

1061129

GEOS

Vol. 16 No. 3 Summer/Vol. 16, n°3 Été 1987

This document was produced
by scanning the original publication.

Ce document est le produit d'une
numérisation par balayage
de la publication originale.

RESORS

A quarterly about the earth's resources / Publication trimestrielle sur les ressources de la Terre



S.CARISSE



Energy, Mines and
Resources Canada

Énergie, Mines et
Ressources Canada

GEOS

A quarterly about the earth's
resources

**Publication trimestrielle sur les
ressources de la Terre**

Vol. 16 No. 3 Summer 1987
Vol. 16, n° 3 Été 1987

GEOS is published quarterly by
Energy, Mines and Resources Canada
Minister, The Hon. Marcel Masse
Minister of State for Forestry and Mines,
The Hon. Gerald Merrithew
Deputy Minister, Arthur Kroeger

GEOS est une publication trimestrielle
d'Énergie, Mines et Ressources Canada
L'hon. Marcel Masse, ministre
L'hon. Gerald Merrithew,
ministre d'État aux Forêts et aux Mines
M. Arthur Kroeger, sous-ministre

*Opinions expressed by contributors from
outside the department are their own
and not necessarily those of EMR.*

*Le Ministère ne partage pas nécessaire-
ment les opinions des collaborateurs de
GEOS qui ne font pas partie d'EMR.*

Editor

Rédactrice en chef
Primrose Ketchum

Associate Editor
Rédacteur associé
Attilio Barcados

Assistant Editors
Rédacteurs adjoints
Sylvain Vézina
Val Donnelly

Graphics
Présentation graphique
Carisse Graphic Design Ltd.

GEOS is distributed without charge on
request. If you would like a copy of any
article in the other official language
please write to: Distribution, GEOS,
Energy, Mines and Resources, 580 Booth
Street, Ottawa, Ontario K1A 0E4.

Indexed in the Canadian Periodical
Index

GEOS est distribué gratuitement sur
demande. Si vous désirez recevoir le
texte d'un article dans l'autre langue
officielle, veuillez écrire au: Centre de
diffusion, GEOS, Énergie, Mines et Re-
sources, 580, rue Booth, OTTAWA
(Ontario) K1A 0E4.

Cité dans l'Index des périodiques
canadiens

ISSN 0374-3268

Contents/Sommaire

- 1 L'intelligence artificielle appliquée au service de la minéralogie
par Daniel Laguitton et Attilio Barcados
- 6 Networking, Arctic Weather Style
by Bea Alt and Brenda Inkster, GSC
- 11 La mer livre ses secrets *1061129*
par Marie-Catherine Mouchot, Glyn Sharp,
Elizabeth Lambert et Thomas Alföldi
- 15 Life Obliterated
by Richard A.F. Grieve and P. Blyth Robertson, GSC
- 18 La pyrolyse sous vide pour recycler les pneus usés
par Christian Roy
- 22 Microprobe Focuses In
by R.H. Packwood (CANMET) and Primrose Ketchum
- 24 Innovation Promotion — Inventions for Industry
Canadian Patents and Development Limited
by W. Dallas Gordon and Primrose Ketchum

COUVERTURE : L'informatique ouvre la voie à l'intelligence artificielle. Grâce aux langages symboliques de type LISP et PROLOG, il est désormais possible de manipuler de façon automatisée la partie «art» des connaissances d'un expert dans une discipline répondant au critère «d'art et de science». La partie «science» de l'expertise minéralogique était déjà simulée dans SPOC. La partie «art» est en cours de simulation dans SPEX.

COVER: Data processing opens the way for artificial intelligence. Thanks to symbolic languages such as LISP and PROLOG, computers can nowadays manipulate the side of an expert's knowledge which could be called his 'art' in a discipline which is both theoretical and applied. The theoretical aspects of mineral processing expertise have already been simulated in SPOC. The rules of thumb are being simulated in SPEX.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE APPLIQUÉE AU SERVICE DE LA MINÉRALURGIE

par Daniel Laguitton et Attilio Barcados

La minéralurgie entre de plain-pied dans l'ère de l'intelligence artificielle. Le Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET) a mis au point un logiciel de simulation des procédés minéralurgiques et a entrepris le développement de systèmes experts.

L'évolution constante du marché, les conditions économiques changeantes et la concurrence accrue entre les pays industrialisés placent la minéralurgie dans une période de transition, où l'innovation technologique est la seule garantie de succès. CANMET a relevé le défi en s'attaquant à l'intégration de l'ordinateur à la minéralurgie. Après un début timide en 1970, les travaux ont débouché en 1986 sur la création d'un logiciel appelé SPOC. Dès la fin des travaux, les responsables du logiciel se sont appliqués à le diffuser, avec beaucoup de succès, dans l'entreprise privée. Les efforts de CANMET portent maintenant sur l'intégration des systèmes experts à la panoplie d'outils informatiques transférés à l'industrie.

Les minéralurgistes appliquent des techniques de traitement de matières premières qui, par voie physique, chimique ou thermique, donnent des produits directement utilisables ou transformables par l'industrie métallurgique.

La minéralurgie comporte deux étapes fondamentales : la première en est une de libération et la deuxième, de séparation. Dans la libération mécanique des minéraux, on concasse et broie le minerai en morceaux dont la dimension est propice à la séparation. Au cours de la deuxième étape, on fait appel aux différences entre les propriétés mécaniques ou physico-chimiques des minéraux et de la gangue pour produire des concentrés.



La séparation s'effectue dans des ateliers de concentration. Elle se fonde sur des techniques physiques (magnétique, électrostatique, optique, etc.), physico-chimiques (flottation, etc.) ou biochimiques (lixiviation bactérienne). Finalement, on procède au bouletage ou séchage du concentré, et le produit est prêt à être livré.

À CANMET, on estime que la qualité de la recherche doit être améliorée pour préserver et accroître la productivité industrielle. C'est pourquoi, de concert avec divers laboratoires de recherche-développement au Canada, les chercheurs de CANMET ont élaboré des techniques qui permettent de combiner le nouveau à l'ancien, soit la conception de logiciels à la minéralurgie. L'objectif était d'une part, d'améliorer le rendement des procédés minéralurgiques, en utilisant de

façon optimale les unités de traitement ainsi que les circuits complets de traitement des minéraux. Il était également important d'améliorer les outils d'évaluation des procédés de remplacement. L'atteinte de cet objectif reposait sur la conception avant-gardiste de logiciels de simulation par ordinateur et tout récemment, de systèmes experts.

Au début des années 70, CANMET avait déjà accès à certaines techniques de simulation. Le langage Fortran, un langage-machine codé au moyen de cartes perforées, permettait de procéder à des simulations sommaires. Vers la fin des années 70, l'apparition massive sur le marché de terminaux à temps partagé, reliés à un système central, permettait à CANMET d'en équiper certains de ses laboratoires et de répandre les connaissances acquises sur la simulation par ordinateur dans le secteur privé.

De 1980 à 1986, on concevait le logiciel SPOC en y incorporant les dernières innovations en matière de simulation par ordinateur. Dès le début du projet, on s'est soucié du transfert de la méthodologie en organisant divers séminaires et ateliers de formation pour les industriels. Les logiciels de support de cette méthodologie, décrite dans une série de 18 volumes, ont été convertis en 1985 sur des disquettes compatibles avec les systèmes classiques de micro-informatique offerts sur le marché. En avril 1986, CANMET était en mesure de fournir à l'industrie canadienne une méthodologie complète d'évaluation

et d'optimisation des procédés de traitements des minéraux assistées par ordinateur. Jusqu'à ce jour, le logiciel du projet SPOC a été acquis par plus de 130 entreprises et organismes canadiens ou internationaux.

Ce transfert technologique est facilité par la micro-informatique, dont le coût très abordable, réduisant ainsi l'investissement requis pour obtenir l'équipement de base nécessaire aux dirigeants d'entreprise. Dorénavant, l'entreprise privée pourra tirer du logiciel du projet SPOC son plein potentiel.

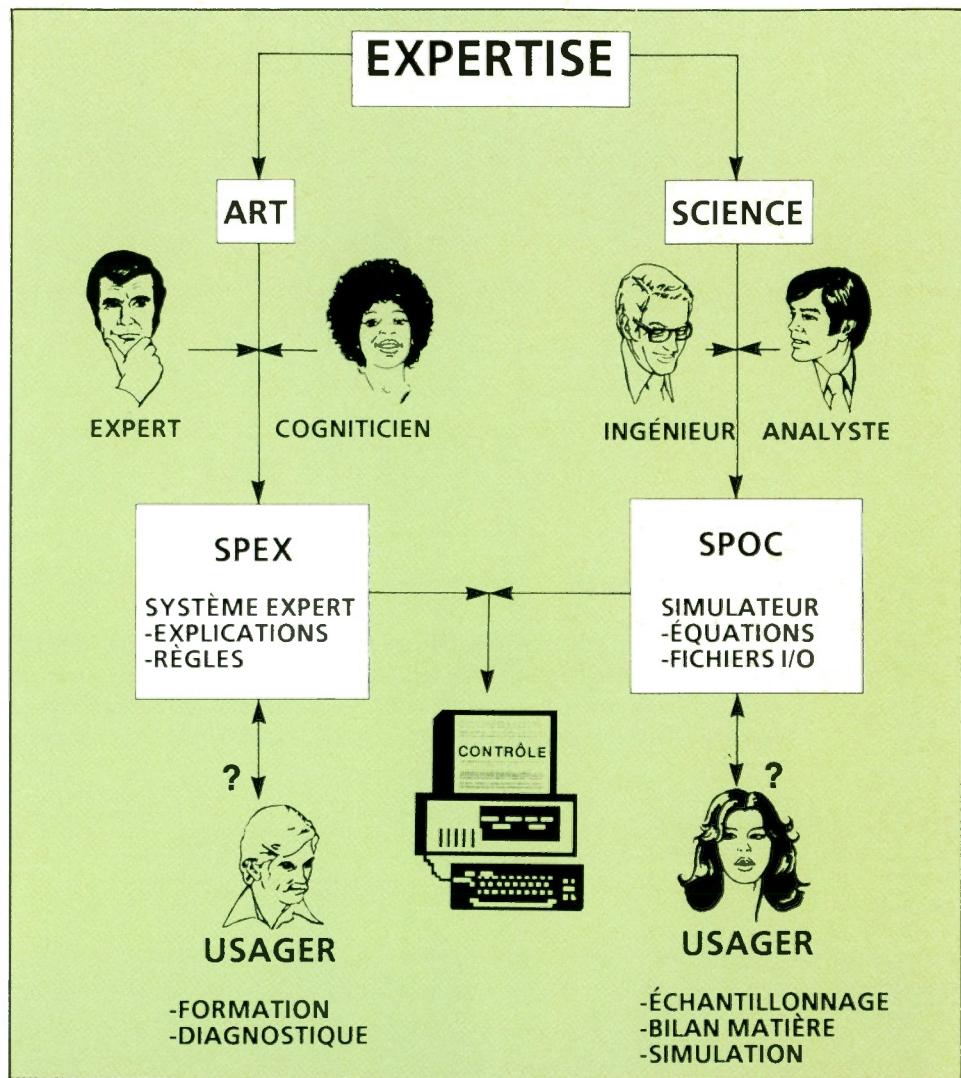
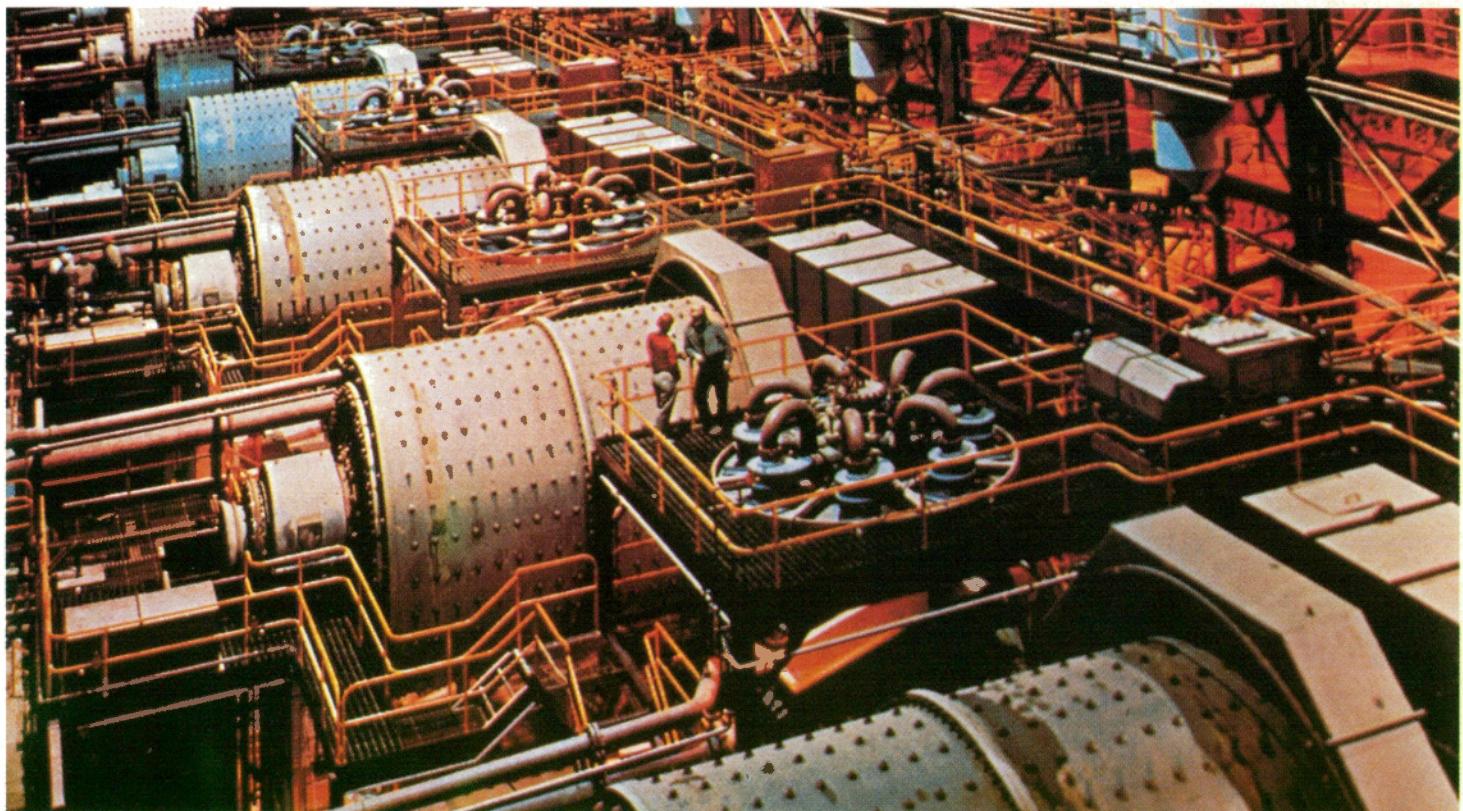
Les programmes du logiciel contiennent des modèles mathématiques. Appliqués en une suite logique, ils représentent les différentes étapes d'évaluation et de simulation du traitement des minéraux telles que l'échantillonnage, le bilan-matière, etc.

Un échantillonnage rigoureux et des analyses subséquentes permettent de connaître la composition des différents flux du procédé. Pour qu'un échantillonnage soit valable, on doit déterminer les points, les méthodes d'échantillonnage ainsi que la taille de l'échantillon. Cette étape est grandement simplifiée par le logiciel SPOC, qui aide à planifier les travaux d'échantillonnage.

Les données recueillies au cours de l'échantillonnage entrent dans le calcul

Vue d'ensemble d'un atelier de broyage.

View of a grinding plant



des variables clés telles que les débits massiques, à partir des variables mesurées comme les analyses chimiques, par la méthode du bilan-matière. Le traitement de ces données peut désormais être effectué à l'aide de logiciels perfectionnés. Tous ces calculs servent à inventorier, de façon précise, les stocks de concentrés ainsi qu'à mesurer le rendement des unités de traitement.

SPOC comprend également des programmes permettant aux ingénieurs minéralurgistes de calibrer les modèles des méthodes de traitement envisagées en tenant compte des caractéristiques de leur usine. La simulation sert à estimer les effets des modifications apportées aux charges d'alimentation, aux variables opératoires et à la configuration des schémas. Le but final est d'obtenir un schéma de traitement qui garantisse un rendement optimal des opérations.

Cependant, les scientifiques de CANMET travaillant dans le domaine des applications de l'ordinateur à la minéralogie, soit au projet SPOC, ont adjoint à leurs recherches un nouveau volet : le projet SPEX. Il s'agit de l'intégration des systèmes experts à la panoplie d'outils mis à la disposition de l'ingénieur minéralogiste. Les systèmes experts constituent une branche des applications de l'informatique généralement désignées par le terme «d'intelligence artificielle». En effet, initialement conçu comme un supercalculateur, l'ordinateur a progressivement évolué, non seulement dans ses dimensions physiques et ses performances numériques, mais aussi dans ses domaines d'application.

