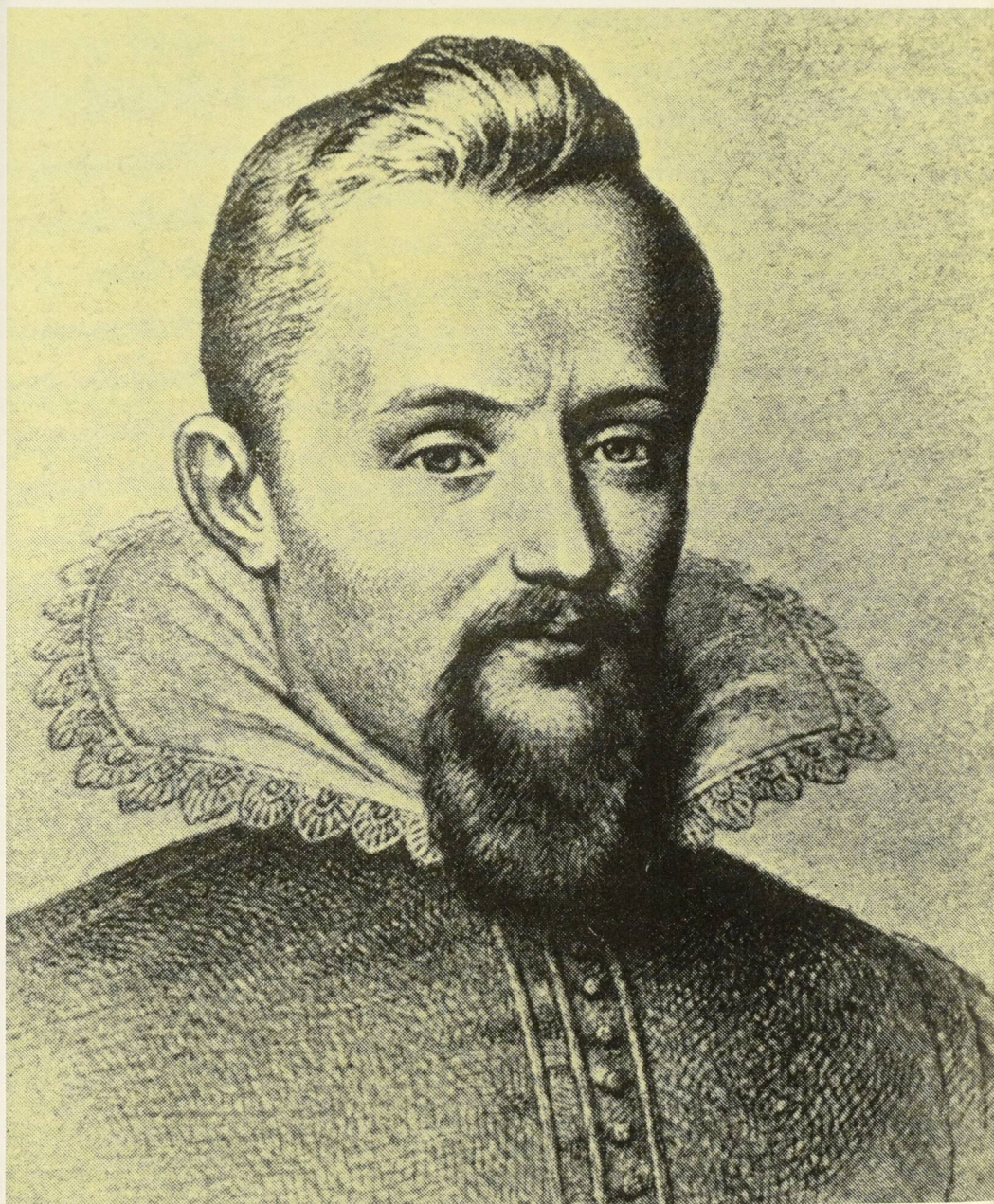
Supernovae in our own Milky Way galaxy probably occur at an average rate of one per century. The rate is, of course, random, and the last two supernova sightings in our galaxy were recorded by astronomers Johannes Kepler in 1604 and Tycho Brahe in 1572. Previous to this, two are described in Chinese and Arabic records of the 11th century. There are about 10 other events in the last 2,000 years which are less well documented but which

nonetheless seem likely to refer to supernovae. In addition, every year there are observations of new supernovae in neighboring galaxies which add much to what scientists already know about these explosions.

Astronomers are aware that stars of different total mass evolve in different ways. Stars like our sun evolve slowly, taking the order of 10 billion years to convert their hydrogen to helium by the process of fusion. This relatively controlled uniform release of energy permitted the development of life on Earth.

But stars more massive than our sun evolve more rapidly spending, by comparison, only a few million years in the hydrogen-to-helium conversion state. If certain unstable conditions develop during this evolution, a cataclysmic explosion is inevitable.

Collapse takes place within seconds. As the outer layers



Early astronomer Johannes Kepler, witness and biographer of the last supernova in our galaxy over 300 years ago.

Il y a plus de 300 ans que Johannes Kepler, un des premiers astronomes, a observé et décrit la dernière supernova.

Yerkes Observatory, University of Chicago/Observatoire Yerkes, Université de Chicago

# Débris cosmiques

## Vestiges d'une supernova

**Des astronomes de l'Observatoire fédéral de radioastrophysique sont récemment parvenus à établir des cartes radio, ressemblant beaucoup à des photographies optiques, des vestiges d'une supernova.**

C'est dans un ciel matinal de l'an 1054 qu'a été observé l'un des plus spectaculaires feux d'artifice stellaires de l'histoire. Une nouvelle étoile dont l'éclat dépassait celui de Vénus surprit grandement les astronomes chinois. Elle devait rester visible pendant plusieurs semaines dans le ciel diurne et embraser le ciel nocturne pendant plus d'une année. De nos jours, les astronomes reconnaissent le phénomène comme représentant les vestiges d'une explosion stellaire, c'est-à-dire une supernova.

Dans notre propre galaxie, la Voie lactée, les supernovae se produisent probablement à la fréquence d'une par siècle en moyenne. Cette fréquence est, bien entendu, aléatoire, et les deux dernières observations de supernovae dans notre galaxie ont été faites par les astronomes Johannes Kepler, en 1604, et Tycho Brahé, en 1572. Elles ont été précédées par deux autres qui

sont décrites dans des documents chinois et arabes datant du 11ème siècle. On a, au cours de ces 2 000 dernières années, enregistré environ 10 autres événements qui sont moins bien documentés mais qui semblent néanmoins correspondre à des supernovae. On observe en outre, chaque année, de nouvelles supernovae dans des galaxies avoisinantes et ces observations contribuent beaucoup à augmenter les connaissances des scientifiques sur ces explosions.

Les astronomes savent que les étoiles de différentes masses totales évoluent de différentes manières. Des étoiles comme notre soleil évoluent lentement, environ 10 milliards d'années leur étant nécessaires pour convertir leur hydrogène en hélium par le processus de la fusion. Cette libération uniforme et relativement contrôlée d'énergie a permis l'apparition de la vie sur la



**La Nébuleuse du Crabe: débris de l'explosion d'une supernova vue par des astronomes orientaux en l'an 1054. Les restes de la zone centrale constituent une étoile à neutrons à rotation rapide émettant des impulsions dans les domaines radio et optique à la cadence de 30 par seconde.**

**The Crab Nebula: debris from a supernova explosion seen by oriental astronomers in the year 1054 A.D. The central remains is a rapidly rotating neutron star which gives off pulses of radio and optical emission at the rate of 30 per second.**

Mount Palomar, California/Mont Palomar, California

# supernova

of the star's gaseous envelope lag behind, the shock wave of the collapse sets off an explosion which blasts them into space at velocities of several thousand kilometres per second. This supernova explosion is one of the greatest displays of fireworks in the universe, brightening to some 100 million times the quiescent level of the original star. This peak of brightness is reached in a matter of days and is followed by a gradual decline over a period of months or years.