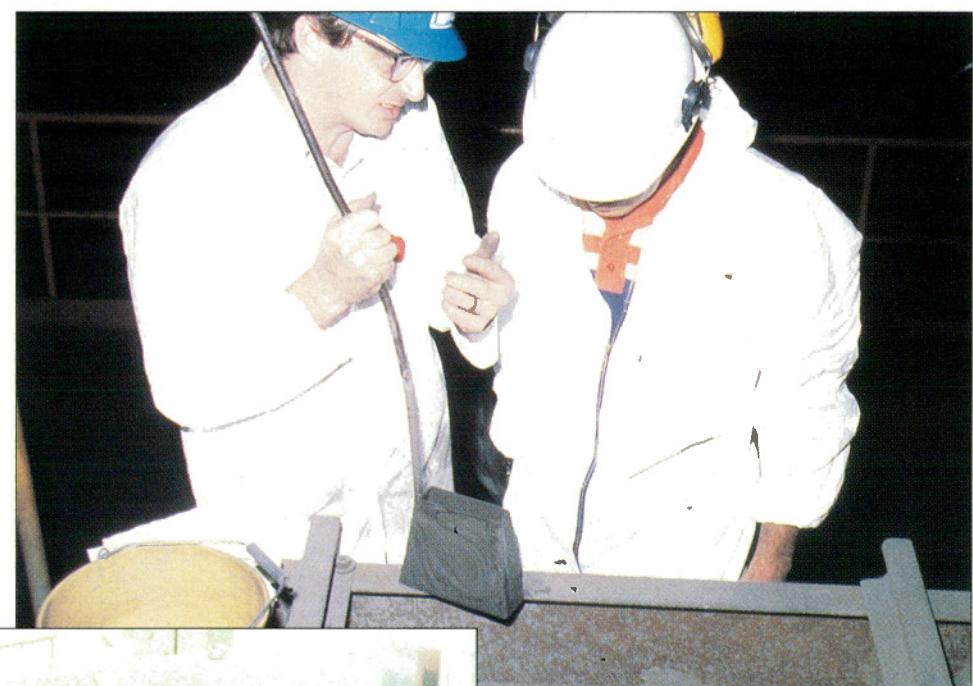
Les banques de données gérées par ordinateur sont maintenant chose courante. La conquête de la gestion de

l'information par traitement de texte et réseaux de transmission de données est également un fait accompli. La nouvelle frontière, à laquelle l'informatique est arrivée au milieu des années 80, est celle de la simulation du raisonnement humain grâce aux langages symboliques du type LISP et PROLOG. Il est désormais possible de manipuler, de façon automatisée, la partie «art» des connaissances d'un expert dans une discipline répondant au critère «d'art et de science».

La partie «science» de l'expertise minéralogique était déjà simulée dans SPOC. La partie «art» est en cours de simulation dans SPEX. On estime généralement que cette dernière représente en fait quelque 80 à 90 % des connaissances de l'expert, et s'exprime sous forme de règles élaborées pendant des années de pratique d'une activité professionnelle spécialisée. La médecine et l'exploration minière ont été des

domaines fertiles pour le développement des premiers systèmes experts rapportés dans la littérature. La minéralogie emboîte le pas et CANMET est de nouveau à la pointe de l'innovation dans ce domaine sur la scène canadienne et internationale, tel que mis en évidence par la tenue d'un symposium sur les systèmes experts, en mars 1987, à Ottawa.

Les principes de développement d'un système expert sont assez semblables à ceux de la conception des premiers programmes de calcul; le spécialiste devait se familiariser avec la programmation, et utiliser les services d'un programmeur-analyste. Dans la terminologie actuelle des systèmes experts, le spécialiste s'appelle «expert» et le programmeur-analyste, «ingénieur cogniticien». Au-delà de cette analogie apparente, les connaissances que possèdent chacune de ces deux personnes sont très différentes. L'expert s'applique à découvrir les faits — il déploie la partie



Démonstration de techniques d'échantillonage à des clients industriels au cours d'un atelier organisé par CANMET.

Sampling demonstration during one of the CANMET-sponsored workshops for industrial clients



Une batterie de cellules de flottation équipée d'analyseurs à rayons X.

A laboratory-sized flotation band with on-line X-ray analyzer

heuristique de son savoir — tandis que l'ingénieur cognitif, outre ses talents de communicateur, doit être au courant des dernières découvertes en matière de structuration des connaissances et savoir programmer un outil de développement de système expert adapté au problème, outil que l'on désigne sous le terme de «squelette de système expert».

Le système expert proprement dit contient une banque de connaissances où sont exprimés les règles et les faits décrits par l'expert, un moteur d'inférence, ou logiciel qui contrôle la manipulation de ces connaissances par l'ordinateur, et un système de communication, avec l'usager ou l'ingénieur cognitif, au moment du

développement et de l'utilisation. Un des éléments clés d'un bon système expert est le module d'explication qui permet à l'usager de retracer les étapes et les règles, qui ont permis au système de tirer une conclusion à partir du raisonnement effectué. Une règle typique d'un système expert appliquée au broyage serait par exemple : «SI la charge circulante dans un broyeur augmente, ALORS la consommation électrique du moteur attaché au broyeur décroît et le bruit du broyeur décroît également.» Cette règle, due au phénomène de régime laminaire, qui s'établit dans un broyeur en voie humide lorsque la charge circulante devient trop élevée, doit être codée sous la forme requise par le squelette utilisé et sera consultée chaque fois que le bruit du broyeur, la consommation électrique ou la charge circulante intervient dans une affirmation ou un raisonnement.



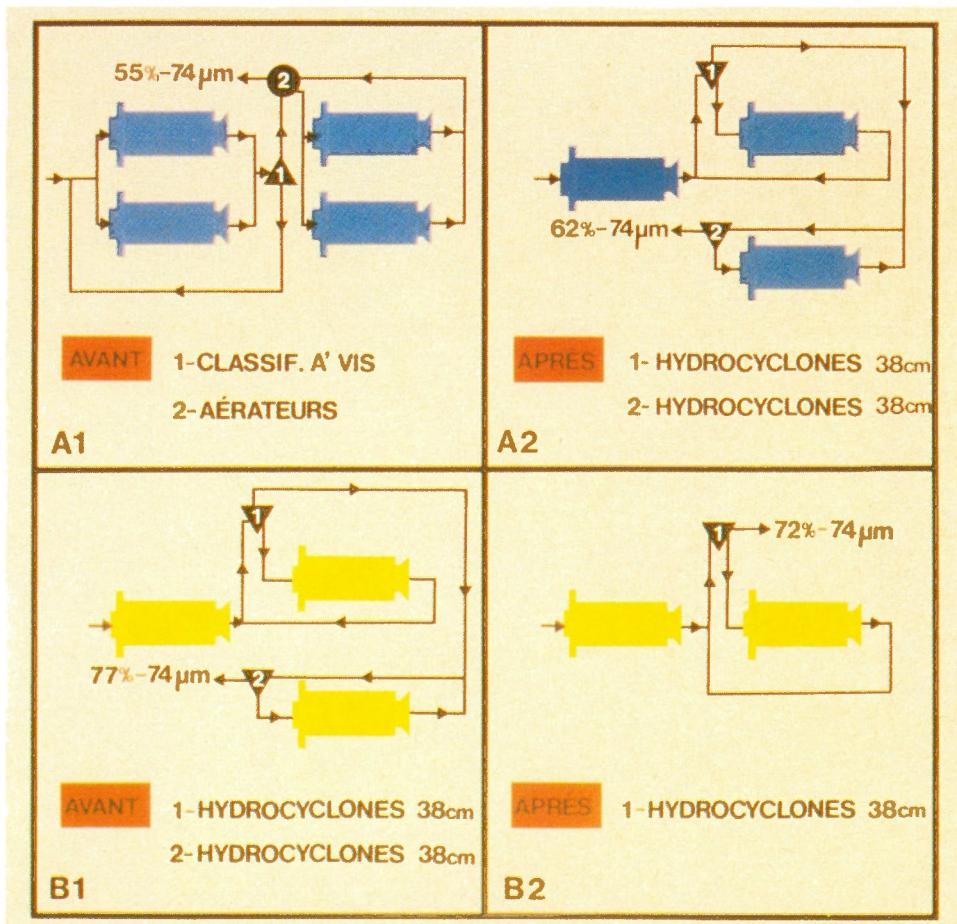
La station expérimentale de broyage de CANMET.

Grinding bay of CANMET's continuous process development unit

Deux projets pilotes de développement de systèmes experts, en cimenterie et

Deux exemples d'améliorations de circuits obtenues en appliquant la méthodologie SPOC.

Two examples of process modifications obtained by applying SPOC methodology



en usine de lixiviation du zinc, ont permis à CANMET d'évaluer cette nouvelle technologie et d'assumer un rôle de conseiller auprès des nombreuses entreprises minéralurgiques désireuses de faire leurs premiers pas dans le domaine de l'intelligence artificielle.

Grâce aux systèmes experts, on devrait parvenir à uniformiser l'opération des procédés de traitements en alliant rapidité d'exécution et interprétation des données disponibles, avec la même confiance que si l'on recourait à l'ingénieur le plus qualifié.

Après avoir domestiqué la simulation des procédés par les programmes du logiciel SPOC et la simulation de l'expertise minéralurgique par l'intermédiaire de systèmes experts, tels que mis en oeuvre dans le volet SPEX des activités du

Laboratoire des sciences minérales de CANMET, l'avenir de l'informatique en minéralurgie réside avant tout dans la commande automatique des procédés. L'ordinateur se voit confier la tâche de superviser la marche des opérations et d'en assurer le rendement optimal. Les connaissances accumulées dans les simulateurs et dans les systèmes experts sont asservies à un réseau de capteurs et d'actionneurs, et assurent le fonctionnement de l'usine minéralurgique. Cette vision idéale de l'avenir est en cours d'élaboration et ne deviendra réalité qu'à travers une gestion optimale des ressources naturelles et intellectuelles canadiennes.

*Simulation de procédé sur micro-ordinateur.
Process simulation on microcomputer*



M. Daniel Laguitton a obtenu un diplôme d'ingénieur chimiste de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Rennes (France) ainsi qu'un doctorat du 3^e cycle en chimie minérale de l'Université de Rennes. Il a obtenu un doctorat en Sciences en métallurgie extractive de l'Université Laval en 1973 et une bourse IBM World Trade pour des études post-doctorales au Laboratoire IBM de San Jose. Il s'est joint à CANMET en 1978 comme chercheur scientifique et y a dirigé les activités du projet SPOC, ainsi que les travaux actuels sur les systèmes experts appliqués aux sciences minérales.

M. Attilio Barcados est rédacteur scientifique et rédacteur associé à la revue GEOS.

Remerciements : Les résultats décrits ci-dessus ont été possibles grâce à la collaboration de nombreux membres de la communauté industrielle et universitaire. L'auteur tient tout particulièrement à remercier MM. R. Pilgrim, M. Bilodeau, D. Cimon, J. Leung et F. Flament.

Mineral processing is entering the era of artificial intelligence. The Canadian Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET) has designed software, called SPOC, to simulate mineral processing operations. In April 1986, CANMET was able to provide the Canadian mineral industry with a complete set of methods to evaluate and optimize computer-assisted mineral processing operations. Already more than 130 businesses and organizations in Canada and abroad have acquired SPOC software.

However, CANMET scientists working on project SPOC have added a new aspect to their research: project SPEX. It integrates expert systems into the range of tools available to mineral processing engineers. Expert systems are a type of data processing designated 'artificial intelligence'. Initially conceived as a sort of supercalculator, the computer has progressively evolved, not only in physical size and numerical performance, but also in its applications.

This article is also available in English.

*Outils de développement d'ordinateurs : l'ordinateur T. I. Explorer et le squelette KEE.
Expert system development tools: the T.I. Explorer Lisp machine and KEE shell*

NETWORKING, ARCTIC WEATHER STYLE



by Bea Alt and Brenda Inkster

Polar Continental Shelf Project (PCSP) field camp aviation weather reports are vital to operations in the High Arctic

Rain drums against the tent as you crawl out of your warm sleeping bag and venture into the wet grey wind to do the morning weather observation. The clouds are simple this morning: sky obscured, visibility half a mile.

The others in camp sleep peacefully — no one will be flying in this weather — while you struggle to read the thermometers in the shaking screen (+2°C) and hold the anemometer at arm's length (winds NW at 15 knots, gusting to 25).

Inside the radio tent you try not to drip while transferring your wet scratchings to the weather sheet. Then, switching on the

Stevenson screen at Cape Herschel camp on eastern Ellesmere Island (photo: W. Blake)

Abri Stevenson au camp du cap Herschel, dans la partie orientale de l'île d'Ellesmere (photo : W. Blake).

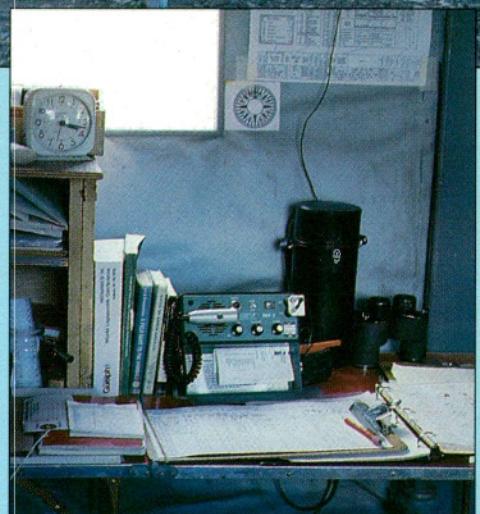
Radio corner in a Parcoll at National Museum of Natural Sciences station in Sverdrup Pass on Ellesmere Island (photo: B.T. Aniskowicz)

Installation radio dans une tente, à la station du Musée national des sciences naturelles, située dans le détroit de Sverdrup, dans l'île d'Ellesmere (photo : B. T. Aniskowicz).

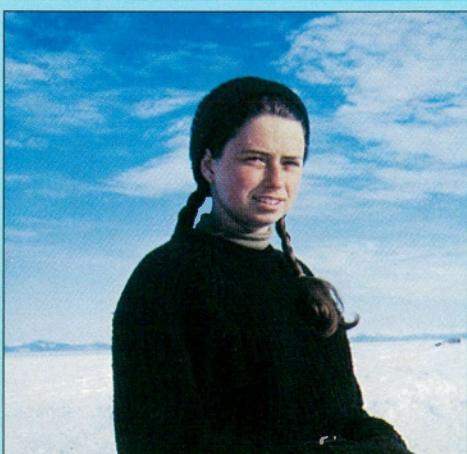
radio, you sit back to listen to the Polar Continental Shelf Project's seven o'clock radio schedule, the weather 'sked'. Lake Hazen, 400 km north of you on Ellesmere Island, is clear and +10°C as usual! At last your station is called and you bravely launch into your aviation weather report only to be told by a warm, dry voice at the other end that what may seem like heavy rain (R+) to you is probably only rain (R), more likely light rain (R-) driven by the wind....

Bea Alt, associated with the PCSP since 1968, has been studying the relationship of synoptic meteorology in the Queen Elizabeth Islands to glacier mass balance, sea ice, deep ice-core time series and vegetation patterns. Dr. Alt serves as glacier meteorologist with the Glaciology Section, Quaternary Environments Subdivision in the GSC's Terrain Sciences Division.

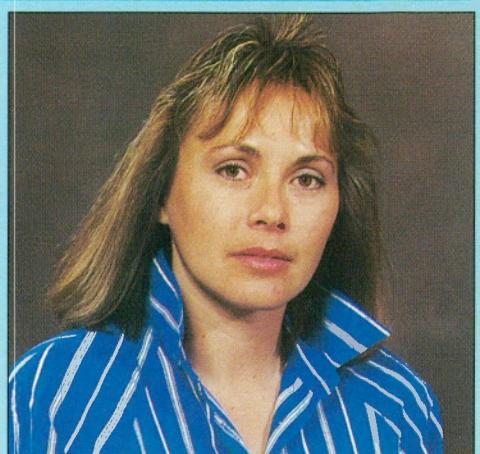
Brenda Inkster obtained her B.Sc. at McGill University. She participated in the National Museum of Natural Sciences Bathurst Island and Seymour Island program in the early 1970s. She has undertaken coding and cataloguing of the PCSP field station weather observations since the program began in 1973.



At that moment you will probably not contemplate the broader picture: that you are one of more than 380 field stations in the High Arctic which have been passing weather reports to the PCSP's Resolute Base Camp since the program began in 1973; that your fellow observers hail from all parts of Canada as well as the United States, England, Ireland, Switzerland and Germany and are studying everything



Cartoons by Dr. Sylvia Edlund, GSC



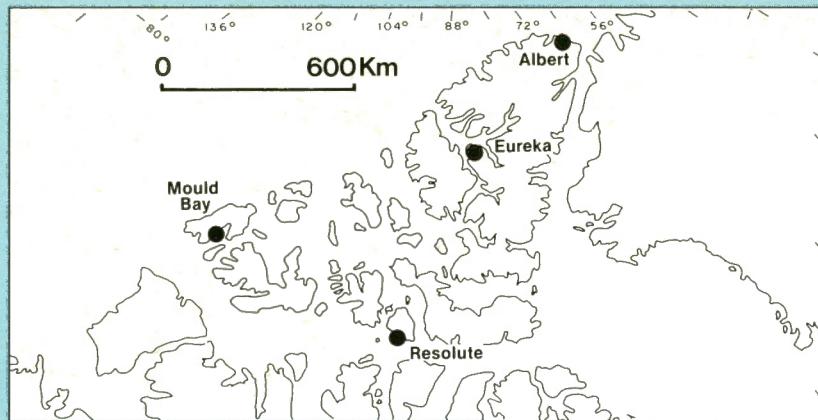


Figure 1 The four remaining permanent AES weather stations in the High Arctic leave vast areas unmonitored (inset). PCSP-supported parties help fill the gaps. Map shows field station locations for the 1986 field season

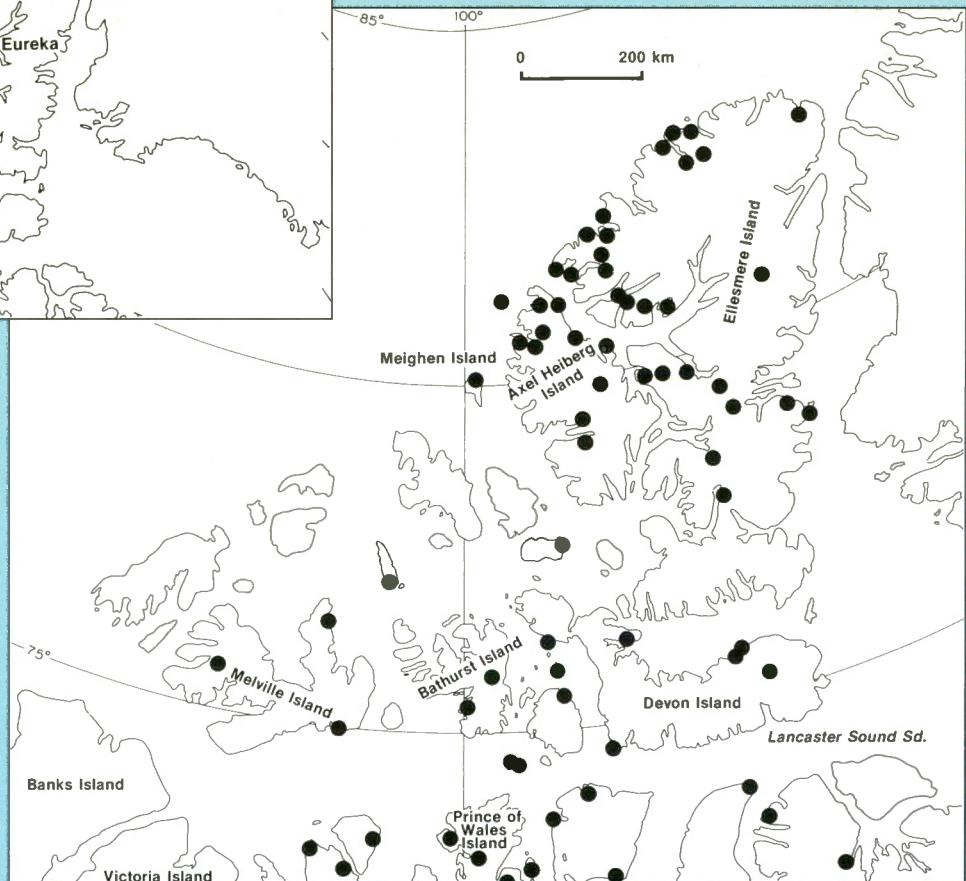
Les conditions météorologiques de vastes régions de l'Arctique ne sont pas connues parce que le SCEA n'y exploite plus que quatre stations météorologiques permanentes. Les équipes bénéficiant de l'aide de l'EPCP contribuent à compléter le tableau météorologique de l'Arctique. La carte montre l'emplacement des stations pour la campagne de travaux sur le terrain de 1986.

from archeology to zoology; or that your observation might be just the one the forecasters need to pinpoint the movement of a troublesome weather system.

At present, only four permanent weather stations are left in the High Arctic islands (Fig. 1) and these are 600 km apart. It is possible to lose a whole low pressure system in the unmonitored area of Banks, Victoria, Melville and Prince of Wales islands or along the northwestern edge of the islands between Mould Bay and Alert.

The islands are a complex mosaic of bare or snow-covered lowlands, mountain peaks, icefields, sheltered valleys and channels filled with varying amounts of sea ice and open water. Each of these surfaces has particular characteristics which strongly affect local weather. Reports from the four permanent weather stations, established in coastal locations to facilitate resupply, are often totally unrepresentative of conditions in the inland areas. In addition, they are frequently subject to localized weather conditions resulting from their particular topographical features.

During the 1986 field season, the PCSP supported 140 parties out of its Resolute Base Camp with a small air force of two Twin Otters, four helicopters and occasionally a DC3 or HS748. A Twin Otter flight from Resolute to Ellesmere, Western Melville or Victoria islands costs approximately \$6000. When such a flight cannot land at its destination because of weather conditions, a whole day's flying is lost and the entire flight process has to be repeated another day. Helicopter or Twin Otter surveys of everything from beluga whales to geological features

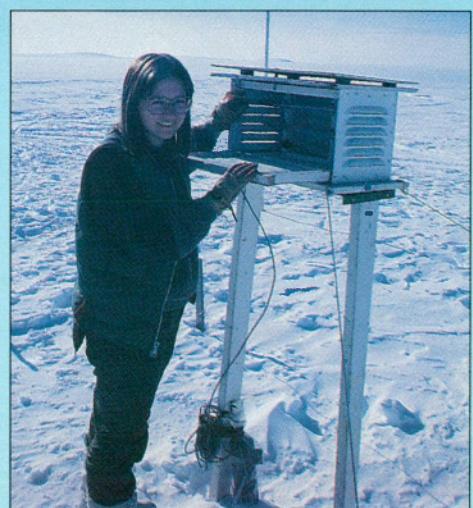


Fog rolls in at Polar Bear Pass on Bathurst Island (photo: B.T. Aniskowicz)

Le brouillard s'avance dans la vallée Polar Bear, dans l'île Bathurst (photo : B. T. Aniskowicz)

Figure 2 Miniscreen designed specifically for transport in small aircraft and use on the frozen tundra. Seventeen of these screens were built in Resolute by Émile Gravelle and George Benoit of PCSP (photo: T. Haythornthwait)

Mini-abri conçu spécialement pour être transporté dans de petits avions et utilisé sur la toundra gelée. MM. Émile Gravelle et George Benoit, de l'EPCP, ont monté 17 abris semblables à Resolute (photo : T. Haythornthwait).





The observer reads wind direction from a homemade wind vane on Meighen Ice Cap. Top right shows the same pole after a winter of riming. Bottom right shows the rime buildup on a miniscreen in just three hours! Future automated weather stations may not suffer from the weather they record or the bears they attract, but in the case of the data already collected by field parties, human observers were irreplaceable. The value of information obtained by the PCSP field camp aviation weather collecting program far exceeds the modest financial outlay. The program runs mainly on good will.

This article is our thanks to the observers who braved the weather to record it, to PCSP Base Camp personnel who fixed, built, loaded and kept track of the instrumentation, to the base camp managers who patiently copied (sometimes with great difficulty) the weather observations and relayed these to the Resolute weather office, to all the AES personnel in Resolute, Edmonton and head office who gave instrument, financial and moral support and to the director of PCSP who believed in the program enough make it happen.

require good weather not only at the campsite but also along the survey route. Accurate weather information is essential to cost-effective operations.

Complaints from pilots planted the seed for the PCSP field camp weather-reporting program. The late Harold Mordy, intrepid Single Otter pilot, lost no opportunity to harangue Bea Alt for studying an obscure ice cap instead of trying to improve the miserable weather information on which unfortunate pilots such as he had to rely. But it was the experience of flying as an observer on the PCSP ice patrol in 1972 and 1973 which left Bea in no doubt that such a program was necessary. Having to forecast the weather and visibility, based on available weather reports, along a 1000 km route and then flying through that forecast and seeing first hand the actual conditions was an eye-opening experience.

In 1973 Fred Alt, PCSP Base Manager, began requesting standard aviation weather observations twice a day from all parties reporting to 'Resolute Portable'.

Moving the 'skeds' to 7 am and 7 pm brought them to 00 and 12 GMT, the hours when surface and upper air observations are taken simultaneously over the whole globe. These field camp observations were passed on by phone to the Canadian Atmospheric Environment Service (AES) weather office in Resolute and sent to AES Arctic Weather Central in Edmonton as part of the regular teletype sequence.

The early 1970s was the era of environmental projects such as the International Biological Program at Truelove Inlet, the National Museum Bathurst Island program and the Lancaster Sound studies. Immediate support for the PCSP weather-collecting program was received from these environmental scientists, many of whom were engaged in meso- and micro-meteorological studies. Geologists, geophysicists and surveyors accepted the challenge often with considerable enthusiasm. Forecasters at Resolute and Arctic Weather Central, recognizing the value of these observations, provided



moral and technical support and the PCSP field station data became an integral part of their operational surface weather network.

The aviation weather format used by pilots is the simpler of the two AES reporting systems. A simplified observation form and manual were developed for field parties, and a miniscreen was designed to house AES standard maximum and minimum temperature thermometers (Fig. 2). Field parties are supplied with forms, a manual, cloud chart and basic instruments when they pass through the PCSP Resolute Base Camp. The operational program has evolved, with the help of many people, over the 15 years since it began. Improvements particularly to instrumentation are still needed, however.

You Cannot Go Back

There is another important aspect to weather observing. Past weather records can be used to define the climate of a region or of a specific site, to relate

climatic processes to ecological and geophysical processes and to study climate change. Early explorers' journals detail the hardships caused by unfavorable weather and sea-ice conditions. Today's field personnel always describe weather conditions when talking about their latest field season — some years with raves and others with groans. But you can never go back and observe the weather from a past year no matter how outstanding it was. You cannot know in advance when it will be outstanding. You cannot study a climate trend in instrumental records if there are no records. You cannot make predictions of future weather- and climate-related phenomena unless you understand how they have behaved in the past. You cannot know how a short-term environmental study relates to normal or extreme conditions if you have no climate records from the period of that study.

In 1973, as the PCSP weather skeds were struggling into existence, oil industry camps were also passing aviation weather observations to AES in Resolute. These data, once they had been used for operational purposes, were discarded. That summer Brenda Inkster, with the blessing of Arctic Weather Central, sat in the cold, dark basement of the Edmonton International Airport extracting 1972 and 1973 oil camp weather data from teletype sheets. This was part of a PCSP-sponsored program to transfer to computer tape and carry out initial processing of aviation weather observations collected from the Queen Elizabeth Islands. No framework yet existed within AES to archive these data and the head office climate records section were skeptical about receiving them.

The records were patiently stored in a box until 1980, at the dawn of Canadian

*Strong winds drift snow across frozen landscape
(photo: B.T. Aniskowicz)*

*Des vents forts poussent la neige dans un paysage couvert de glace
(photo : B. T. Aniskowicz).*

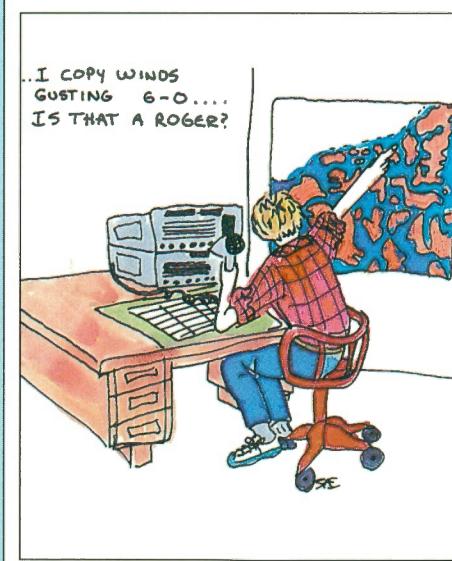


climate awareness, when AES sponsored the coding of this box of data. Through the efforts of Mal Berry and Barry Maxwell of the AES Canadian Climate Centre this sponsorship has been maintained. Each season the station catalogue is updated by Brenda Inkster with information on field camp location, site description, instrumentation and contact scientist. The data are checked and converted to computer format and placed in the AES nonstandard data archive at the CCC where they are available to anyone who wishes to use them.

The PCSP field station weather observations have not only helped fill in

the gaps in the permanent climatological network but also provided information at inland sites and at varying elevations. Investigators studying a wide range of topics, including ivory gull breeding success, animal migrations, glacier mass balance, sea-ice conditions, heavy rain events, regional vegetation patterns, ground ice slumping and of course local and regional climate, have used the observations.

Climate records only really begin to yield their secrets when they reach middle age. Climatological normals are calculated for a 30-year period. In the High Arctic the permanent weather stations have just recently passed their thirtieth year and



Radio skeds are the only contact with the outside world for isolated field parties. Often the morning sked provides the giggle of the day, but always a great deal of empathy goes out to the bodiless voices spread across the Arctic. Encountering these voices in Resolute or the south inevitably elicits comments like, "Oh you were the ones who had two solid weeks of fog." Radio personalities and jargon become part of the field phenomena — take for instance two GSC boats named YABETCHA and OKIDOKI or the pilots' wisecrack about this guy 'Roger Roger' everyone keeps calling.



*Beautiful lens-shaped clouds form in lee of a ridge north of Polar Bear Pass
(Photo: B.T. Aniskowicz)*

Abrités du vent par une crête située au nord de la vallée Polar Bear, de magnifiques nuages lenticulaires prennent forme (photo : B. T. Aniskowicz).



Camp and weather station at Expedition Fiord on Axel Heiberg Island

Camp et station météorologique au fjord Expédition, dans l'île Axel Heiberg.

PCSP field camp reports are available for only 13 years. Comprehensive regional climatological studies of the present climate of the High Arctic can be attempted in the near future but solid evidence of long-term trends or variabilities is not yet available from the instrument records.

The study of climate requires patience and foresight. Just as you cannot go back in time and collect instrumental weather data from last year so you cannot ask a colleague to collect beetles, snow samples, pollen polsters, driftwood or notes on plant or animal populations from an isolated study area after they return from the field.

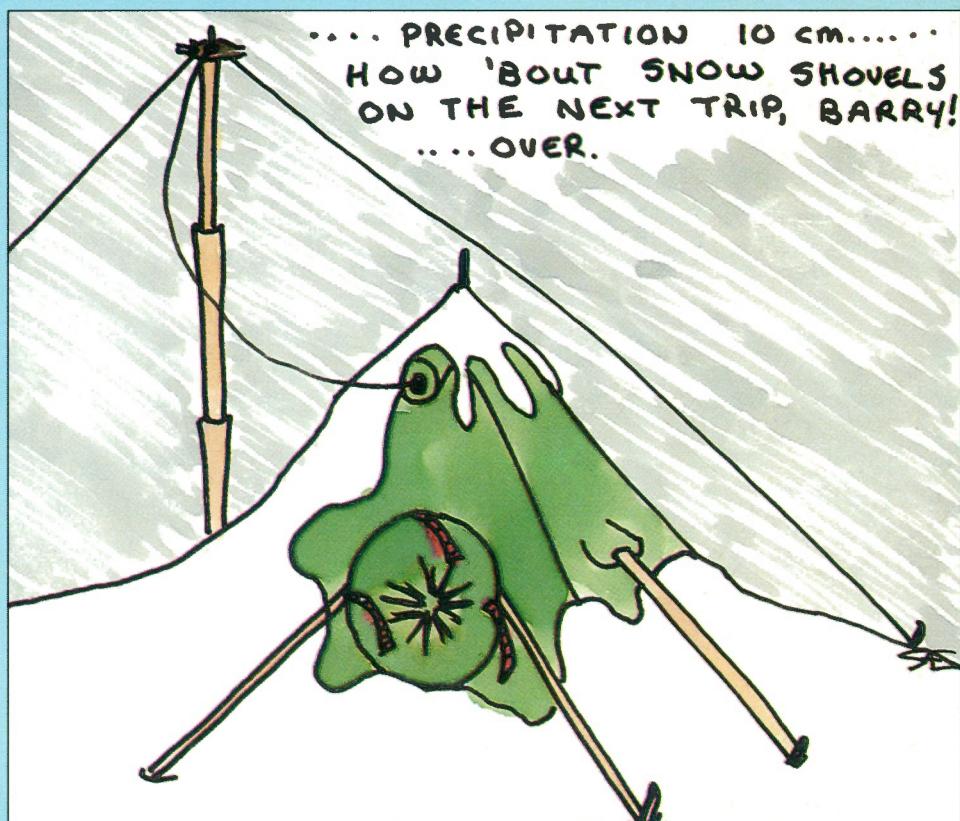
An important aspect of this program has been gaining the cooperation of scientists from a wide variety of institutions and disciplines. As EMR begins to plan for participation in the International Geosphere-Biosphere Program we must learn from programs such as this to use interdisciplinary, interorganizational and international cooperation to obtain data sets which would otherwise not be taken or simply be prohibitively expensive under present economic conditions.