The matter left behind has a mass roughly that of the Sun with the core material shrinking rapidly to form a neutron star or white dwarf star of relatively low brightness. The density of a neutron star is so high that it has been equated to that of all the human beings in the world squeezed into a raindrop. Some, such as the one in the Crab Nebula, may manifest themselves as pulsars, rapidly

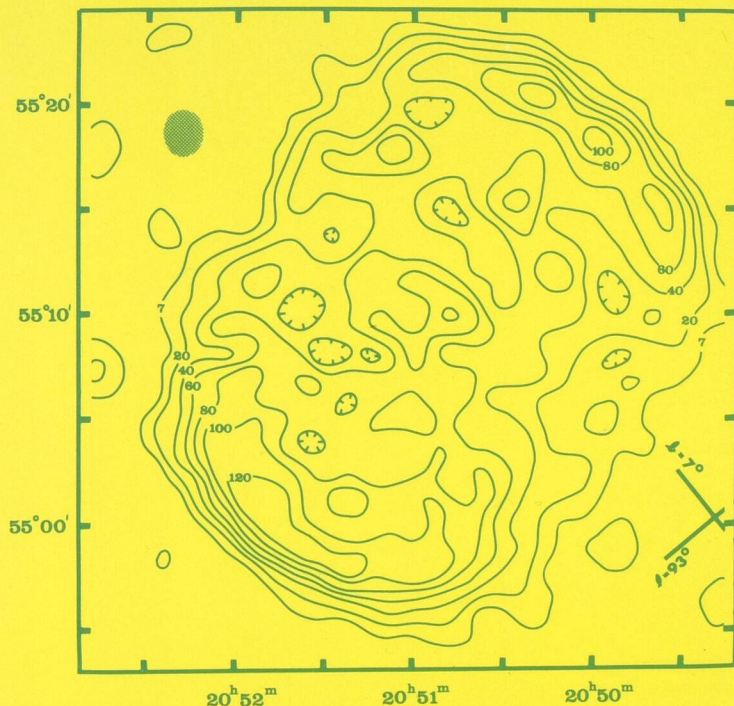
rotating neutron stars which pulse out radio and optical emission as often as 30 times per second.

Thousands of years after a supernova, the gas cloud of blown-off material continues to expand into the surrounding region of the galaxy, carrying with it its magnetic field. This material and field interacts with interstellar gas to generate the light and radio waves we describe as a supernova remnant. Today, light can be detected from about 25 supernova remnants (SNR's) in our galaxy ranging in age from a few hundred years (Tycho's, Kepler's and the Crab) to about 100,000 years. The light is usually in the form of faint wisps or filaments sometimes describing arcs of circles. These are the projections of parts of the expanding spherical shell.

With the development of radio astronomy, it has become evident that SNR's are even more prominent at radio

**A radio map of continuum emission from DA530 at a frequency of 1.4 GHz. Continuous lines join points of equal radio intensity much like isobars connect points of equal barometric pressure on a weather map. From comparisons with other supernovae of known age and size, astronomers have deduced that this remnant is about 3,000 years old, 150 light years in diameter and over 22,000 light years distant from Earth. Its angular size in the sky is slightly smaller than that of the full moon.**

**Carte radio de l'émission représentant le continuum de DA530 à la fréquence de 1,4 GHz. Les lignes continues relient entre eux les points d'égale intensité du rayonnement radio, rappelant beaucoup en cela la façon dont les isobares relient entre eux les points d'égale pression barométrique sur une carte météorologique. En procédant à des comparaisons avec d'autres supernovae d'âge et de dimension connus, les astronomes ont déduit que ce reste de supernova a environ 3000 ans, un diamètre de 150 années de lumière et se trouve situé à plus de 22 000 années de lumière de la Terre. Sa dimension angulaire dans le ciel est légèrement inférieure à celle de la pleine lune.**





Dominion Radio Astrophysical Observatory/Observatoire fédéral de radioastronomie

Bien que l'on n'ait pas détecté d'émissions optiques de DA530, cette "image radio" obtenue avec un enregistreur de facsimilés et un programme d'ordinateur ressemble presque à une photographie optique. Les parties claires, de forme annulaire, représentent les zones d'émission caractéristiques des vestiges de supernovae.

Although no optical emission has been detected from DA530, this "radio picture" produced with a facsimile recorder and a computer program looks almost like an optical photograph. The bright rings of emission are characteristic of supernova remnants.

Terre.

Mais les étoiles les plus massives que notre soleil évoluent plus rapidement puisqu'il ne leur faut, par comparaison, que quelques milliards d'années pour convertir leur hydrogène en hélium. Si certaines conditions instables apparaissent au cours de cette évolution, une explosion cataclysmique est alors inévitable.

L'effondrement intervient en l'espace de quelques secondes. Comme les couches externes de l'enveloppe gazeuse de l'étoile restent en arrière, l'onde de choc produite par l'effondrement déclenche une explosion qui les propulse dans l'espace à des vitesses atteignant plusieurs milliers de kilomètres par seconde. Cette explosion représente l'un des plus fantastiques feux d'artifice de l'Univers, augmentant d'environ 100 millions de fois l'éclat de l'étoile originelle à l'état stable. Cet éclat maximum est atteint en quelques jours et il est suivi d'un déclin graduel s'étalant sur une période couvrant des mois ou des années.

La matière résiduelle a une masse qui est à peu près égale à celle du Soleil alors que celle constituant le noyau se contracte rapidement pour former une étoile à neutrons, ou naine blanche, de relativement faible éclat. La densité d'une étoile à neutrons est si élevée qu'on a pu la comparer à celle de toute l'humanité comprimée dans une goutte de pluie. Certaines, comme celles qui se trouvent dans la Nébuleuse du Crabe, peuvent se manifester sous la forme de pulsars, c'est-à-dire d'étoiles à neutrons

animées d'une rotation rapide et émettant des impulsions radio et optiques à la cadence de 30 par seconde.

Des milliers d'années après l'explosion d'une supernova le nuage de gaz constitué par la matière éjectée continue à s'étendre dans la région avoisinante de la galaxie entraînant son champ magnétique avec lui. Cette matière et ce champ magnétique entrent en interaction avec le gaz interstellaire pour donner naissance aux ondes lumineuses et radio que nous décrivons comme les restes d'une supernova. Il est aujourd'hui possible de détecter, dans notre galaxie, la lumière d'environ 25 restes de supernovae dont l'âge varie de quelques centaines d'années (celles de Tycho Brahé, de Kepler et du Crabe) à environ 100 000 ans. Cette lumière se présente habituellement sous la forme de filaments ténus décrivant quelquefois des arcs de cercle qui sont les projections de certaines parties de l'enveloppe sphérique en expansion.

Avec les progrès de la radioastronomie, il est devenu évident que les restes de supernovae sont encore plus manifestes aux longueurs d'ondes radio. Ce que l'on appelle rayonnement radio synchrotron résulte de l'interaction d'électrons animés d'une très grande vitesse avec le faible champ magnétique existant dans les fronts d'ondes de choc en cours d'expansion. On a détecté jusqu'à ce jour environ 150 restes de supernovae dans la Voie lactée grâce à leur rayonnement radio; la plupart de ceux-ci sont soit trop faibles pour être vus optiquement, soit cachés par l'occultation de nuages de poussière

wavelengths. So-called synchrotron radio waves are generated from the interaction of very high speed electrons with the weak magnetic field in the expanding shock fronts. To date, about 150 SNR's have been detected in the Milky Way by their radio emission; most of these are either too faint to be seen optically or are hidden behind intervening dust clouds which obscure the light but not the radio emission.