De son camp de base de Resolute, l'Étude du plateau continental polaire (EPCP) apporte son aide à toutes les équipes travaillant sur le terrain. Cependant, depuis 1973, elle leur demande d'établir deux fois par jour des rapports météorologiques pour l'aviation. Ces derniers sont utilisés à des fins opérationnelles par les chefs de camp de l'EPCP et les spécialistes de la prévision météorologique du Service canadien de l'environnement atmosphérique (SCEA), à Resolute et au Centre de météorologie arctique d'Edmonton.

Les observations, ainsi que les renseignements provenant des autres stations, sont conservés au Centre climatologique canadien du SCEA et seront utilisés dans le cadre d'études relatives au climat.

Depuis le début de ce programme, il y a 14 ans, des bulletins météorologiques ont été reçus de plus de 380 stations. Ils se sont avérés essentiels à la mise en valeur de l'Arctique, et fournissent des renseignements utiles sur le climat des vastes régions situées entre les quatre stations météorologiques permanentes.

Cet article est aussi disponible en français.



LA MER LIVRE SES SECRETS

par Marie-Catherine Mouchot
Glyn Sharp
Élizabeth Lambert
Thomas Alföldi



Les végétaux marins présentent un double intérêt pour l'économie des provinces de l'Atlantique.

D'une part, ils sont un indicateur de la vitalité de l'écosystème côtier et, d'autre part, ils sont une source de revenu non négligeable pour les habitants de la côte. Ceux-ci récoltent les différents types d'algues qui, vendues à des usines de transformation, seront utilisées comme engrains ou comme produits alimentaires et cosmétiques.

Mme Marie-Catherine Mouchot est chercheure spécialisée en télédétection appliquée à l'océanographie. Elle travaille au secteur océanographique, Division des applications du Centre canadien de télédétection d'Énergie, Mines et Ressources Canada, à Ottawa.

M. Glyn Sharp est chercheur spécialisé dans l'étude des plantes marines. Il travaille à la Division des invertébrés et plantes marines, Direction de la recherche sur les pêches du ministère des Pêches et des Océans, à Halifax.

Mme Élizabeth Lambert est géographe spécialisée en télédétection des végétaux marins. Elle poursuit actuellement un doctorat au Département de géographie de l'Université de Montréal.

M. Thomas Alföldi est chercheur spécialisé en télédétection appliquée à l'hydrologie. Il travaille au secteur transfert de technologie de la Division des applications du Centre canadien de télédétection d'Énergie, Mines et Ressources Canada, à Ottawa.

▲ Figure 1 Laminaires
Seaweed

▼ Carte de localisation
Area map

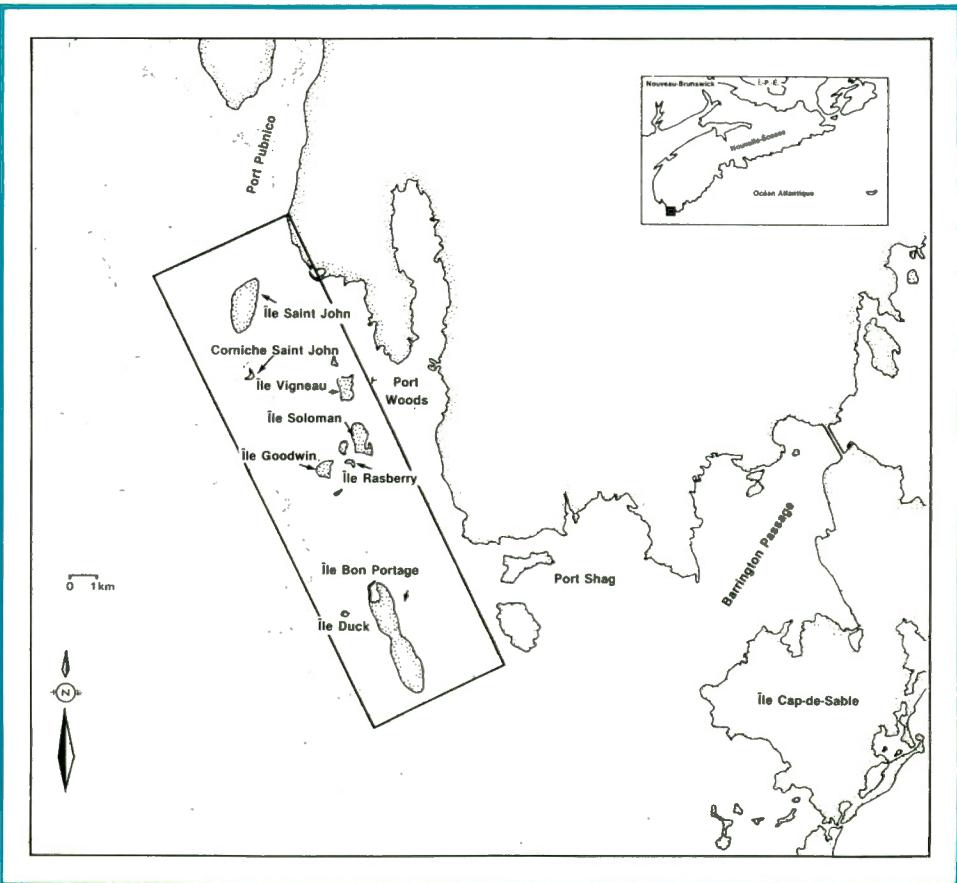


Figure 2 *Chondrus crispus*Figure 3 *Zostera marina*

Malheureusement, la cartographie précise des végétaux marins (algues ou phanérogammes) constamment submergés s'est, de tout temps, avérée très difficile. En effet, la plongée sous-marine, méthode traditionnelle d'observation des végétaux marins, ne permet pas d'avoir une vue globale des peuplements à cartographier. En outre, les relevés effectués par plongée le long de radiales, dans des conditions souvent difficiles, sont en général fastidieux et fort coûteux.

C'est pourquoi, depuis déjà une dizaine d'années, les biologistes qui se spécialisent dans l'étude des plantes marines utilisent des photographies aériennes pour cartographier les sites colonisés par les végétaux marins. Toutefois, l'utilisation des photographies aériennes est limitée : ces dernières ne permettent généralement pas d'observer la végétation située à plus de 4 m de profondeur et se prêtent mal à l'analyse informatique. Il faut donc de nouveau

recourir à des plongées pour compléter ces photographies.

La Division des plantes marines du ministère des Pêches et des Océans a alors décidé de mettre à l'essai, en collaboration avec la Division des applications du Centre canadien de télédétection (CCT), un nouveau type de données obtenues à partir du plus récent spectromètre imageur canadien : l'imageur de la ligne de fluorescence (ILF), réalisé à l'instigation de M. J. F. R. Gower de l'Institut des sciences océanographiques de Sidney, en Colombie-Britannique.

La zone d'étude choisie se situe à la pointe sud-ouest de la Nouvelle-Écosse. Elle s'étend sur une superficie de 30 km du nord au sud et de 15 km d'est en ouest (carte de localisation). En fait, il s'agit d'un archipel situé en eaux peu profondes (0 à 15 m) dans une région à très forte production benthique. Parmi les espèces présentes (hormis les espèces colonisant principalement la zone d'estran, c'est-à-dire celles qui émergent à marée basse), on retiendra les plus importantes, soit : *Laminaria longicruris*, *Laminaria digitata*, *Sacchorhiza dermatodea*, *Agarum cibosum*, *Alaria esculenta* [regroupées toutes les cinq sous le vocable de laminaires (fig. 1)], *Chondrus crispus*, une petite algue récoltée intensivement pour les carragénanes qu'elle recèle (fig. 2), et une phanérogamme *Zostera marina* (fig. 3).

Les données de télédétection ont été acquises en juillet 1985 par la Division d'acquisition des données du CCT. L'imageur de la ligne de fluorescence a été placé dans un avion de type Falcon volant à une altitude de 8 000 m. Sept bandes spectrales, d'une largeur de 30 nm et couvrant un spectre de 500 à 800 nm, ont été traitées par analyse statistique (méthode des composantes principales). Après rééchantillonnage de

l'image pour corrections géométriques, la taille du pixel (plus petit élément visible de l'image) était de 20 m.

Pendant le survol de l'imageur, une équipe de chercheurs provenant du ministère des Pêches et des Océans et du Centre canadien de télédétection recueillait des données à bord d'un bateau. Ces données (températures, teneur des sédiments en suspension dans l'eau, illumination sous-marine et profondeurs) ont servi à préciser le traitement et l'interprétation des images (fig. 4).

L'expérience a été couronnée de succès. L'imageur a permis une cartographie précise des peuplements jusqu'à 11 m de profondeur, la présence de peuplements à des profondeurs supérieures étant, à toute fin pratique, marginale. Quatre types de peuplements ont été identifiés sur l'imagerie : des peuplements de laminaires purs, des peuplements mixtes de laminaires et de *Zostera*, des peuplements mixtes de laminaires et de *Chondrus*, ainsi que des peuplements de *Zostera* purs.

On a de plus découvert, grâce à leurs signatures très spécifiques sur la photographie de l'imageur, deux peuplements jusqu'alors non répertoriés de *Chorda filiformis* ainsi qu'un grand filet de pêche.

Le tableau 1 dresse le bilan du nombre d'hectares de laminaires de chacun des îlots de l'archipel reconnu :

- Par photographies aériennes (en 1980);
- Par plongée complémentaire aux photographies aériennes (en 1985);

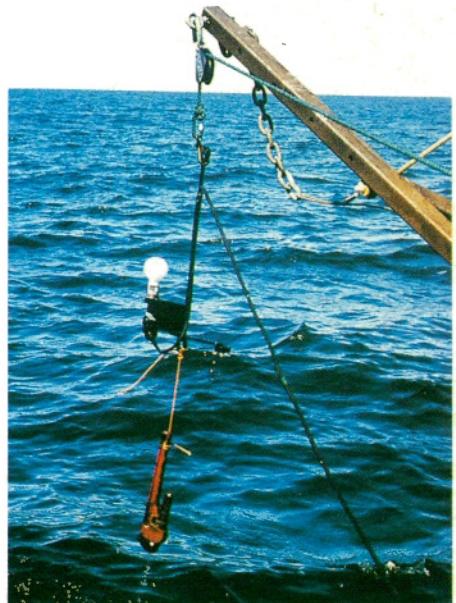


Figure 4 Enregistrement de luminances sous-marines.

Submarine luminescence

	Méthode d'acquisition des données			
	Photographies aériennes (1)	Plongées (2)	(1) + (2)	ILF
Localisation				
Île St John	20	21	41	35
Île Bon Portage	113	100	213	309
Île Duck	16	23	39	47
Corniche Saint John	36	40	76	71
Total	185	184	369	462

Tableau 1 Comparaison des superficies de laminaires (exprimées en hectares), telles que déterminées par méthode conventionnelle (photos et plongées) et par télédétection (ILF).

Comparison of seaweed beds (in ha), as deduced by conventional methods, such as photographs and dives, and by remote sensing (FLI)

- Par l'imageur de la ligne de fluorescence.

On a considéré comme vérité terrain la somme des superficies obtenues par photographie aérienne et par plongée sous-marine. On constate que, globalement, l'image de la ligne de fluorescence a permis d'identifier deux fois plus de peuplements que ne l'avaient fait les photographies aériennes seules. De plus, la superposition, à la photo de

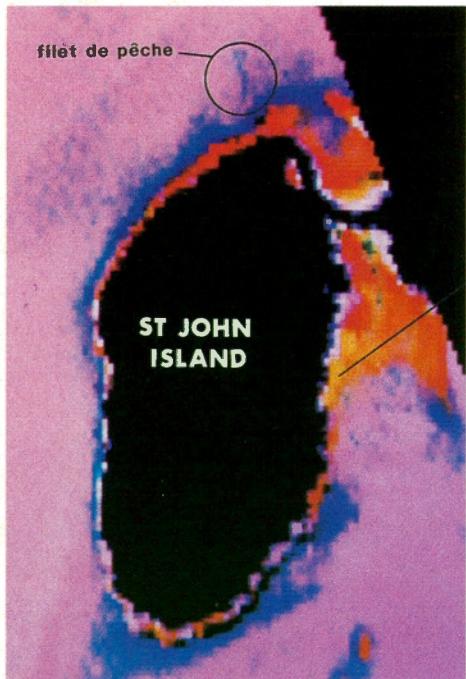


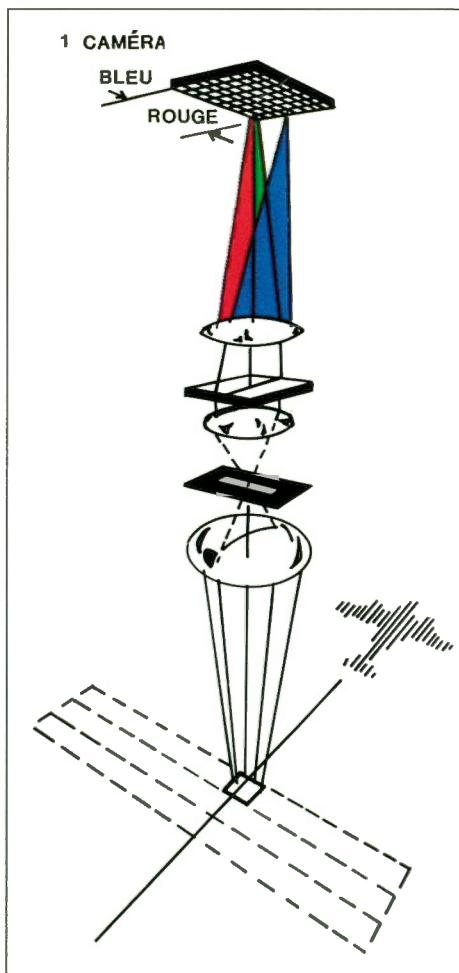
Figure 5 Image de l'imageur de la ligne de fluorescence de l'île Saint John.

Les zones en noir représentent les parties émergées au moment du survol. Tous les végétaux marins représentés en couleur étaient immersés au moment du survol.

Fluorescence line imager's view of St. John Island

Black zones show seaweed floating at the time of the flight. All marine vegetation shown in color was submerged at the time of the flight

l'imageur, d'une carte bathymétrique a permis d'estimer les proportions de laminaires à diverses profondeurs, paramètre de première importance dans la détermination de l'utilisation des ressources.



Spécifications techniques du ILF

L'ILF est formé de cinq caméras adjacentes ayant toutes les mêmes caractéristiques :

- couverture spectrale = 430 à 800 nm
- résolution spectrale = 2,5 nm
- nombre de bandes spectrales accessibles = 8

Les 8 bandes spectrales sont accessibles n'importe où entre 400 et 800 nm et la largeur de bande est un multiple de 2,5 nm :

- champ de vision instantané de chaque détecteur = 0,6 mrad
- d'où pour les cinq caméras :
- champ de vision global = 70 degrés
- nombre total de détecteurs = 1 925

L'ILF est un capteur de conception originale qui a été utilisé pour la première fois lors d'un survol effectué à l'été 1984. Il était destiné à imager la fluorescence induite par les pigments chlorophylliens présents dans l'eau, mais on s'est vite rendu compte qu'il constituait un outil de premier ordre dans la détection des faibles luminances d'une manière générale, et des cibles submergées en particulier.

L'originalité du capteur réside dans l'utilisation de dispositifs de transfert de charge à structure bidimensionnelle. L'une des dimensions du détecteur représente les pixels d'acquisition, au nombre de 385, tandis que l'autre dimension représente les longueurs d'ondes d'acquisition, au nombre de 288.

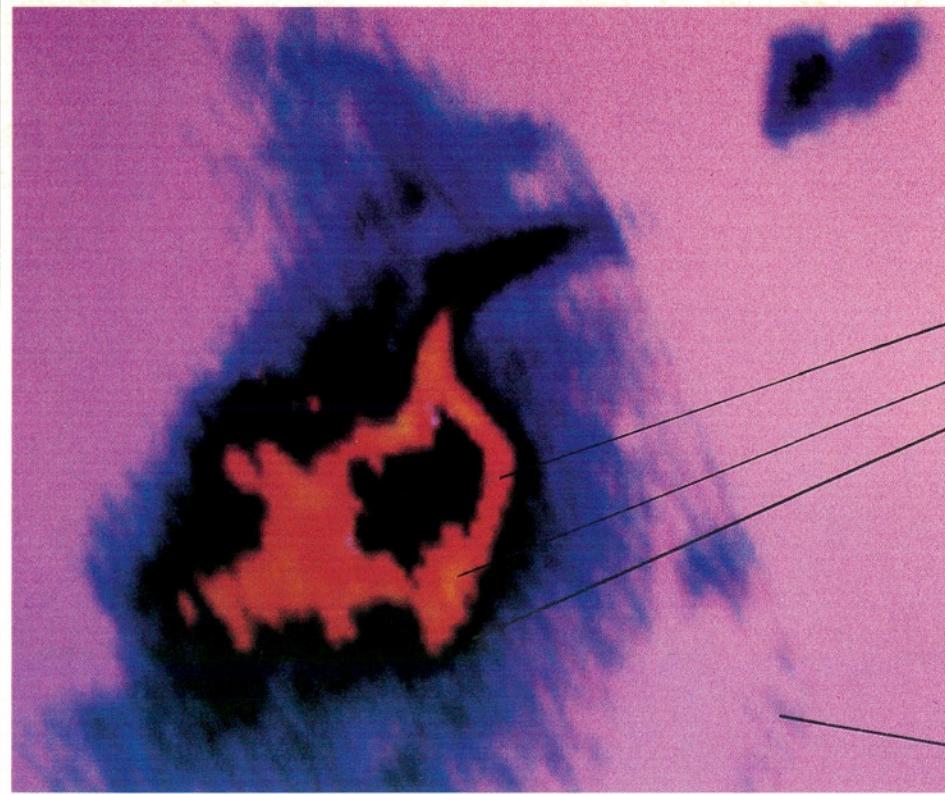
Le capteur contient cinq détecteurs identiques adjacents formant une ligne d'acquisition de $5 \times 385 \text{ pixels} = 1\,925 \text{ pixels}$. Ces détecteurs peuvent opérer selon deux modes connus sous le nom de mode spatial et mode spectral.

En mode spatial, l'utilisateur sélectionne, selon ses besoins, 8 bandes spectrales parmi les 288 diodes représentant les longueurs d'ondes. La largeur de bande et la longueur d'onde centrale de la bande sont donc au choix de l'utilisateur.

En mode spectral, l'acquisition se fait selon la totalité du spectre, c'est-à-dire selon les 288 éléments et, cette fois, l'utilisateur est amené à spécifier les pixels d'acquisition. Il peut en choisir 8 parmi les 385 de chaque détecteur, soit au total 40 par ligne d'acquisition.

Ce second mode est particulièrement utile lorsqu'on cherche à identifier, sur une cible homogène, un élément (par exemple : les pigments chlorophylliens présents dans l'eau) ayant une signature très spécifique pour une longueur d'onde particulière. L'image du spectre donne alors, pour cette longueur d'onde, un pic dont l'intensité correspond à la concentration de l'élément considéré.

Dans notre cas, le mode spatial a été retenu en raison de la présence de plusieurs éléments combinés de même nature, en l'occurrence les algues.



La figure 6 montre les peuplements d'algues immergées du secteur de la corniche Saint John (carte de localisation) tels que déterminés par l'imageur et répertoriés par plongée sous-marine.

La corniche Saint John est une zone de haut fond ayant une élévation maximale de 1,5 m relativement au zéro des cartes marines. L'analyse de photographies aériennes en couleurs, à l'échelle de 1/10 000, a révélé une couverture de 36 ha de laminaires.

Des plongées effectuées subséquemment le long des radiales ont permis de découvrir 40 ha supplémentaires de laminaires, ce qui portait l'évaluation de la surface totale couverte par les laminaires à 76 ha.

L'imageur de la ligne de fluorescence a, quant à lui, reconnu 71 ha de laminaires, décrivant de façon précise la limite extérieure de la zone colonisée par les laminaires. Il a donc été en mesure d'effectuer, en une étape, ce qui nécessitait autrefois deux interventions, l'une par des moyens aéroportés et l'autre par plongée.

Les résultats tout à fait satisfaisants qui ont été obtenus laissent présager une utilisation accrue des méthodes de télédétection pour la cartographie des peuplements marins submergés. Au Canada, où la récolte des algues présente une part non négligeable de l'économie des provinces de l'Atlantique, il est essentiel que les autorités concernées, en

Figure 6 Image de l'ILF au-dessus de la corniche Saint John.

Rouge : *Chondrus crispus*
Orange : *Chondrus et laminaires*
Bleu : *Laminaires*

FLI image above St. John Ledge

Red : *Chondrus crispus*
Orange : *Chondrus and seaweed*
Blue : *Seaweed*

Population de laminaires à très faible densité partiellement reconnue par l'imageur de la ligne de fluorescence.

Very low density seaweed beds partially detected by the fluorescence line imager

l'occurrence le ministère des Pêches et des Océans, se dotent des moyens les plus modernes pour assurer la gestion rationnelle du stock déjà répertorié et pour établir, là où elles n'existent pas, des cartes d'inventaires détaillées. C'est maintenant chose faite.

N. B. : La Division des applications du CCT et la Division des plantes marines du ministère des Pêches et des Océans étudient actuellement des données obtenues au-dessus de la même zone d'étude par le capteur aéroporté MEIS II en août 1985. Les résultats dérivés de ces deux modes d'acquisition seront comparés ultérieurement afin de dégager les avantages et les inconvénients de chacun des capteurs pour la cartographie thématique des végétaux marins submergés.

Marine plants (algae or phanerogams) are a valuable natural resource for those who live in Canada's Maritimes. The plants reliably gauge the vitality of the marine ecosystem, and contribute to the economic advance of coastal regions. However, gathering the necessary data for detailed mapping of these continually submerged plant populations has always been hampered by major problems.

Biologists specializing in the study of marine plants have resorted to aerial photographs, but even aerial mapping has limitations. It cannot observe seaweed beds more than four metres under water. Thus, accurate computer analysis of data gathered by this technique is extremely complicated.

In 1985, the Department of Fisheries and Oceans' Marine Plants Division, in conjunction with EMR's Canada Centre for Remote Sensing, decided to experiment with the most recent Canadian imaging spectrometer, the fluorescence line imager. Developed to detect fluorescence emitted by the chlorophyll pigments in water, the fluorescence line imager has proved itself a first-class tool for detecting the faint luminescence emitted by submerged seaweed.

Because of results obtained by the fluorescence line imager, we can now make a detailed inventory of submerged seaweed beds and support the efforts of those concerned with the rational management of this natural resource.

This article is also available in English.

Geological time is long compared with the human experience, and we naturally tend to think that geological processes evolve gradually rather than suddenly. However, more and more scientists suspect that some features of the geological record are the result of short-term catastrophic events.

Particularly curious are those times when huge numbers of the living species on Earth suddenly, by geological standards, died off. Proposed explanations for these so-called mass extinctions are many and varied. New theories are often in the news.

Until recently, the suggestion that some extraterrestrial mechanism — an exploding star (supernova) or a huge comet or asteroid colliding with Earth — caused these mass extinctions was considered fanciful. Abundant evidence exists that large extraterrestrial bodies have collided with Earth throughout time (GEOS, Fall 1982), but no evidence linked a known impact event to a mass extinction. Many people found it difficult to imagine how even a vast impact could lead to extinctions on a global scale.

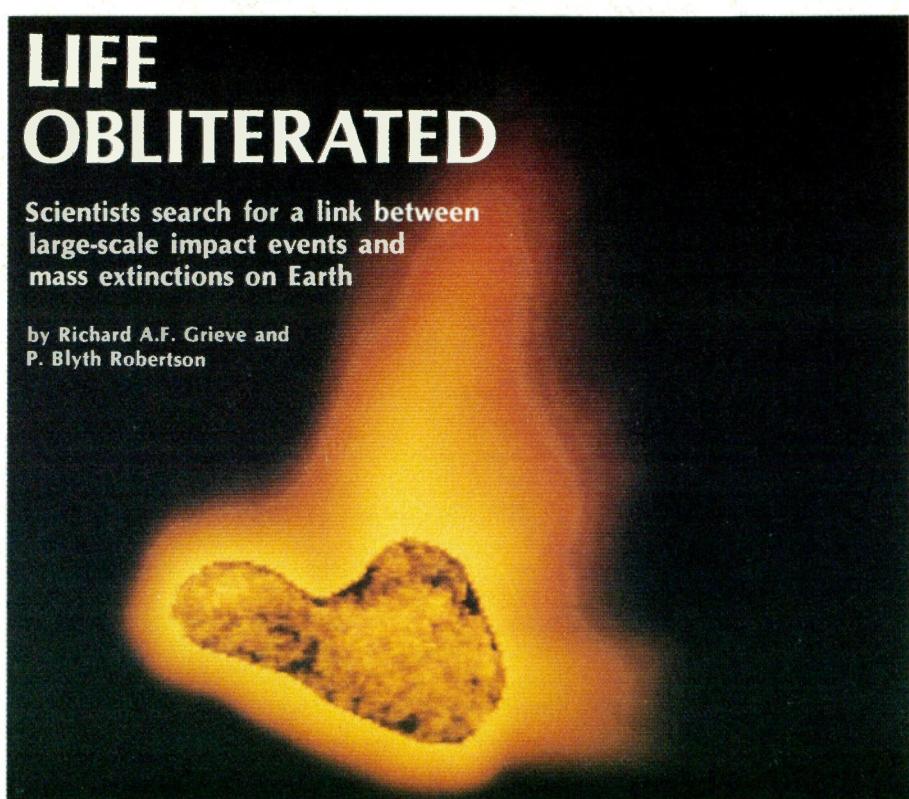
In the past few years, however, the cause-effect relationship between large-scale impacts and mass extinctions has gained considerable prominence. This revolution in thinking was spurred by the discovery of both chemical and physical evidence of a huge impact in the geological record at a time corresponding with a mass extinction, and the development of sophisticated computer models that indicate a major impact event could indeed significantly affect the biosphere.

The chemical evidence comes from the 65-million-year-old boundary between the Cretaceous and Tertiary periods. University of California professor L.W. Alvarez first reported that the few centimetres of sediments that mark the Cretaceous-Tertiary boundary in Italy and Denmark are highly enriched in so-called siderophile elements (GEOS, Summer 1981). These elements have a chemical affinity to iron and on Earth they are

LIFE OBLITERATED

Scientists search for a link between large-scale impact events and mass extinctions on Earth

by Richard A.F. Grieve and
P. Blyth Robertson



Nucleus of the comet Halley taken by the Vega spacecraft. This peanut-shaped body measures 8 by 15 km — approximately the size suggested for the impacting body that may have led to the Cretaceous-Tertiary mass extinction (image courtesy of the Soviet Academy of Sciences)

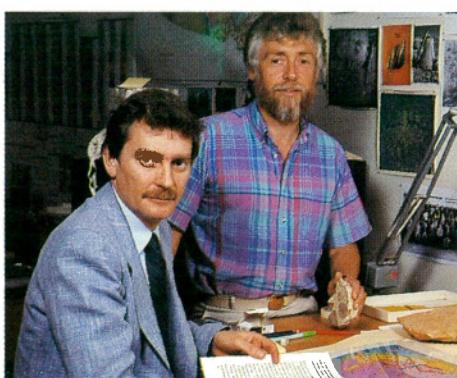
Le noyau de la comète de Halley, photographié à partir du satellite Vega. Cet élément en forme d'arachide mesure 8 km sur 15 km, soit environ les dimensions supposées de l'objet qui, en percutant la Terre, a peut-être causé l'extinction de nombreuses formes de vie à la fin du Crétacé et au début du Tertiaire (photo : USSR Academy of Sciences).

concentrated in the core and relatively depleted in the crust.

Granites in the Canadian Shield seldom contain more than one per cent of one part in a billion (0.01 ppb) of the siderophile element iridium, but the clays of the Cretaceous-Tertiary boundary layer contain up to one hundred parts per billion (100 ppb). Certain meteorites, which come from parent bodies not differentiated into a discrete core and siderophile-depleted silicate crust, are relatively enriched in siderophile elements compared with normal terrestrial crustal rocks.

Rocks on Earth that have been melted by the very high pressures and temperatures that result from a meteorite impact are sometimes enriched in siderophiles. For example, the melt rocks at the 4-km-diameter impact crater at Brent, Ontario have 10 ppb of iridium, and at the 22-km-diameter East Clearwater Lake in Quebec rocks contain 65 ppb. These enrichments represent dispersed and incorporated meteoritic material.

A meteoritic source has similarly been argued for the siderophile enrichments at the Cretaceous-Tertiary boundary. In this case, the meteoritic material is dispersed



Dr. Richard A.F. Grieve (seated) recently rejoined EMR after several years teaching planetary geology at Brown University in the United States. His interest in impact phenomena stems from work undertaken during the Apollo program to study returned lunar samples. He recently received a D.Sc. degree for his contributions to understanding impact cratering as a geological process and is secretary of the International Union of Geological Sciences Commission on Comparative Planetology. His current research interests include the relation between impact and biological crises and the early processes of crustal formation on planets, including Earth.

Dr. Blyth Robertson joined EMR's former Earth Physics Branch in 1965 to work with a small group pioneering the study of impact craters in Canada. His main interest has been the characterization of shock behavior of common, rock-forming minerals, including potassium feldspars — the basis for his Ph.D. at the University of Durham, England. During the past decade his field and laboratory studies have concentrated on the Haughton impact structures, Devon Island. For the last several years he has served as secretary of the National Research Council's Associated Committee on Meteorites.

in a worldwide layer rather than occurring in the rocks of an impact crater.

Worldwide evidence

Siderophile enrichments at the Cretaceous-Tertiary boundary have now been discovered in North America, the Soviet Union, China, New Zealand and even in deep sea cores from the ocean floor in the South Atlantic and Pacific. The quantities of siderophile elements in the boundary layer lead us to believe that the impacting body was about 10 km in diameter.

As much as five trillion tonnes of dust may have been thrown into the atmosphere by the Cretaceous-Tertiary event. Models used to calculate the consequences of 'nuclear winter' indicate that this amount of dust would darken the Earth for several months and lower land temperatures below freezing for six months to a year. These effects, augmented by soot from massive forest fires, may have caused the extinction of some three quarters of the organisms living at the end of the Cretaceous.

Careful examination of particles in the boundary layer has led to other discoveries that point to an impact event. For example, scientists have found originally melted spherical particles and very high temperature minerals, as well as quartz and feldspar showing microscopic deformation features (Fig. 1a). These 'planar' features are characteristic of rocks subjected to the shock pressures of hundreds of thousands of atmospheres that are typically produced in a major impact event. Planar features are diagnostic in quartz- and feldspar-bearing rocks at known impact craters, like those in the Canadian Shield (Fig. 1b).

The Cretaceous-Tertiary boundary impact hypothesis is not accepted by all, but some believe the chemical and physical evidence to be compelling. Less clear is the exact relationship between the impact and the mass extinction. Searches for other impact-induced extinctions recorded in the geological record are under way but no categorical examples on the scale of the Cretaceous-Tertiary event have been documented.

The Manicouagan impact event produced a crater in Quebec (Fig. 2) with an original diameter of 75 to 100 km (GEOS, Winter 1979). Energy released by the impact was 10 times the annual output of energy released from the earth by earthquakes, volcanoes and crustal heat flow. About one tenth of the amount of dust suggested for the Cretaceous-Tertiary event probably entered the atmosphere. This enormous amount of dust is sufficient to produce only slightly less catastrophic effects than those suggested



Figure 1a Photomicrograph of shock-induced planar features (thin parallel lines) in quartz grain from the Cretaceous-Tertiary boundary at Scollard Canyon (approximately 0.2 mm diameter)

Photomicrographie d'éléments plats créés sous l'effet d'un choc (minces lignes parallèles) dans un grain de quartz datant de la fin du Crétacé et du début du Tertiaire, au canyon Scollard (diamètre approximatif de 0,2 mm).

for the earlier event. The Manicouagan event has been isotopically dated by various techniques at about 210 million years ago.

Interestingly, this age corresponds closely to the major geological boundary, about 208 to 213 million years ago, separating the Triassic and Jurassic periods. At least two mass extinction events occur near this boundary, one just before, one after. In fact, some suggest that a recent major fossil discovery, described as one of the largest in North America, is related to Manicouagan.

This discovery in the Fundy Basin, Nova Scotia (Fig. 3) contains thousands of fragmentary remains of primitive Early Jurassic crocodiles, dinosaurs and mammal-like reptiles. Columbia University's P. Olsen says that these fossils may reflect the explosive multiplication of hundreds to thousands of new species — species to fill the ecological vacancies resulting from the Triassic-Jurassic extinctions.

Is there a link between Manicouagan, the Triassic-Jurassic boundary and associated extinctions? The close correspondence in age would suggest yes, but uncertainties in the dating make the question difficult to answer definitely. We need a marker horizon, like the siderophile-bearing layer at the Cretaceous-Tertiary boundary, to place these events in the correct time sequence.

So far researchers have not found abnormal iridium abundances at the Triassic-Jurassic boundary, but this does not rule out a possible role for Manicouagan. Chemical data from rocks melted by the Manicouagan impact also indicate no obvious iridium anomaly. This suggests the Manicouagan crater was formed by the impact of a 'differentiated' meteorite — a meteorite from a parent body which, like Earth, underwent a core-



Figure 1b Photomicrograph of shock-induced planar features in quartz (light grey) from the Mistastin impact structure, Labrador

Photomicrographie d'éléments plats créés sous l'effet d'un choc dans du quartz (gris clair) provenant du cratère Mistastin, au Labrador.

forming event early in its history and thus has low siderophile content.