One, identified as DA530 has received particular attention from Canadian observers. The object was one of a few dozen new radio sources discovered in a sky survey carried out at the Dominion Radio Astrophysical Observatory in Penticton, British Columbia between 1963-67. Soon afterwards, Dr. J.A. Caswell, a Postdoctoral Fellow at the Observatory, noticed that DA530 coincided with a source he had catalogued (but at a lower frequency)

earlier at the University of Cambridge. Comparing the relative radio intensity at the two frequencies, Caswell suspected that the source was a supernova remnant. In fact, five years later these suspicions were confirmed when DA530 was mapped in detail with the Observatory's new Synthesis Radiotelescope in 1974.

Dr. Robert Roger, a member of the observing team, feels DA530 holds particular interest for scientists. "Especially so," he says, "because it's farther from the plane of the Milky Way than are most of the other known remnants. This means that its expansion proceeds relatively unimpeded by interstellar matter. In other words, DA530 has reached its present size in about one-tenth the time it would take a supernova remnant centered in the plane of the Milky Way." □

**Wally Cherwinski**

qui obscurcissent la lumière mais laissent passer les ondes radio.

L'un d'entre eux, connu sous l'identification DA530, a fait l'objet d'une attention particulière de la part des observateurs canadiens. L'objet faisait partie des quelques dizaines de nouvelles radiosources découvertes au cours d'un balayage du ciel exécuté entre 1963 et 1967 à l'Observatoire fédéral de radioastrophysique de Penticton, en Colombie britannique. Peu après, le Dr J.A. Caswell, chercheur postdoctoral travaillant à l'observatoire, a remarqué que DA530 coïncidait avec une source qu'il avait cataloguée (mais à une fréquence plus basse) précédemment à l'Université de Cambridge. Comparant l'intensité relative du rayonnement radio aux deux fréquences, Caswell avait soupçonné que la source était en réalité un reste de supernova. Ses soupçons devaient

trouver leur confirmation cinq ans plus tard, en 1974, lorsque l'on a pu établir la carte détaillée des émissions radio de DA530 à l'aide du nouveau radiotélescope de synthèse de l'observatoire.

Le Dr Robert Roger, membre de l'équipe d'observation, pense que DA530 présente un intérêt particulier pour les scientifiques. Écoutons-le plutôt en guise de conclusion: "Ce qui est particulièrement intéressant, c'est qu'il est plus éloigné du plan de la Voie lactée que la plupart des autres vestiges connus et cela signifie que son expansion n'est que peu entravée par la matière interstellaire. En d'autres termes DA530 a atteint sa dimension actuelle en l'espace d'environ le dixième du temps qui serait nécessaire à un reste de supernova centré dans le plan de la Voie lactée." □

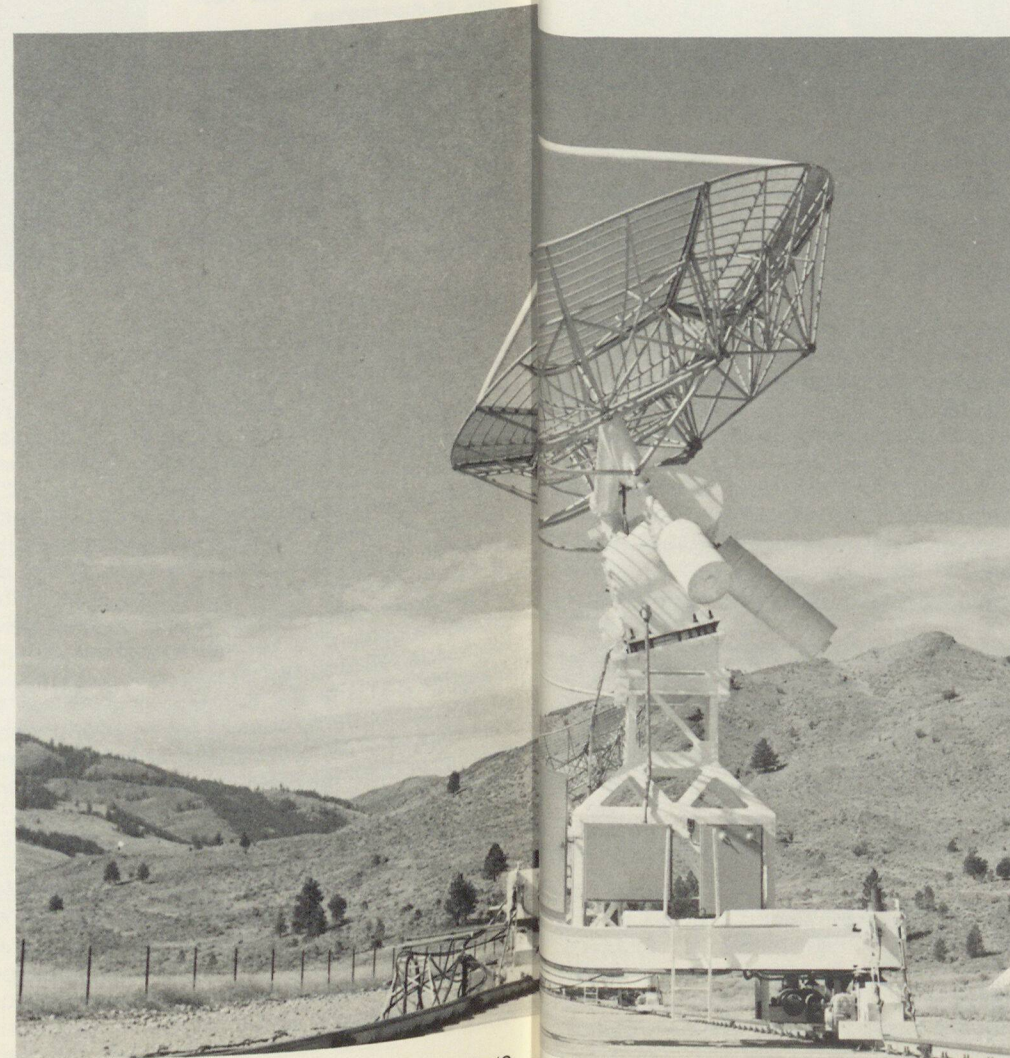
*Texte français: Claude Devismes*

The Synthesis Radiotelescope will ultimately use four 9 m dish-shaped antennas aligned in an east-west direction. The middle two, which move along a 300 m long precision railway track, act as an interferometer of variable spacing and were used to map the continuum synchrotron emission from several radio sources during 1973-74.

Observations of any one object such as supernova remnant DA 530 consist of measurements each lasting 12 hours with the dishes at a given spacing. The spacing is then increased each day until measurements have been made at all desired spacings. Finally, the observations made over many nights are combined by computer to form a map with the same fine detail as could be obtained with a giant radio telescope 600 m in diameter.

Soon the outer two antennas will be incorporated into the system, enabling the four-dish array to produce maps of finer resolution in a shorter span of time.

Current observing programs on the synthesis radiotelescope involve the atomic hydrogen line emission in nearby galaxies and in galactic nebulae. Knowledge of the distribution of hydrogen, a major constituent of the universe, is essential to understanding the dynamics of galaxies and their internal physical processes. A newly-completed multichannel spectrometer allows simultaneous mapping of hydrogen moving at different velocities relative to Earth. In effect, a three dimensional picture can be made of a rotating galaxy or nebula. For measurements on nebulae of large angular diameter, the telescope's sensitivity and ability to discern fine detail make it unsurpassed in the world.