The regional rocks at Manicouagan contain quartz, so it would be worthwhile to search for shocked quartz and other diagnostic minerals at the Triassic-Jurassic boundary. The Geological Survey of Canada is beginning to examine drill core samples from Nova Scotia for this and other purposes, but finding shocked minerals is akin to finding the proverbial needle in the haystack. Unlike many geological processes, an impact is a singular event in space and time. Locating the signal of that impact in a sedimentary section, where a few centimetres may represent a million years of deposits, is not easy. We need some other indicator to focus on the appropriate section, like a marked faunal change or iridium anomaly.

The recent discovery of the Montagnais impact structure may provide important clues on how to approach this problem. It may also indicate what kind of signal of impact effects to look for in a sedimentary sequence.

Montagnais, recently discovered by L. Jansa, Atlantic Geoscience Centre, GSC, and G. Pe-Piper, St. Mary's University, is a 50-million-year-old impact structure, 60 km in diameter, located approximately 200 km offshore from Halifax on the Nova Scotia Shelf (Fig. 3). Scientists first recognized Montagnais as an unusual structure on seismic records; then drill cuttings from an exploratory oil well clearly indicated brecciated rocks containing shock metamorphic effects, as well as rocks melted by the impact.

Montagnais, the first underwater impact structure to be discovered in the world, provides a unique opportunity to study and assess the effects of a known impact event on the nearby contemporaneous sedimentary record. The structure was formed under water and in an area which has been the site of continuous sedimentation prior to and since its

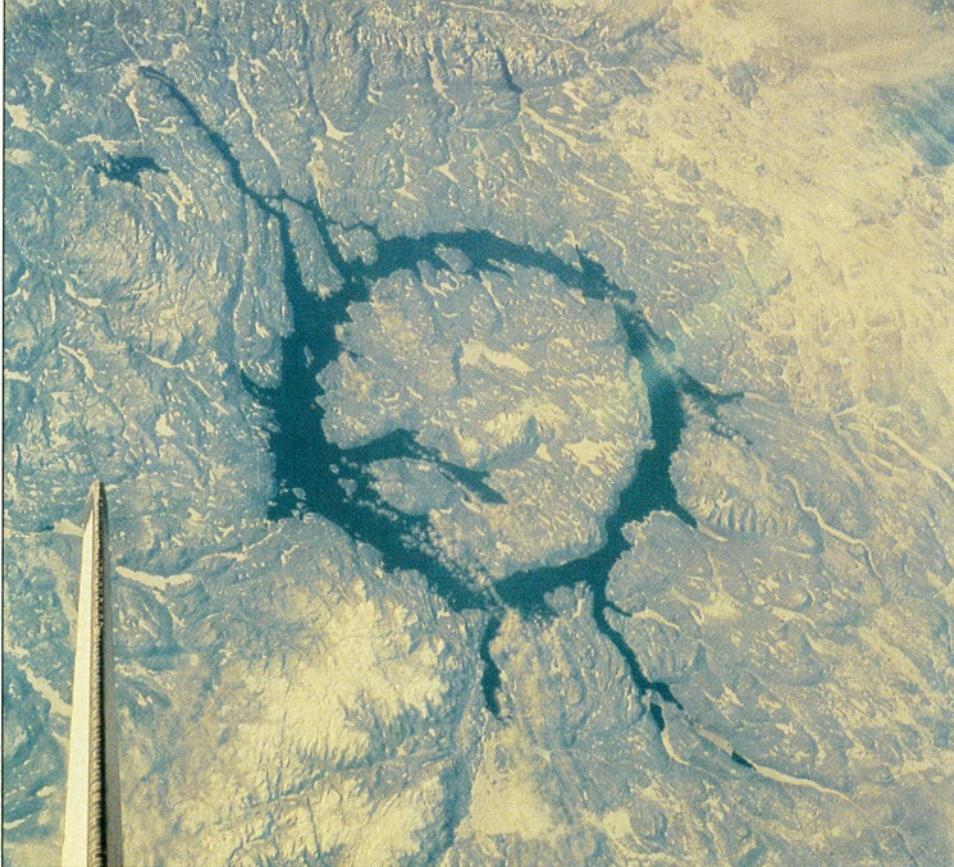


Figure 2 Handheld photograph of Manicouagan, Quebec, taken from the space shuttle. Annular Lake is approximately 70 km in diameter

formation. The sedimentary column in the surrounding area will contain a record of the earthquake and tidal wave effects that must have accompanied the impact. More important, it will also contain a record of the material ejected from the crater. Fortunately, there are many exploratory wells in the immediate area and up to several hundred kilometres away. With a known age and good stratigraphic control from the well at Montagnais, it should be possible to locate the ejected material in samples from these wells. Studies of this material will provide important information on what to expect in terms of grain size, shocked minerals and geochemical parameters at other places in the sedimentary column, which may record a distant impact event.

Some scientists, taking a different approach in the search for a link between major impacts and mass extinctions, have statistically analyzed ages of mass extinctions and those of well dated impact craters. By what is termed time-series analysis, they have determined that both data sets show a similar cycle of approximately 28 million years. On this basis, they have argued that the earth is subjected to periodic cometary showers induced by the regular passage of an unseen star, the so-called death star or Nemesis, which perturbs the orbits of comets in the outer reaches of the solar system. Some of these comets are injected into the inner solar system and impact the Earth, resulting in mass extinctions.

This is a revolutionary and intriguing new hypothesis, but there is some evidence

Photographie de la Manicouagan, au Québec, prise par un astronaute à partir de la navette spatiale. Le diamètre du lac, de forme annulaire, est d'environ 70 km.

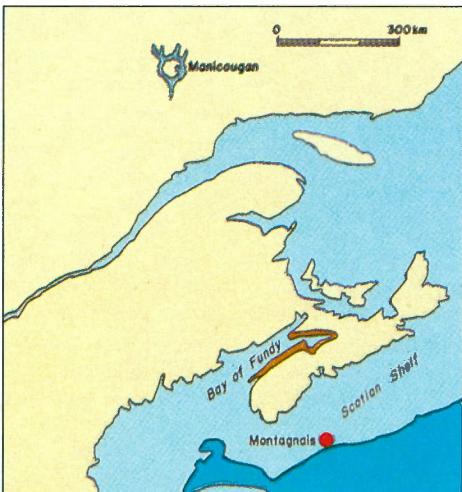


Figure 3 Relative locations of the Manicouagan impact structure, the area of the Triassic-Jurassic fossil find in the Fundy Basin (darker brown), Nova Scotia, and the recently discovered Montagnais impact structure on the Scotian Shelf

Emplacement relatif du cratère Manicouagan, de la région du bassin de Fundy, situé au large de la Nouvelle-Écosse, où l'on a découvert des fossiles de la fin du Trias et du début du Jurassique (brun foncé), et du cratère Montagnais, un élément récemment identifié sur le plateau Scotian.

against it. For example, it is a generally held belief that comets have a common origin and composition. Thus, if all the craters included in the statistical analysis which indicate a periodicity were formed by comets, the siderophile element signatures should be similar. They vary, however, and the reasonable inference is that they were formed by impacting bodies of different compositions.

Although it is clear that Earth does not exist in isolation in the solar system and is subjected to occasional large impact events, it is less clear whether Earth's biosphere is regularly perturbed by periodic cometary showers. Nevertheless, there is at least one case of impact-induced mass extinction that seems viable, that of the Cretaceous-Tertiary extinction event. Scientists from several disciplines are engaged in studying this problem, but it is too early to provide firm answers to many of the unanswered questions. It may well be that a relationship will be found between other mass extinctions and large impact events. If so, our thinking on biological evolution will be revolutionized, in much the same way as plate tectonics revolutionized our concepts of Earth's tectonic evolution.

Des scientifiques cherchent à établir un lien entre d'importants cratères et des extinctions massives de formes de vie sur la Terre.

Jusqu'à tout récemment, on considérait comme extravagante l'hypothèse voulant qu'un mécanisme d'origine extra-terrestre — la collision avec la Terre de fragments d'une étoile qui aurait explosé (supernova), d'une comète de dimensions prodigieuses ou d'un astéroïde — ait causé ces extinctions massives.

À maintes reprises, il a été prouvé que des corps extra-terrestres de grandes dimensions se sont déjà écrasés sur la Terre. Il a toutefois été impossible de relier un impact à une extinction massive. Pour de nombreuses personnes, il était difficile de concevoir qu'un impact, même s'il avait touché une vaste région, puisse mener à des extinctions sur de vastes échelles.

Toutefois, au cours des dernières années, la relation de cause à effet entre les impacts a pris une importance considérable. Ce revirement d'opinion a été renforcé par une découverte géologique. Cette dernière fournit des preuves physiques et chimiques d'un énorme impact, qui a eu lieu à un moment coïncidant avec une extinction massive, et par la mise au point d'infomodèles complexes indiquant qu'un impact pourrait, en fait, avoir des répercussions considérables sur la biosphère.

Cet article est aussi disponible en français.

LA PYROLYSE SOUS VIDE POUR RECYCLER LES PNEUS USÉS

Un exemple de collaboration

**industrie-université-gouvernement en vue d'utiliser les
rebut et de combattre la pollution de l'environnement**

par Christian Roy

La province de Québec met au rebut entre quatre et cinq millions de vieux pneus annuellement. Pour l'ensemble du Canada, les rejets annuels se chiffrent à 21 millions d'unités. À cause de leur résistance à la biodégradation, ces rebuts constituent un milieu propice pour la vermine, les rongeurs et le feu.

Les règlements sanitaires restreignent sévèrement l'enfouissement des pneus,

car ceux-ci remontent à la surface à cause des poches d'air qu'ils emprisonnent et de leur résistance naturelle à la compaction, à moins qu'ils ne soient déchiquetés à grand frais. Certains incinérateurs peuvent brûler une faible quantité de pneus mélangés avec d'autres déchets à traiter. La méthode de disposition la plus répandue en Amérique du Nord demeure toutefois le rechapage. Cette solution de recyclage est toutefois limitée par la faible demande des

consommateurs pour les pneus rechapés d'automobile. En général, on estime que moins d'un pneu sur cinq est recyclé sous une forme ou une autre. Les autres sont soit entassés dans des dépôts réglementés ou «tolérés», soit disséminés un peu partout dans l'environnement.

Une usine pilote pour la valorisation des pneus usés vient de naître grâce à la collaboration entre l'industrie, le milieu

1 Vue partielle du dépôt de pneus de Saint-Amable, au Québec.

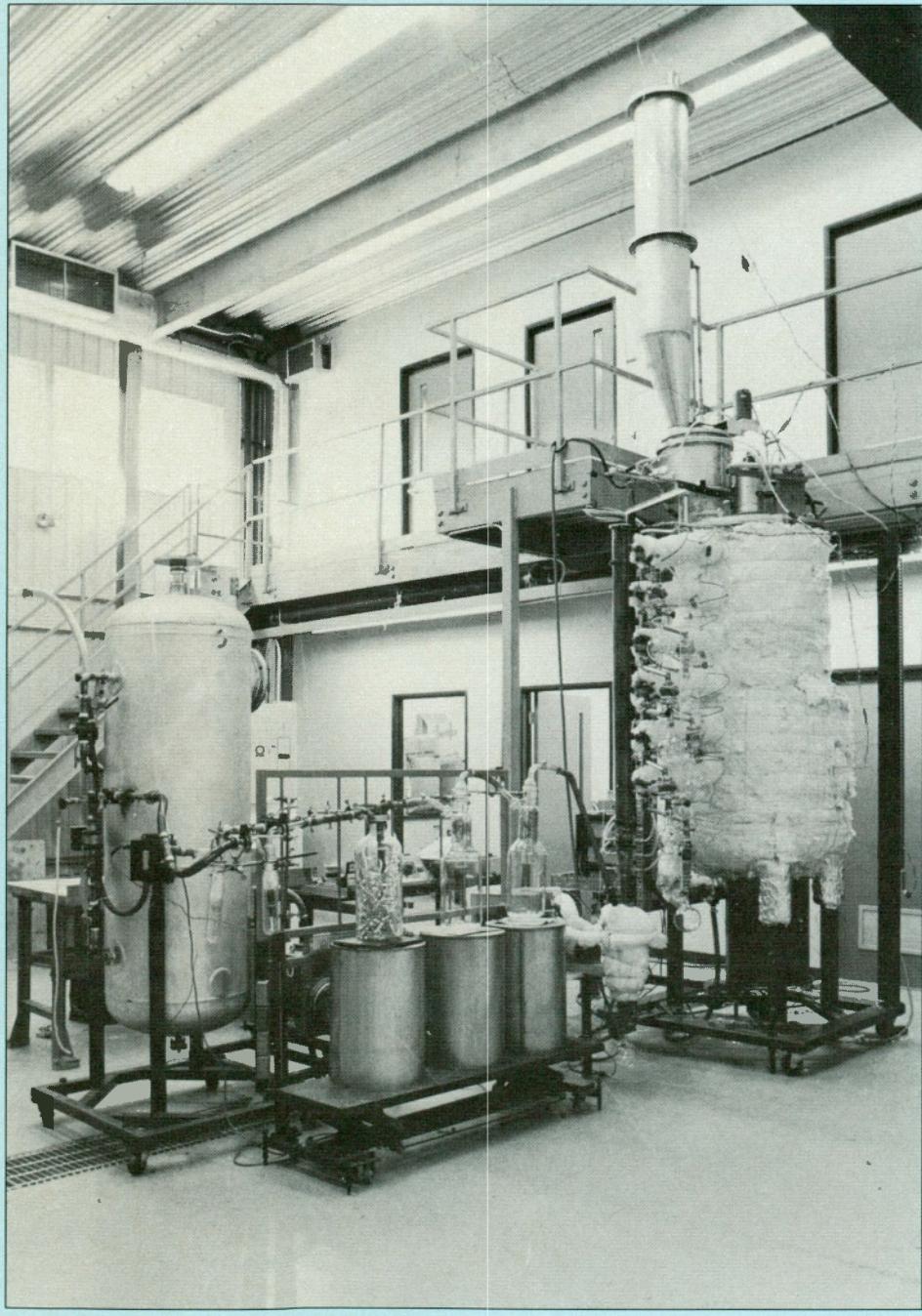
Partial view of the St. Amable used-tire depot in Quebec



universitaire, le gouvernement fédéral et un gouvernement provincial. Cette usine, la première du genre au monde, aura pour but d'éprouver, à l'échelle pilote, la technologie de la pyrolyse sous vide des vieux pneus.

Les produits attendus de ces réactions de transformation des pneus sont du mazout et du noir de carbone. Si les essais pilotes, à une échelle de 150 kg h^{-1} , sont probants sur le plan technique et économique, l'étape suivante sera la construction d'une usine de

démonstration industrielle dont la capacité sera au moins dix fois supérieure à celle de l'usine pilote. Dans une perspective idéale, cette usine pourrait être installée à proximité du dépotoir de pneus de Saint-Amable, en banlieue de Montréal, dès la fin de 1987 (fig. 1). Axée sur la production commerciale, l'usine permettrait de valoriser avec profit les déchets de pneus en produits recyclables et utiles, tout en apportant une solution nouvelle et originale à un problème environnemental jusqu'ici difficile à résoudre.



2 Photographie de l'Unité de développement de procédé pour la pyrolyse sous vide, installée au CRIQ.

The Process Development Unit for vacuum pyrolysis installed at CRIQ

Procédé de pyrolyse sous vide

L'équipe universitaire cherchait des applications industrielles à court terme au procédé de pyrolyse sous vide que l'on était à mettre au point. Dans ce procédé, la matière traitée (c'est-à-dire caoutchouc, bois, déchets urbains, etc.) est décomposée en charbon, en huiles pyrolytiques et en gaz sous le seul effet de la chaleur, en l'absence d'air.

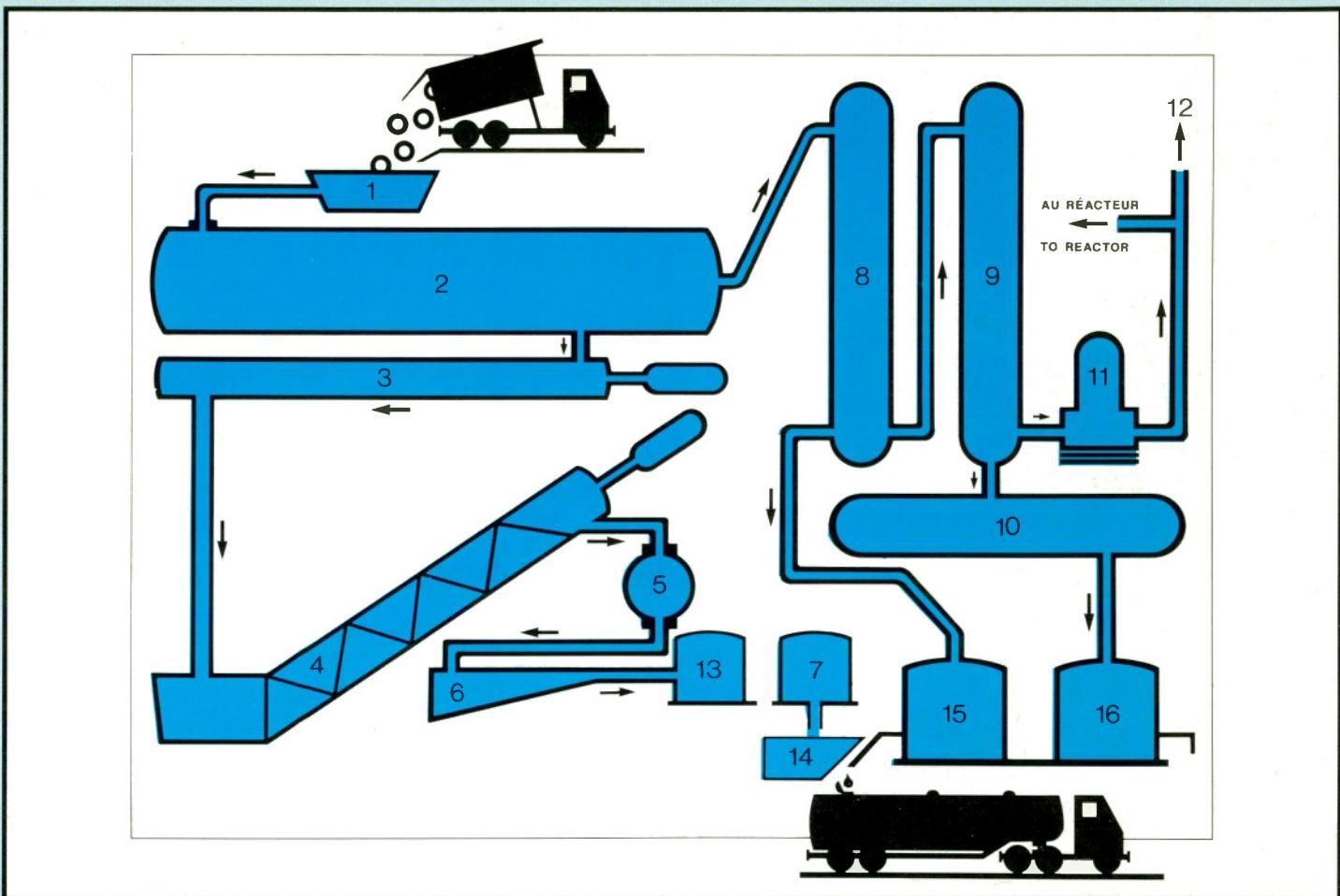
L'originalité de la méthode envisagée réside dans l'utilisation d'une pompe à vide qui évacue rapidement les produits gazeux de la pyrolyse (ou décomposition thermique). En effet, l'évacuation dans les procédés traditionnels de pyrolyse est effectuée par le passage d'un gaz inerte. Il résulte de cet emploi du vide que les proportions, ainsi que la qualité des produits pyrolytiques obtenus, sont complètement bouleversées.

Le principal changement provient des rendements accrus en produits organiques liquides, dans les conditions de vide, aux dépens des résidus solides de la réaction. En effet, l'emploi du vide minimise les possibilités de réactions de décomposition secondaire des vapeurs, produites dans le réacteur, puisque les produits de la décomposition primaire de la matière ne séjournent plus qu'un très court laps de temps dans l'enceinte chaude du réacteur.

Four à soles multiples

La figure 2 est une photographie de l'Unité de développement de procédé installée au Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ). Il s'agit d'un four à soles multiples de 2 m de hauteur sur 0,7 m de diamètre, chauffé électriquement. Cette unité a été alimentée en pneus déchiquetés et a servi à effectuer les réactions de pyrolyse sous vide dans différentes conditions d'opération. C'est avec ce système qu'il a été possible d'identifier les conditions optimales de température et de pression pour maximiser la production d'huiles à partir de pneus. C'est également ce montage qui a permis de déterminer l'efficacité thermique du procédé, le taux de transfert de chaleur à travers les pneus, les rendements en noir de carbone, en huiles et en gaz, ainsi que l'influence de la grosseur des morceaux de pneus sur les rendements et la qualité des produits obtenus.

La configuration du réacteur industriel sera quelque peu différente. On envisage en effet d'opérer dans l'usine pilote un réacteur cylindrique en position horizontale, où des pneus entiers ou coupés en gros quartiers seront alimentés



1. ALIMENTATION
 2. RÉACTEUR CYLINDRIQUE SOUS VIDE
 3. TUYAU DE REFROIDISSEMENT
 4. BASSIN DE REFOULEMENT
 5. CONCASSEUR
 6. TAMIS VIBRATOIRE
-
1. FEED CONVEYOR
 2. VACUUM REACTOR
 3. COOLING SCREW
 4. DISCHARGE SCREW
 5. CRUSHER
 6. VIBRATORY SCREEN

7. SÉPARATEUR MAGNÉTIQUE
 8. REFROIDISSEUR D'HUILE LOURDE
 9. REFROIDISSEUR D'HUILE LÉGÈRE
 10. DÉCANTEUR
 11. POMPE SOUS VIDE
 12. BRÛLEUR
-
7. MAGNETIC SEPARATOR
 8. HEAVY OIL QUENCHER
 9. LIGHT OIL QUENCHER
 10. DECANTOR
 11. VACUUM PUMP
 12. FLARE STACK

13. SYSTÈME D'ENTREPOSAGE DU NOIR DE CARBONE
 14. SOUTE DE RÉCUPÉRATION DE L'ACIER
 15. RÉSERVOIR D'HUILE LOURDE
 16. RÉSERVOIR D'HUILE LÉGÈRE
-
13. BLACK CARBON HANDLING SYSTEM
 14. STEEL RECOVERY BIN
 15. HEAVY OIL STORAGE
 16. LIGHT OIL STORAGE

3 Schéma illustrant l'arrangement de l'usine pilote de Petro-Lysis international inc. La société Petro-Lysis inc. a mis au point un procédé de recyclage des pneus usés qui est fondé sur le principe de la pyrolyse sous vide, laquelle permet de transformer les pneus usés en huiles pyrolytiques, en charbon et en gaz. On vérifiera dans l'usine pilote un réacteur cylindrique en position horizontale qui sera alimenté de façon continue en pneus entiers ou coupés en gros quartiers. Un arrangement de pousoirs actionnés par des vérins hydrauliques assurera l'acheminement des pneus dans l'enceinte chauffée du réacteur. Les pneus passeront à travers un sas barométrique, comprenant une colonne de liquides, afin d'assurer l'étanchéité du réacteur positionné

en hauteur. Inversement, le noir de carbone, constituant les résidus des réactions de composition des pneus, sera introduit dans une seconde colonne de liquides agissant en même temps comme médium refroidisseur des produits solides. La pyrolyse sous vide pourra notamment fournir des produits comme le mazout pour le chauffage ou des composés à haut indice d'octane en vue de les substituer au plomb dans l'essence.

Layout of Petro-Lysis international inc., pilot plant. Petro-Lysis inc. has started a used tire recycling process, based on the principle of pyrolysis in a vacuum, which transforms used tires into pyrolytic oils, coal and gas. In the pilot plant a horizontal cylindrical

reactor is fed continuously with whole or chopped up tires. An arrangement of pushers activated by a hydraulic jack guides the tires into the central furnace of the reactor. The tires pass across a feed conveyor with a column of liquids to assure that the reactor positioned above is watertight. Carbon black, the residue of the reaction on the tires, will be introduced into a second column of liquids, which will simultaneously act as a cooling medium on the solid products. Vacuum pyrolysis could provide products like heating oil or high-octane compounds which might be substituted for the lead in gasoline.

Concertation des intervenants

La phase des essais à l'échelle de l'Unité de développement de procédé (15 kg h⁻¹ de pneus) a pu être entreprise grâce à l'appui financier du Conseil national de recherches Canada. Le programme à frais partagés des projets industrie-laboratoires (PPIL) a permis, à l'intérieur d'une période d'environ une année, de produire les données de base préalables à la décision de vérifier, à une plus grande échelle, l'efficacité du procédé (ex. : quantité et nature des produits obtenus, effet de la pression et de la température sur les rendements).

Les résultats positifs de cette première étude ont poussé Petro-Sun à solliciter l'appui financier du gouvernement provincial afin de partager le risque de la construction et de l'opération d'une usine pilote, dernière étape avant la construction d'une usine de démonstration industrielle. Cette proposition vient d'être acceptée et s'est traduite par une subvention de 306 000 \$ accordée en vertu de l'Entente fédérale-provinciale sur les économies d'énergie et les énergies renouvelables, conclue entre le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada et le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. Parallèlement, Petro-Sun obtenait un important prêt de l'Agence québécoise de valorisation industrielle de la recherche (AQVIR) pour ce projet d'implantation d'une nouvelle technologie.

Toutefois, le mouvement de concertation entre l'industrie, le gouvernement et l'université ne s'arrête pas là. L'équipe de 20 chercheurs du professeur Roy, qui est affiliée au Département de génie chimique de l'Université Laval, est en partie installée dans le nouveau hall d'essais du Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) à Sainte-Foy, à proximité de la cité universitaire. Un des mandats du CRIQ vise le transfert technologique vers l'industrie.

C'est dans ce contexte qu'une entente de collaboration a été signée entre l'Université Laval et le CRIQ afin de regrouper à ce dernier endroit le matériel, de même que la dizaine de chercheurs chargés de la mise au point du procédé. L'autre moitié de l'équipe de recherche œuvre dans les locaux de l'Université, où sont effectués les travaux en laboratoire ainsi que les analyses chimiques des différents produits obtenus.

de façon continue dans le réacteur. Un arrangement de poseurs actionnés par des vérins hydrauliques assureront l'acheminement des pneus dans l'enceinte chauffée du réacteur. Les pneus seront acheminés à travers un sas barométrique, comprenant une colonne de liquide, afin d'assurer l'étanchéité du réacteur positionné en hauteur (fig. 3). Inversement, le noir de carbone, constituant les résidus des réactions de composition des pneus, sera introduit dans une seconde colonne de liquide agissant en même temps comme médium refroidisseur des produits solides.

Produits et avantages de la pyrolyse des pneus usés

Dans ce procédé, 100 kg de pneus seront convertis en 60 kg d'huiles, 37 kg de noir de carbone et 3 kg de gaz. Les huiles seront utilisables pour fin de chauffage et appartiendront à la catégorie n° 4. À l'Université Laval, on tente de transformer ces huiles en carburant diesel ou d'isoler, à partir de celles-ci, des composés à haut indice d'octane en vue de les substituer au plomb dans l'essence. Le charbon résiduel trouverait son application comme combustible, par exemple, dans les fours à ciment.

D'autres travaux de recherche en cours semblent toutefois indiquer que ce dernier produit trouverait également des applications comme noir de carbone pour le renforcement de pièces à base de caoutchouc et de plastique. Les gaz non condensables, issus des réactions de pyrolyse, seront brûlés afin de fournir les calories nécessaires au chauffage du réacteur. La chaleur ainsi libérée serait suffisante pour assurer l'autonomie énergétique du réacteur commercial.

Le procédé que nous avons décrit comporte plusieurs avantages. En premier lieu, il permet de valoriser des déchets en produits qui sont entièrement réutilisés ou recyclés. Ce projet entraînerait la mise sur pied d'industries, la création d'emplois, et contribuerait ainsi à stimuler le secteur de l'économie au moyen d'une ressource jusqu'ici négligée. Au surplus, la mise au point du procédé, si elle se réalise, permettra de régler un des nombreux problèmes environnementaux dont souffre notre société.

Mais au-delà des aspects commerciaux et technologiques intéressants que comporterait toute cette activité, il y a aussi les répercussions positives qui peuvent découler d'une réelle concertation «à la japonaise», entre partenaires des milieux industriel, universitaire, gouvernemental et paragouvernemental.

M. Christian Roy, ingénieur chimique, est diplômé de l'Université de Sherbrooke (Ph.D. 1981). Il occupe un poste de professeur agrégé au Département de génie chimique de l'Université Laval à Québec, et de professeur associé au Département de génie chimique à l'Université de Sherbrooke. Il est également chercheur-boursier universitaire du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada.

Until now, used tires were an unrecyclable commodity except for such marginal purposes as retreading or dock bumpers. Just one end awaited them — incineration. Even this solution encountered the problem of controlling toxic gas emissions resulting from the byproducts of combustion in conventional incinerators.

In Canada some 21 million tires are discarded annually. In our industrialized world this creates an environmental problem that is becoming progressively worse, and environmental protection groups are increasing their pressure tactics. But from now on technology will allow us to resolve this problem. Used tires are made of rubber, oil and hydrocarbons. Petro Lysis International Inc., an affiliate of Petro-Sun Inc., has invented a used-tire recycling process which transforms used tires into pyrolytic oils, coal and gas. From these elements vacuum pyrolysis can produce products like heating oil and high-octane compounds, which we may eventually be able to substitute for the lead in gasoline.

A pilot plant for recycling used tires has just started up as a result of collaboration between industry, universities, the federal government and the Quebec government. This plant, the first of its kind in the world, aims to test vacuum pyrolysis technology at the pilot level. The projected process has several advantages. First, it allows us to transform waste products into products that are entirely reusable or recyclable. Besides providing work for existing companies, this project will help us get companies going, create employment and stimulate the economy by using a resource neglected until now. And, if we can get this process going, we will be able to control one more of the numerous environmental problems our society must face.

This article is also available in English.

MICROPROBE FOCUSES IN

Metals, minerals and other solid materials cannot hide their secrets from the electron probe X-ray microanalyzer

by Rod Packwood and Primrose Ketchum

In an age of rapid obsolescence, it is somewhat surprising that the electron probe X-ray microanalyzer, or microprobe, first built almost 40 years ago, is still around. However, continuous development of the instrument, and new techniques and applications have maintained its viability. Scientists at CANMET's Physical Metallurgy Research Laboratories have found that the microprobe is still the most appropriate instrument for routine analysis of minerals, metals and other solid materials.

For example, a modern automated microprobe can analyze approximately eight elements per minute in mineral specimens, with a relative accuracy of a fraction of a weight per cent. The instrument can also measure trace amounts down to about 50 to 100 parts per million.

The microprobe uses a narrow beam of electrons to excite X rays from a sample, much like the electron beam in a television tube excites a glowing spot (and incidentally X rays) to produce the image we see. Special spectrometers

measure the wavelengths and count the numbers of all X rays emitted. This information is used to identify and compute the concentrations of elements present in the sample. The sample volume analyzed may be less than one billionth of a cubic millimetre in size. That may sound small, but there are now other instruments that can analyze samples almost another billion times smaller, often by methods derived from the basic idea behind the microprobe — a focused beam of atomic or subatomic particles is used to generate a signal from a submicroscopic volume or surface area. (Science now has several 'ultimate' instruments able to see and analyze atoms one at a time.)

So why bother with the old-fashioned microprobe? Because no one single instrument will do everything 'best'. They all have their strengths and weaknesses, but the microprobe still averages out as one of the most useful.

Early in the development of the microprobe, researchers realized that although point analyses served a purpose, in many circumstances line scans for the elements they were searching for would be even better. For example, Figure 1 shows a series of measurements derived from line scans of a complex plasma-deposited coating used to protect a steel specimen from corrosion. The X-ray count variations versus electron beam position or distance are shown for chromium, silicon and aluminum and are roughly proportional to their concentrations. (The electron beam scan line on the specimen was about 250 microns long. Running the chart recorder 25 cm in the same time interval magnified the line 1000 times.)

The next step repeated the line scans in a horizontal direction while shifting their vertical position a small amount between scans — again just like on a television screen except that the specimen surface area could be as tiny as 0.01 mm^2 . The X-ray and other electronic signals generated in the specimen are used to control brightness as a function of position on a monitor. The screen shows a magnified image created by the signals.



Dr. Rod Packwood and Mrs. Vera Moore run the microprobe laboratory in CANMET's Physical Metallurgy Research Laboratories. The corrosion studies are in cooperation with Drs. J. Gilmour, A. Lui and S. Sastri from the Corrosion Section. Catherine Parker, a Carleton University engineering summer student, helped with the soft X ray work.

Primrose Ketchum is editor of GEOS.

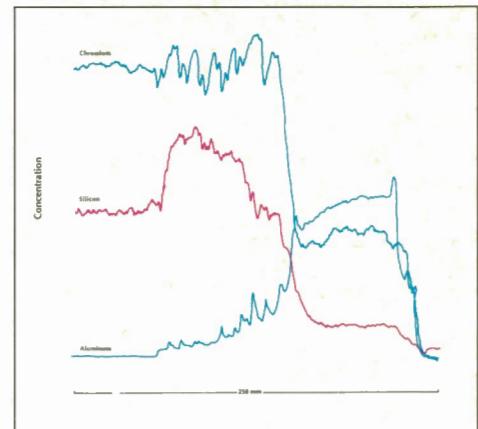


Figure 1 Line-scan measurements taken from a complex plasma-deposited coating used to protect a steel specimen from corrosion. Photo shows cross section of area analyzed ($\times 350$)

Mesures prises par balayage linéaire d'un enduit par plasma complexe servant à protéger un échantillon d'acier contre la corrosion. La photo montre une coupe transversale de la section analysée ($\times 350$).