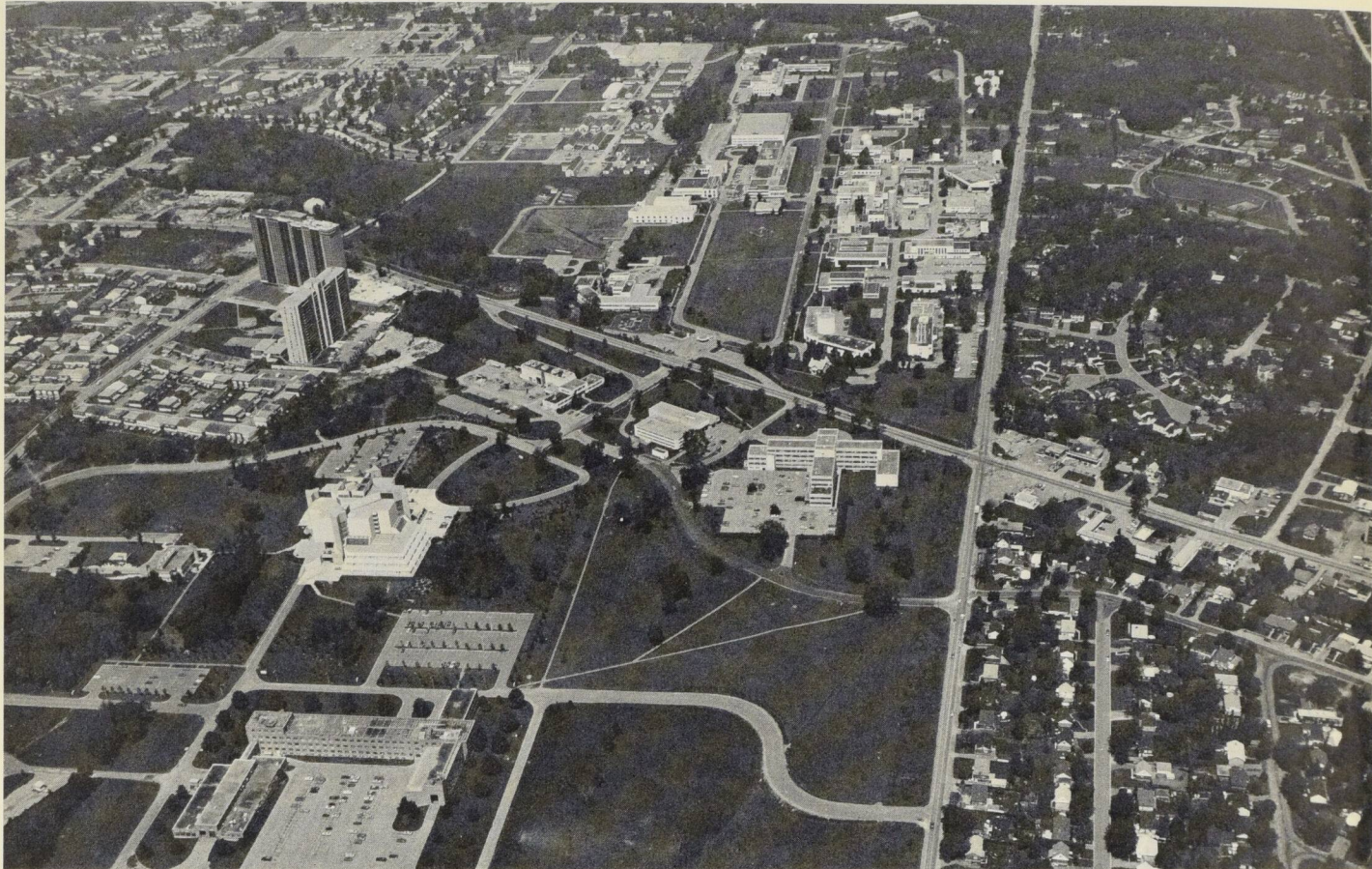


Le Radiotélescope de synthèse utilisera éventuellement quatre réflecteurs paraboliques de 9 m de diamètre alignés sur un axe est-ouest. Les deux réflecteurs du milieu, qui se déplacent sur une voie ferrée longue de 300 m et construite avec précision, servent d'interféromètre à espacement variable et ont été utilisés au cours de 1973-1974 pour dresser la carte du rayonnement synchrotron représentant le continuum émanant de plusieurs radiosources.

L'observation d'objets comme les restes de la supernova DA530 consiste à faire des mesures durant 12 heures chacune, en assignant aux réflecteurs un espacement donné. L'espacement est ensuite augmenté quotidiennement jusqu'à ce que les mesures aient été faites à tous les espacements voulus. Finalement, les observations faites au cours de nombreuses nuits sont combinées par l'ordinateur pour constituer une carte qui montrera les mêmes détails précis qui seraient obtenus avec un radiotélescope géant de 600 m de diamètre.

Les deux antennes extérieures seront prochainement intégrées au système et de cette façon la batterie de quatre réflecteurs permettra d'obtenir des cartes offrant une résolution encore meilleure en moins de temps.

Les programmes actuels d'observation à l'aide du radiotélescope de synthèse couvrent notamment la raie d'émission de l'hydrogène atomique dans les galaxies proches et dans les nébuleuses galactiques. Il est essentiel de connaître la répartition de l'hydrogène, principal élément constitutif de l'univers, pour comprendre la dynamique des galaxies et leurs processus physiques internes. Un spectromètre multicanal dont la construction vient d'être terminée permet la cartographie simultanée de la trajectoire de molécules d'hydrogène se déplaçant à différentes vitesses par rapport à la Terre. Il est ainsi possible de construire une image tridimensionnelle d'une galaxie ou d'une nébuleuse en rotation. Sa sensibilité et son pouvoir de résolution font de ce télescope un instrument sans égal dans le monde pour l'étude des nébuleuses de grand diamètre angulaire.



Bill May, National Aeronautics Establishment, NRC/Établissement aéronautique national, CNRC

## ADN

Le repliement protéique, processus biologique fondamental. 8:3, p. 29, 31

## Aerodynamics (industrial)

Boundary layer wind tunnel: blunting the teeth of the gale — 8:4, pp. 22, 24

## Aérodynamique (industrielle)

La soufflerie à couche limite. Des tempêtes moins destructives. 8:4, p. 23, 25

## Aerospace Research

Teleoperator for space shuttle: the space connection — 8:4, pp. 14, 16, 18, 20

## Aérospatiales (recherches)

Le télémanipulateur pour la navette spatiale. La connexion spatiale. 8:4, p. 15, 17, 19, 21

## Agglomération sphérique

L'agglomération sphérique peut être la réponse. Du pétrole tiré des sables bitumineux. 8:1, p. 11, 13, 15

## Agriculture

L'aviation agricole et forestière au Canada. Horizons nouveaux. 8:2, p. 5, 7

Agriculture and forestry aviation: new horizons — 8:2, pp. 4, 6

## Air Swirl Generator

Air swirl generator: the blue flame — 8:2, p. 2

## Anaerobic Digestion

Anaerobic digestion: a foul and pestilent congregation of vapors — 8:1, pp. 16, 18, 20

## Antibiotics

Site selection spectroscopy: unravelling the motions of matter — 8:3, pp. 24, 26

## Antibiotiques

La spectroscopie de sites sélectionnés. Lumière sur le mouvement de la matière. 8:3, p. 25, 27

## Associate Committees

Agriculture and forestry aviation: new horizons — 8:2, pp. 4, 6

Scientific Criteria for Environmental Quality: achievement for harmony — 8:2, pp. 28, 30

## Astronomie

La spectroscopie à deux photons. Escabeau vers le laser. 8:2, p. 9, 11, 13

Un télescope spécial pour l'étude des rayons cosmiques. 8:3, p. 9, 11, 13

Débris cosmiques. Vestiges d'une supernova. 8:6, p. 21, 23, 25

Nouvel observatoire, Mont Mégantic. 8:6, p. 3

## Astronomy

Two photon spectroscopy: stepladder to the laser — 8:2, pp. 8, 10, 12

The cosmic ray telescope: oracle for origins — 8:3, pp. 8, 10, 12

Cosmic debris: aftermath of the supernova — 8:6, pp. 20, 22, 24

Mont Mégantic: new observatory — 8:6, p. 2

## Astrophysics

The cosmic ray telescope: oracle for origins — 8:3, pp. 8, 10, 12

## Astrophysique

Un télescope spécial pour l'étude des rayons cosmiques. 8:3, p. 9, 11, 13

## Atmosphère (étude de l')

L'exploration à haute altitude. Jusqu'à la stratosphère et retour. 8:6, p. 5, 7

## Atmospheric Studies

Up, up and away: to the stratosphere and back — 8:6, pp. 4, 6



- Aviation**  
Agriculture and forestry aviation: new horizons — 8:2, pp. 4, 6  
L'aviation agricole et forestière au Canada. Horizons nouveaux. 8:2, p. 5, 7
- Ballooning**  
Up, up and away: to the stratosphere and back — 8:6, pp. 4, 6
- Bâtiment (recherches en)**  
De nouveaux matériaux, de vieux matériaux. La recherche à la base des prévisions. 8:1, p. 23, 25, 27
- Behavior**  
David Suzuki "chromosome mechanic" at work — 8:3, pp. 14, 16, 18
- Biochemistry**  
Site selection spectroscopy: unravelling the motions of matter — 8:3, pp. 24, 26
- Biochimie**  
La spectroscopie de sites sélectionnés. Lumière sur le mouvement de la matière. 8:3, p. 25, 27
- Biologie (théorique)**  
Le repliement protéique, processus biologique fondamental. 8:3, p. 29, 31
- Biology (theoretical)**  
Protein folding: mapping the contours of life — 8:3, pp. 28, 30
- Boursiers Steacie**  
Boursiers Steacie 1976. 8:4, p. 3
- Brûleur tourbillonnaire**  
Brûleur tourbillonnaire, la flamme bleue. 8:2, p. 3
- Building Materials**  
New materials, old materials: research, basis for predictions — 8:1, pp. 22, 24, 26
- Building Research**  
New materials, old materials: research, basis for predictions — 8:1, pp. 22, 24, 26
- Canadian Patents and Development Limited (CPDL)**  
Air swirl generator: the blue flame — 8:2, p. 2
- Cell Metabolism**  
Site selection spectroscopy: unravelling the motions of matter — 8:3, pp. 24, 26
- Centre de fabrication technique**  
Le centre de fabrication technique. Équipements et compétences nouvelles. 8:3, p. 19, 21
- Chimie organique**  
La théorie stéréoélectronique de l'hydrolyse. Un pas en avant en chimie organique. 8:4, p. 29, 31
- Chromosomes**  
David Suzuki, "chromosome mechanic" at work — 8:3, pp. 14, 16, 18  
David Suzuki, "mécanicien de chromosomes" au travail. 8:3, p. 15, 17, 19
- Comités associés**  
L'aviation agricole et forestière au Canada. Horizons nouveaux. 8:2, p. 5, 7  
Les critères scientifiques de l'environnement. On parvient à l'harmonie. 8:2, p. 29, 31
- Communication**  
Aids for the handicapped: passport to learning — 8:4, pp. 10, 12  
L'aide aux handicapés. Passeport pour apprendre. 8:4, p. 11, 13
- Comportement**  
David Suzuki, "mécanicien de chromosomes" au travail. 8:3, p. 15, 17, 19
- Computers**  
Infrared search: SPIR'ed on by computer — 8:4, p. 26  
Image processing and pattern recognition: computer vision — 8:6, pp. 12, 14, 16
- Conseil national de recherches**  
1916-1976, 60 années de recherches. 8:3, p. 3
- Coopération scientifique**  
Le télémanipulateur pour la navette spatiale. La connexion spatiale. 8:4, p. 15, 17, 19, 21
- Cosmic Rays**  
The cosmic ray telescope: oracle for origins — 8:3, pp. 8, 10, 12
- Cosmologie**  
Un télescope spécial pour l'étude des rayons cosmiques. 8:3, p. 9, 11, 13  
Débris cosmiques. Vestiges d'une supernova. 8:6, p. 21, 23, 25
- Cosmology**  
The cosmic ray telescope: oracle for origins — 8:3, pp. 8, 10, 12  
Cosmic debris: aftermath of the supernova — 8:6, pp. 20, 22, 24
- Digestion anaérobie**  
La digestion anaérobie, un festival de vapeurs pestilentielles et nauséabondes. 8:1, p. 17, 19, 21
- DNA**  
Protein folding: mapping the contours of life — 8:3, pp. 28, 30
- Drug Design**  
Protein folding: mapping the contours of life — 8:3, pp. 28, 30
- Echo-oculometer**  
The Echo-oculometer: seeing with sound — 8:6, p. 18
- Écho-oculomètre**  
L'écho-oculomètre. La vue par le son. 8:6, p. 19
- Electrical Engineering**  
Insulation breakdown: probing the problems of transmission — 8:6, pp. 8, 10  
Image processing and pattern recognition: computer vision — 8:6, pp. 12, 14, 16
- Énergie**  
L'énergie: recherche et développement, trousse de survie pour l'avenir. 8:1, p. 5, 7, 9  
L'agglomération sphérique peut être la réponse. Du pétrole tiré des sables bitumineux. 8:1, p. 11, 13, 15  
La digestion anaérobie, un festival de vapeurs pestilentielles et nauséabondes. 8:1, p. 17, 19, 21  
Brûleur tourbillonnaire, la flamme bleue. 8:2, p. 3  
Forage sous-marin dans l'Arctique. Une plate-forme de glace. 8:4, p. 5, 7, 9  
Une conversation avec Edward Teller. L'avenir de la fission. 8:5, p. 3  
Comment tirer le meilleur parti de l'énergie solaire? Le soleil gaspillé. 8:5, p. 7, 9  
Les déplacements isotopiques. Le but: l'enrichissement. 8:5, p. 11, 13  
La puissance des petits-enfants d'Hypérior. 8:5, p. 15, 17, 19, 21  
Contribution aux recherches en fusion nucléaire. L'énergie de demain? 8:5, p. 23, 25, 27  
Pour assurer nos besoins énergétiques futurs, domptons les vagues. 8:5, p. 29, 31  
Câbles électriques et isolants défectueux. Les problèmes du transport de l'énergie. 8:5, p. 9, 11
- Énergie éolienne**  
La puissance des petits-enfants d'Hypérior. 8:5, p. 15, 17, 19, 21
- Énergie solaire**  
Comment tirer le meilleur parti de l'énergie solaire? Le soleil gaspillé. 8:5, p. 7, 9
- Énergie des vagues**  
Pour assurer nos besoins énergétiques futurs, domptons les vagues. 8:5, p. 29, 31

# Index/Articles

## 1976

### Energy

- Energy research and development: survival kit for the future — 8:1, pp. 4, 6, 8
- Spherical agglomeration may be the answer: oil from Alberta's tar sands — 8:1, pp. 10, 12, 14
- Anaerobic digestion: a foul and pestilent congregation of vapors — 8:1, pp. 16, 18, 20
- Air swirl generator: the blue flame — 8:2, p. 2
- Offshore well-drilling in the Arctic: a platform of ice — 8:4, pp. 4, 6, 8
- A talk with Edward Teller: the future of fusion — 8:5, p. 3.
- How can we best use solar energy? The unregulated sun — 8:5, pp. 6, 8
- Power from Hyperion's grandchildren — 8:5, pp. 14, 16, 18, 20
- Isotope shifts: target, enrichment — 8:5 pp. 10, 12
- Research related to nuclear fusion. Energy for tomorrow? 8:5, pp. 22, 24, 26
- To help fulfill future energy needs we may bind the restless wave — 8:5, pp. 28, 30
- Insulation breakdown: probing the problems of power transmission — 8:6, pp. 8, 10

### Enrichissement photochimique des isotopes (EPI)

- Les déplacements isotopiques. Le but: l'enrichissement. 8:5, p. 11, 13

### Environment

- Energy research and development: survival kit for the future — 8:1, pp. 4, 6, 8
- Anaerobic digestion: a foul and pestilent congregation of vapors — 8:1, pp. 16, 18, 20
- Scientific Criteria for Environmental Quality: achievement for harmony — 8:2, pp. 28, 30
- Boundary layer wind tunnel: blunting the teeth of the gale — 8:4, pp. 22, 24

### Environnement

- L'énergie: recherche et développement, trousse de survie pour l'avenir. 8:1, p. 5, 7, 9
- La digestion anaérobie, un festival de vapeurs pestilentielles et nauséabondes. 8:1, p. 17, 19, 21
- Les critères scientifiques de l'environnement. On parvient à l'harmonie. 8:2, p. 29, 31
- La soufflerie à couche limite. Des tempêtes moins destructives. 8:4, p. 23, 25

### Enzymes

- Protein folding: mapping the contours of life — 8:3, pp. 28, 30
- Le repliement protéique. Processus biologique fondamental. 8:3, p. 29, 31

### Esters

- The stereoelectronic theory of hydrolysis: new insights into organic chemistry — 8:4, pp. 28, 30
- La théorie stéréoelectronique de l'hydrolyse. Un pas en avant en chimie organique. 8:4, p. 29, 31

### Études de l'atmosphère

- L'exploration à haute altitude. Jusqu'à la stratosphère et retour. 8:6, p. 5, 7

### Fabrication du papier

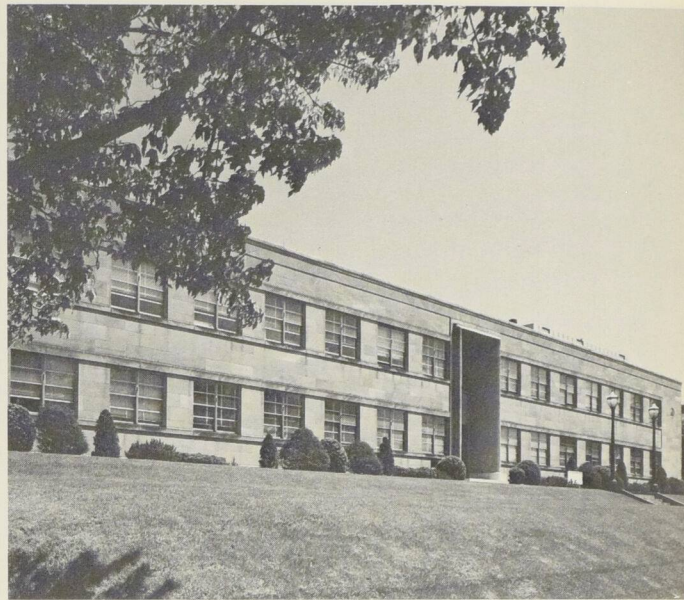
- Avec la microrégulation automatique. Les machines à papier et l'électronique. 8:2, p. 25, 27

### Fission nucléaire

- Une conversation avec Edward Teller. L'avenir de la fission. 8:5, p. 3

### Food Technology

- Anaerobic digestion: a foul and pestilent congregation of vapors — 8:1, pp. 16, 18, 20
- Research and development in the food industry: a Canadian second helping — 8:3, pp. 4, 6



Ian Monsarrat

### Forestière (aviation)

- L'aviation agricole et forestière au Canada. Horizons nouveaux. 8:2, p. 5, 7

### Forestry

- Agriculture and forestry aviation: new horizons — 8:2, pp. 4, 6

### Fruit Fly

- David Suzuki, "chromosome mechanic" at work — 8:3, pp. 14, 16, 18

### Fusion nucléaire

- Contribution aux recherches en fusion nucléaire. L'énergie de demain? 8:5, p. 23, 25, 27

### Genetics

- David Suzuki, "chromosome mechanic" at work — 8:3, pp. 14, 16, 18

### Génétique

- David Suzuki, "mécanicien de chromosomes" au travail. 8:3, p. 15, 17, 19

### Génie électrique

- Câbles électriques et isolants défectueux. Les problèmes du transport de l'énergie. 8:6, p. 9, 11
- Traitement des images et reconnaissance des formes. L'identification automatique. 8:6, p. 13, 15, 17

### Génie mécanique

- Le centre de fabrication technique. Équipements et compétences nouvelles. 8:3, p. 21, 23
- Pour assurer nos besoins énergétiques futurs, domptons les vagues. 8:5, p. 29, 31

### Génie médical

- L'aide aux handicapés. Passeport pour apprendre. 8:4, p. 11, 13
- L'écho-oculomètre. La vue par le son. 8:6, p. 19

### Groupe de travail (énergie)

- L'énergie: recherche et développement, trousse de survie pour l'avenir. 8:1, p. 5, 7, 9
- La digestion anaérobie, un festival de vapeurs pestilentielles et nauséabondes. 8:1, p. 17, 19, 21
- Comment tirer le meilleur parti de l'énergie solaire? Le soleil gaspillé. 8:5, p. 7, 9
- Les déplacements isotopiques. Le but: l'enrichissement. 8:5, p. 11, 13
- La puissance des petits-enfants d'Hypérion. 8:5, p. 15, 17, 19, 21
- Pour assurer nos besoins énergétiques futurs, domptons les vagues. 8:5, p. 29, 31

### Hydrolyse

La théorie stéréoelectronique de l'hydrolyse. Un pas en avant en chimie organique. 8:4, p. 29, 31

### Hydrolysis

The stereoelectronic theory of hydrolysis: new insights into organic chemistry — 8:4, pp. 28, 30

### Ice Platforms

Offshore well-drilling in the Arctic: a platform of ice — 8:4, pp. 4, 6, 8

### Image Processing

Image processing and pattern recognition: computer vision — 8:6, pp. 12, 14, 16

### Industrial Research Assistance Program (IRAP)

Tracked carriers: research makes a good invention better — 8:1, pp. 28, 30

Automatic fine tuning for papermaking machines: the backtender's friend — 8:2, pp. 24, 26

Research and development in the food industry: a Canadian second helping — 8:3, pp. 4, 6

### Industrie (aide à la recherche dans l')

Les véhicules chenillés, améliorés par la recherche. 8:1, p. 29, 31

Avec la microrégulation automatique. Les machines à papier et l'électronique. 8:2, p. 25, 27

L'industrie alimentaire canadienne, recherche et développement. 8:3, p. 5, 7

Le télémanipulateur pour la navette spatiale. La connexion spatiale. 8:4, p. 15, 17, 19, 21

### Industry (Research Assistance to)

Tracked carriers: research makes a good invention better — 8:1, pp. 28, 30

Automatic fine tuning for papermaking machines: the backtender's friend — 8:2, pp. 24, 26

Research and development in the food industry: a Canadian second helping — 8:3, pp. 4, 6

Teleoperator for space shuttle: the space connection — 8:4, pp. 14, 16, 18, 20

### Infrared Spectra

Infrared search: SPIR'ed on by computer — 8:4, p. 26

### Insulation

Insulation breakdown: probing the problems of power transmission — 8:6, pp. 8, 10

### Interdepartmental Program (Energy)

Energy research and development: survival kit for the future — 8:1, pp. 4, 6, 8

Anaerobic digestion: a foul and pestilent congregation of vapors — 8:1, pp. 16, 18, 20

How can we best use solar energy? The unregulated sun — 8:5, pp. 6, 8

Power from Hyperion's grandchildren — 8:5, pp. 14, 16, 18, 20

To help fulfill future energy needs we may bind the restless wave — 8:5, pp. 28, 30

### Interstellar Molecule

A radio profile from space: portrait of HC<sub>5</sub>N — 8:2, pp. 20, 22

### Isolation

Câbles électriques et isolants défectueux. Les problèmes du transport de l'énergie. 8:6, p. 9, 11

### Isotope Separation

Isotope shifts: target, enrichment — 8:5, pp. 10, 12

### Lancement de ballons

L'exploration à haute altitude. Jusqu'à la stratosphère et retour. 8:6, p. 5, 7

### Laser

Two photon spectroscopy: stepladder to the laser — 8:2, pp. 8, 10, 12

La spectroscopie à deux photons. Escabeau vers le laser. 8:2, p. 9, 11, 13

Site selection spectroscopy: unravelling the motions of matter — 8:3, pp. 24, 26

La spectroscopie de sites sélectionnés. Lumière sur le mouvement de la matière. 8:3, p. 25, 27

Research related to nuclear fusion. Energy for tomorrow? — 8:5, pp. 22, 24, 26

Contribution aux recherches en fusion nucléaire. L'énergie de demain? 8:5, p. 23, 25, 27

### Manufacturing Technology Center

The Manufacturing Technology Center: new tools, new skills — 8:3, pp. 20, 22

### Materials Science

Research related to nuclear fusion. Energy for tomorrow? — 8:5, pp. 22, 24, 26

### Matériaux

Contribution aux recherches en fusion nucléaire. L'énergie de demain? 8:5, p. 23, 25, 27

### Matériaux de construction

De nouveaux matériaux, de vieux matériaux. La recherche à la base des prévisions. 8:1, p. 23, 25, 27

### Mechanical Engineering

The Manufacturing Technology Center: new tools, new skills — 8:3, pp. 20, 22

To help fulfill future energy needs we may bind the restless wave — 8:5, pp. 28, 30

### Medical Engineering

Aids for the handicapped: passport to learning — 8:4, pp. 10, 12

The Echo-oculometer: seeing with sound — 8:6, p. 18

### Métabolisme cellulaire

La spectroscopie de sites sélectionnés. Lumière sur le mouvement de la matière. 8:3, p. 25, 27

### Microbiologie

La digestion anaérobie, un festival de vapeurs pestilentielles et nauséabondes. 8:1, p. 17, 19, 21

### Microbiology

Anaerobic digestion: a foul and pestilent congregation of vapors — 8:1, pp. 16, 18, 20

### Molécule interstellaire

Un profil radio de l'espace. Portrait du HC<sub>5</sub>N. 8:2, p. 21, 23



Prairie Regional Laboratory, NRC/Laboratoire régional des Prairies, CNRC

# Index/Articles 1976

- Mouche du vinaigre**  
David Suzuki, "mécanicien de chromosomes" au travail. 8:3, p. 15, 17, 19
- National Research Council**  
1916-1976, 60 years of science. — 8:3, p. 2
- Navette spatiale**  
Le télémanipulateur pour la navette spatiale. La connexion spatiale. 8:4, p. 15, 17, 19, 21
- Nuclear Fission**  
A talk with Edward Teller: the future of fission — 8:5, p. 2
- Nuclear Fusion**  
Research related to nuclear fusion. Energy for tomorrow? — 8:5, pp. 22, 24, 26
- Oil**  
Spherical agglomeration may be the answer: oil from Alberta's tar sands — 8:1, pp. 10, 12, 14
- Ordinateurs**  
La recherche en infrarouge. A coups d'ordinateurs. 8:4, p. 27  
Traitement des images et reconnaissance des formes. L'identification automatique. 8:6, p. 13, 15, 17
- Organic Chemistry**  
The stereoelectronic theory of hydrolysis: new insights into organic chemistry — 8:4, pp. 28, 30
- Papermaking**  
Automatic fine tuning for papermaking machines: the backtender's friend — 8:2, pp. 24, 26
- Pattern Recognition**  
Image processing and pattern recognition: computer vision — 8:6, pp. 12, 14, 16
- Pétrole**  
L'agglomération sphérique peut être la réponse. Du pétrole tiré des sables bitumineux. 8:1, p. 11, 13, 15
- Photochemical Isotope Enrichment (PIE)**  
Isotope shifts: target, enrichment — 8:5, pp. 10, 12
- Physics (high energy)**  
High energy physics: exploring the quantum jungle — 8:2, pp. 14, 16, 18
- Physique (hautes énergies)**  
La physique des hautes énergies. L'exploration de la jungle des quanta. 8:2, p. 15, 17, 19
- Plates-formes de glace**  
Forage sous-marin dans l'Arctique. Une plate-forme de glace. 8:4, p. 5, 7, 9
- Pollution**  
Anaerobic digestion: a foul and pestilent congregation of vapors — 8:1, pp. 16, 18, 20  
La digestion anaérobie, un festival de vapeurs pestilentielles et nauséabondes. 8:1, p. 17, 19, 21  
Scientific Criteria for Environmental Quality: achievement for harmony — 8:2, pp. 28, 30  
Les critères scientifiques de l'environnement. On parvient à l'harmonie. 8:2, p. 29, 31
- Power Transmission**  
Insulation breakdown: probing the problems of power transmission — 8:6, pp. 8, 10
- Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI)**  
Les véhicules chenillés, améliorés par la recherche. 8:1, p. 29, 31  
Avec la microrégulation automatique. Les machines à papier et l'électronique. 8:2, p. 25, 27  
L'industrie alimentaire canadienne, recherche et développement. 8:3, p. 5, 7
- Programme interministériel (énergie)**  
L'énergie: recherche et développement, trousse de survie pour l'avenir. 8:1, p. 5, 7, 9  
La digestion anaérobie, un festival de vapeurs pestilentielles et nauséabondes. 8:1, p. 17, 19, 21  
Comment tirer le meilleur parti de l'énergie solaire? Le soleil gaspillé. 8:5, p. 7, 9  
La puissance des petits-enfants d'Hypériorion. 8:5, p. 14, 16, 18, 20  
Pour assurer nos besoins énergétiques futurs, domptons les vagues. 8:5, p. 29, 31
- Radio-astronomie**  
Un profil radio de l'espace. Portrait du HC<sub>5</sub>N. 8:2, p. 21, 23
- Radio Astronomy**  
A radio profile from space: portrait of HC<sub>5</sub>N. — 8:2, pp. 20, 22
- Rayons cosmiques**  
Un télescope spécial pour l'étude des rayons cosmiques. 8:3, p. 9, 11, 13
- Recherche et développement (énergie)**  
L'énergie: recherche et développement, trousse de survie pour l'avenir. 8:1, p. 5, 7, 9  
L'agglomération sphérique peut être la réponse. Du pétrole tiré des sables bitumineux. 8:1, p. 11, 13, 15.  
La digestion anaérobie, un festival de vapeurs pestilentielles et nauséabondes. 8:1, p. 17, 19, 21  
Comment tirer le meilleur partie de l'énergie solaire? Le soleil gaspillé. 8:5, p. 7, 9  
Les déplacements isotopiques. Le but: l'enrichissement. 8:5, p. 11, 13  
La puissance des petits-enfants d'Hypériorion. 8:5, p. 15, 17, 19, 21  
Pour assurer nos besoins énergétiques futurs, domptons les vagues. 8:5, p. 29, 31
- Recherche et développement (alimentaire)**  
L'industrie alimentaire canadienne, recherche et développement. 8:3, p. 5, 7
- Recherche spatiale**  
L'exploration à haute altitude. Jusqu'à la stratosphère et retour. 8:6, p. 5, 7
- Reconnaissance des formes**  
Traitement des images et reconnaissance des formes. L'identification automatique. 8:6, p. 13, 15, 17
- Remote Manipulator Project**  
Teleoperator for space shuttle: the space connection — 8:4, pp. 14, 16, 18, 20
- Research and Development (energy)**  
Energy research and development: survival kit for the future — 8:1, pp. 4, 6, 8  
Spherical agglomeration may be the answer: oil from Alberta's tar sands — 8:1, pp. 10, 12, 14  
Anaerobic digestion: a foul and pestilent congregation of vapors — 8:1, pp. 16, 18, 20  
How can we best use solar energy? The unregulated sun — 8:5, pp. 6, 8  
Isotope shifts: target, enrichment — 8:5, pp. 10, 12  
Power from Hyperion's grandchildren — 8:5, pp. 14, 16, 18, 20  
To help fulfill future energy needs we may bind the restless wave — 8:5, pp. 28, 30
- Research and Development (food)**  
Research and development in the food industry: a Canadian second helping — 8:3, pp. 4, 6
- Sables bitumineux**  
L'agglomération sphérique peut être la réponse. Du pétrole tiré des sables bitumineux. 8:1, p. 11, 13, 15
- Science**  
1916-1976, 60 years of science — 8:3, p. 2  
1916-1976, 60 années de recherches. 8:3, p. 3
- Scientific Cooperation**  
Teleoperator for space shuttle: the space connection — 8:4, pp. 14, 16, 18, 20

**Séparation isotopique**

Les déplacements isotopiques. Le but: l'enrichissement. 8:5, p. 11, 13

**Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée**

Brûleur tourbillonnaire, la flamme bleue. 8:2, p. 3

**Solar Energy**

How can we best use solar energy? The unregulated sun. 8:5, pp. 6, 8

**Souffleries**

La soufflerie à couche limite. Des tempêtes moins destructives. 8:4, p. 23, 25

**Space Shuttle**

Teleoperator for space shuttle: the space connection — 8:4, pp. 14, 16, 18, 20

**Space Research**

Up, up and away: to the stratosphere and back — 8:6, pp. 4, 6

**Spectres infrarouges**

La recherche en infrarouge. A coups d'ordinateur. 8:4, p. 27

**Spectroscopie**

La spectroscopie à deux photons. Escabeau vers le laser. 8:2, p. 9, 11, 13

La spectroscopie de sites sélectionnés. Lumière sur le mouvement de la matière. 8:3, p. 25, 27

**Spectroscopy**

Two photon spectroscopy: stepladder to the laser — 8:2, pp. 8, 10, 12

Site selection spectroscopy: unravelling the motions of matter — 8:3, pp. 24, 26

**Spherical Agglomeration**

Spherical agglomeration may be the answer: oil from Alberta's tar sands — 8:1, pp. 10, 12, 14

**SPIR**

Infrared search: SPIR'ed on by computer — 8:4, p. 26

La recherche en infrarouge. A coups d'ordinateur. 8:4, p. 27

**Steacie Fellows**

1976 Steacie Fellows — 8:4, p. 3

**Superconductivity**

Insulation breakdown: probing the problems of power transmission — 8:6, pp. 8, 10

**Supernova**

Cosmic debris: aftermath of the supernova — 8:6, pp. 20, 22, 24

Débris cosmiques. Vestiges d'une supernova. 8:6, p. 21, 23, 25

**Supraconductivité**

Câbles électriques et isolants défectueux. Les problèmes du transport de l'énergie. 8:6, p. 9, 11

**Synthèse de nouveaux médicaments**

Le repliement protéique, processus biologique fondamental. 8:3, p. 29, 31

**Tar Sands**

Spherical agglomeration may be the answer: oil from Alberta's tar sands — 8:1, pp. 10, 12, 14

**Task Force (energy)**

Energy research and development: survival kit for the future — 8:1, pp. 4, 6, 8

Anaerobic digestion: a foul and pestilent congregation of vapors — 8:1, pp. 16, 18, 20

How can we best use solar energy? The unregulated sun — 8:5, pp. 6, 8

Isotope shifts: target, enrichment — 8:5, pp. 10, 12

Power from Hyperion's grandchildren — 8:5, pp. 14, 16, 18, 20

To help fulfill future energy needs we may bind the restless wave — 8:5, pp. 28, 30

**Technologie des aliments**

La digestion anaérobie, un festival de vapeurs pestilentielles et nauséabondes. 8:1, p. 17, 19, 21

L'industrie alimentaire canadienne, recherche et développement. 8:3, p. 5, 7

**Télémanipulateur**

Le télémanipulateur pour la navette spatiale. La connexion spatiale. 8:4, p. 15, 17, 19, 21

**Telescope (cosmic ray)**

The cosmic ray telescope: oracle for origins — 8:3, pp. 8, 10, 12

**Télescope (rayons cosmiques)**

Un télescope spécial pour l'étude des rayons cosmiques. 8:3, p. 9, 11, 13

**Teller (Edward)**

A talk with Edward Teller: the future of fission — 8:5, p. 2

Une conversation avec Edward Teller. L'avenir de la fission. 8:5, p. 3

**Tracked Carriers**

Tracked carriers: research makes a good invention better — 8:1, pp. 28, 30

**Traitement des images**

Traitement des images et reconnaissance des formes. L'identification automatique. 8:6, p. 13, 15, 17

**Transports**

Le télémanipulateur pour la navette spatiale. La connexion spatiale. 8:4, p. 15, 17, 19, 21

**Transport de l'énergie**

Câbles électriques et isolants défectueux. Les problèmes du transport de l'énergie. 8:6, p. 9, 11

**Transportation**

Teleoperator for space shuttle: the space connection — 8:4, pp. 14, 16, 18, 20

**Ultrasonics**

The Echo-oculometer: seeing with sound — 8:6, p. 18

**Ultrasons**

L'écho-oculomètre. La vue par le son. 8:6, p. 19

**Universités**

La physique des hautes énergies. L'exploration de la jungle des quanta. 8:2, p. 15, 17, 19

Contribution aux recherches en fusion nucléaire. L'énergie de demain? 8:5, p. 23, 25, 27

La théorie stéréoelectronique de l'hydrolyse. Un pas en avant en chimie organique. 8:4, p. 29, 31

Nouvel observatoire, Mont Mégantic. 8:6, p. 3

**Universities**

High energy physics: exploring the quantum jungle — 8:2, pp. 14, 16, 18

Research related to nuclear fusion. Energy for tomorrow? 8:5, pp. 22, 24, 26

The stereoelectronic theory of hydrolysis: new insights into organic chemistry — 8:4, pp. 28, 30

New observatory: Mont Mégantic — 8:6, p. 2

**Véhicules chenillés**

Les véhicules chenillés améliorés par la recherche. 8:1, p. 29, 31

**Wave Energy**

To help fulfill future energy needs we may bind the restless wave — 8:5, pp. 28, 30

**Wind Energy**

Power from Hyperion's grandchildren — 8:5, pp. 14, 16, 18, 20

**Wind Tunnels**

Boundary layer wind tunnel: blunting the teeth of the gale — 8:4, pp. 22, 24

Cover: A panoply of color on the partially-inflated nylon bubble of a recreational balloon. In recent years, hot-air ballooning has become a rising new sport for growing numbers of week-end enthusiasts. But scientists too have re-discovered virtues in the age-old technique. Today, modern versions of an old standby, the helium balloon, are adding new wrinkles to the field of atmospheric science. (Story page 4). Photograph by Christopher Springmann, courtesy U.S. Information Agency.

Notre couverture: Éventail de couleurs sur l'enveloppe de nylon partiellement gonflée d'un ballon pour aéronautes amateurs. Ces dernières années, l'aérostation avec ballons à air chaud est devenue un nouveau sport de week-end pour un nombre croissant d'enthousiastes. Mais les scientifiques ont également redécouvert les vertus d'une vieille technique. Des versions modernes du ballon à hélium contribuent à augmenter nos connaissances dans le domaine des sciences atmosphériques (voir article page 5). Photographie de Christopher Springmann, gracieusement mise à notre disposition par l'U.S. Information Agency.