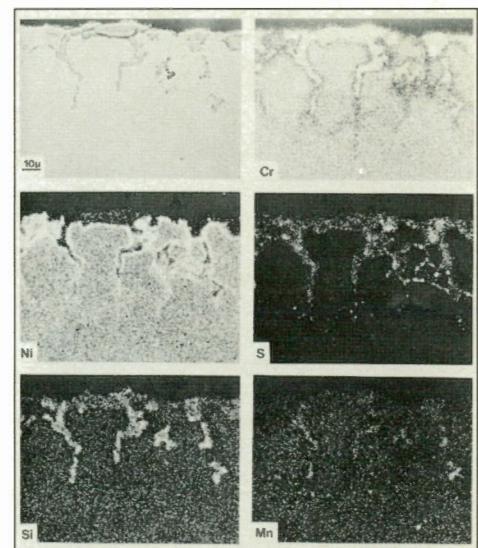


Figure 2 X-ray maps of distributions of various elements found in a cross-section of a corroded metal pipe. The high concentration of chromium near the top surface shows chromium trying to react with oxygen in the corrosive atmosphere. As it reacts, it will seal much of the surface and thus protect the metal underneath

Cartes radiographiques illustrant la distribution de divers éléments trouvés dans une coupe transversale d'un tuyau de métal corrodé. Près de la surface, une forte concentration de chrome tente de réagir avec l'oxygène dans un milieu propice à la corrosion. En réagissant, le chrome et l'oxygène scelleront en grande partie la surface et protégeront le métal qui se trouve sous celle-ci.

Figure 2 shows the distribution of elements found in a badly corroded test sample from a small fluidized bed combustor. Each dot of light represents an X ray emitted by the chromium, nickel, sulphur, silicon and manganese present in the specimen. A secondary electron image is produced by displaying the so-called secondary electron intensity, which has been generated by the incident or primary electron beam. There are so many secondaries that individual light dots are no longer distinguishable.

Using a very low electron energy, CANMET scientists can do somewhat more subtle testing and use the instrument to look at very thin surface deposits. These deposits may be found on surfaces protected by corrosion inhibitors such as phosphate, chromate or, more rarely, molybdate or tungstate solutions.

A portion of the X-ray spectrum detected from a steel specimen exposed to an abrasive-corrosive environment is shown in Figure 3. Surface corrosion was inhibited by adding a small amount of tungstate solution to the surrounding medium. The large peak in the graph represents the signal from pure tungsten, the small peak underneath indicates tungstate ions (WO_4^{2-}) on the steel's surface, where they are guarding the surface from damage. Calculations show that the earliest detectable tungsten signal could come from less than a single layer of tungstate molecules on the surface.

In another application of low electron energy, we show similar spectra, this time for the iron ($\text{Fe}-\text{L}_{\alpha,\beta}$) X rays emitted by iron metal, iron sulphide and iron oxide (Fig. 4). The exact position of the main peak depends on the compound emitting the X rays. This is useful to know if the material to be analyzed is a mixture such as a catalyst or a corrosion product.

La microsonde à rayons X excite l'émission de rayons X d'un échantillon au moyen d'un minuscule faisceau d'électrons, tout comme le faisceau d'électrons d'un tube cathodique excite un point lumineux de manière à produire l'image qui apparaît à l'écran de télévision. Des spectromètres spéciaux comptent le nombre de rayons X émis et en mesurent la longueur d'onde. Cette information sert à identifier et à évaluer les concentrations d'éléments présents dans l'échantillon analysé.

Cet article est aussi disponible en français.

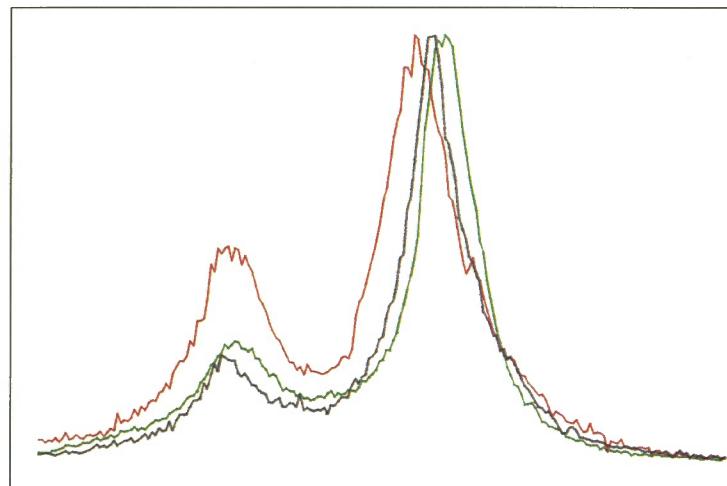


Figure 4 Soft X-ray spectrum generated by low-energy electrons. Graph shows iron X rays emitted by iron metal, iron sulphide and iron oxide

Spectre de rayons X mous générés par des électrons à faible énergie. Le graphique représente des rayons X émis par du fer, du sulfure de fer et de l'oxyde de fer.

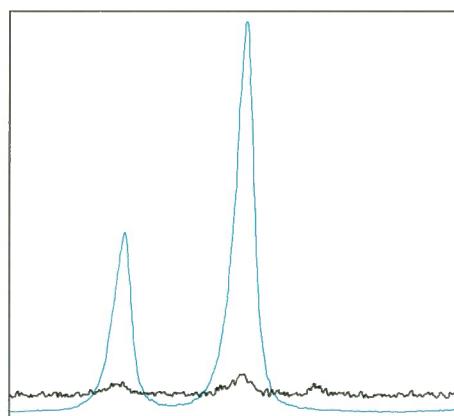
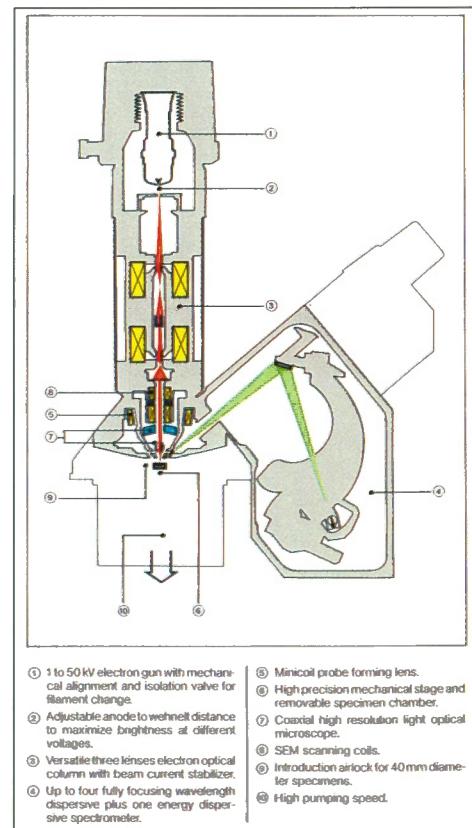
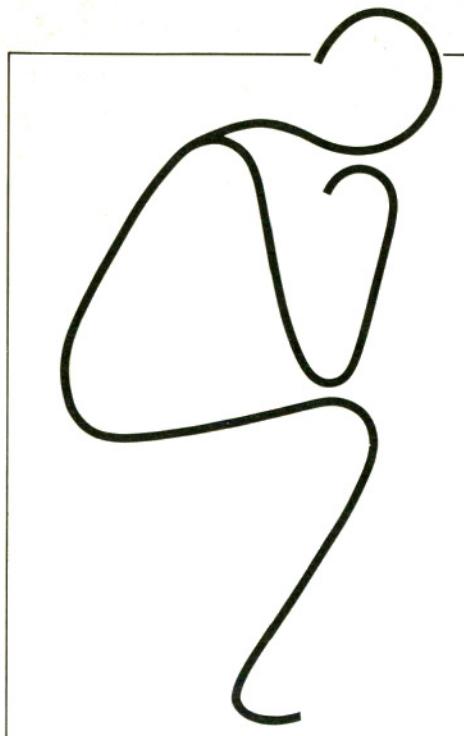


Figure 3 Part of the X-ray spectrum detected from a steel specimen exposed to an abrasive-corrosive environment. A tungstate solution was added to inhibit corrosion

Portions du spectre de rayons X décelées dans un échantillon d'acier, exposé à un environnement d'abrasion et de corrosion. Une solution de tungstate a été ajoutée de manière à empêcher la corrosion de l'échantillon.



- ① 1 to 50 kV electron gun with mechanical alignment and isolation valve for filament change.
- ② Adjustable anode to wehnelt distance to maximize brightness at different voltages.
- ③ Versatile three lenses electron optical column with beam current stabilizer.
- ④ Up to four fully focusing wavelength dispersive plus one energy dispersive spectrometer.
- ⑤ Minicoil probe forming lens.
- ⑥ High precision mechanical stage and removable specimen chamber.
- ⑦ Coaxial high resolution light optical microscope.
- ⑧ SEM scanning coils.
- ⑨ Introduction airlock for 40 mm diameter specimens.
- ⑩ High pumping speed.



"Nothing is new except arrangement."
- Will Durant, American philosopher

by W. Dallas Gordon and
Primrose Ketchum

Scientists and researchers in literally hundreds of federal government laboratories are making new 'arrangements' at the rate of almost one a day. What happens to these innovations? Most of them are reported in accordance with the provisions of the Public Servants Inventions Act and are sent to Canadian Patents and Development Limited (CPDL).

CPDL is the federal Crown corporation established to protect, market and exploit Crown-owned technology, devices and processes that come from government sources or are acquired by separate agreements from universities or other institutions.

When a researcher creates or discovers something new, he should report his invention quickly or keep very quiet. CPDL can help protect the proprietary rights to innovations by moving the paperwork quickly after an invention is reported. A search and assessment can be conducted in as little as 90 days. CPDL checks patents for similar inventions, in Canada and abroad, decides if the

W. Dallas Gordon is Acting President and Chief Executive Officer of Canadian Patents and Development Limited.

Primrose Ketchum is editor of GEOS.

Innovation Promotion — Inventions for Industry

CANADIAN PATENTS AND DEVELOPMENT LIMITED

An invention, says the Public Servant Inventions Act of 1953-54, is "any new and useful art, process, machine, manufacture or composition of matter, or any new and useful improvement in any art, process, machine, manufacture or composition of matter."

invention is truly something new, and considers whether it can be licensed, is worth development and should be controlled to prevent piracy and unauthorized spin-offs — which all reduces down to a decision as to whether or not an invention has any commercial potential.

CPDL is wise in the ways of patenting new technology. When established in 1947 its main role was to protect and market Crown-owned inventions developed during World War II. In 1948 it began administering innovations arising from universities, provincial research institutes and other nonprofit organizations. Since then, patent officers at CPDL have spent almost 40 years studying, assessing and protecting inventions. Their offices in downtown Ottawa are lined with shelves full of publications containing information on patents, registered copyrights, trademarks and industrial designs. They have material at their fingertips and they know what they are doing.

The Public Servant Inventions Act states that every public servant who invents something must do three things: inform the appropriate minister and provide documents and information regarding the innovation; if filing a patent application, file in Canada and not file outside Canada without the minister's consent; and disclose in any application for patent that the inventor is a public servant. The minister must determine whether the rights to the invention belong to the Crown or to the individual. Ownership of

an invention is determined by finding out if the researcher made the discovery while acting within the scope of his duties or employment, or with facilities, equipment or financial aid provided by, or on behalf of, the federal government. Failure to disclose any invention, whether owned by the Crown or by the individual, can result in a fine of \$500 or six months imprisonment, or both.

On the other hand, inventors whose 'better mousetraps' have reached commercial acceptance can look forward to receiving annual awards of up to 15 per cent of the gross yearly payments made to CPDL for the commercial use of an invention — if approved by the minister. Also, the minister may pay a public servant an award for government use of an invention even though it has been determined to be owned by the government. Without Treasury Board authority, the award can be as much as \$5000 at any one time.

Pre-Project Patent Searches

CPDL can help scientists and researchers avoid dead ends, duplications and useless paths in their research. By thoroughly searching through patent records before a project gets under way, CPDL can provide useful information that may show where other similar projects have stumbled or gone astray. The information CPDL provides can also indicate that others are successfully pursuing parallel lines of innovation.

Pre-project patent searches are a free service of CPDL. Chief Executive Officer

W. Dallas Gordon wants to encourage laboratory and research facility managers in the Public Service to request and use this service. Having all the latest patent information in the area of proposed research could save a lot of time and effort and avoid the waste of precious research funds.

Perhaps the concept is catching on. Only 10 pre-project searches were requested in 1983. In 1985, CPDL responded to 35 requests — and to 36 in 1986. Considering the number of new projects started each year, this number is very small.

As a research-oriented department, Energy, Mines and Resources frequently asks CPDL to assess and patent many important, basic inventions and innovations. For example, Gordon M. Ritcey and En Wei Wong obtained patents for their process Mixed Extractant for Copper Recovery. Description of the invention is quite concise: 'A novel solvent extractant mixture has been formulated to remove the copper from spent aqueous ammoniacal etch solutions. The mixture removes over 99 per cent of the copper and leaves an etch solution ready for recycle. The loaded mixture is easily treated to recover the copper and the solvent for recycle.'

J.W. Zajic and D.F. Gerson invented a new microbiological process for the preparation of extraction agents from existing and recently isolated strains of bacteria. They patented the process through CPDL, as did T.D. Brown, E.R. Mitchell and B.C. Post, who invented the Blue-Flame Burner, a high-efficiency burner assembly which produces a soot-free blue flame for residential hot-air furnaces.

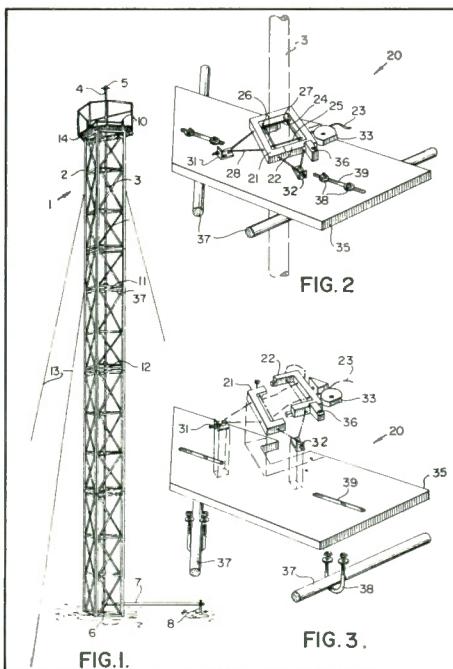
Instruments invented at EMR, and patented through CPDL, include R.J. Cunningham, J. Ng-Yelim and A.V. Grant's Stereographic and Gnomonic Projector, a device which produces illuminated stereographic and gnomonic projections of any orientation, as well as the DC Susceptibility Meter, invented by H. Gross and D. Symons, which is a compact and inexpensive device for measuring rock susceptibility using direct current.

Over the years CPDL has obtained a number of patents for EMR that have been of considerable commercial significance. It is also very much in the technology transfer business. GEOS Vol. 15 No. 4, Fall 1986, published an article on a solar 'light pipe' system, which illuminates the interior of an office building in North York, Ontario with sunlight collected on the roof and channeled indoors. CPDL played an important role in obtaining the patents and licensing TIR Systems Limited to design and market the prism light guide system.



The Barringer GM-102 proton precession magnetometer, the first commercial portable ground prospecting instrument to utilize the Serson patent for a direct digital readout of the total intensity of the earth's magnetic field. Dr. P. Serson, a former EMR scientist holds the patent.

Le magnétomètre à précession de protons Barringer-GM 102 est le premier instrument de prospection terrestre portatif et de qualité commerciale qui utilise le brevet Serson aux fins de l'affichage numérique direct de l'intensité totale du champ magnétique terrestre. M. P. Serson, qui a déjà travaillé à EMR en qualité de scientifique, détient le brevet.



Detailed patent drawings for a Survey Instrument Tower, Canadian Patent No. 960428, granted to EMR's Alfred F. Lambert in 1975.

Dessins détaillés du brevet (n° 960428) remis à M. Alfred F. Lambert, en 1975, employé à EMR, pour une tour conçue afin de supporter des instruments d'arpentage.

Les brevets protègent les droits de propriété sur les inventions. La Société canadienne de brevets et d'exploitation Limitée (SCBEL) est une société d'État chargée de protéger, de commercialiser et d'exploiter les inventions appartenant à l'État, c'est-à-dire les techniques, les dispositifs et les procédés issus d'organismes gouvernementaux, ou acquis d'universités ou d'autres établissements en vertu d'ententes distinctes.

Dans la *Loi sur les inventions des fonctionnaires de 1953-1954*, une invention est définie comme étant «toute réalisation, tout procédé, toute machine, fabrication ou composition de matières, ou tout perfectionnement quelconque de l'un des susdits, présentant le caractère de la nouveauté et de l'utilité».

La SCBEL peut aider à protéger les droits de propriété sur des innovations en agissant rapidement après qu'une invention soit signalée. La SCBEL vérifie si des brevets ont été décernés, au Canada ou à l'étranger, à l'égard d'inventions semblables à celle qui lui est soumise, décide si l'invention en cause est vraiment une nouveauté, et se demande si elle peut être brevetée, si elle vaut la peine d'être mise au point et si son utilisation devrait être contrôlée afin de prévenir les actes de piratage et les bénéfices non autorisés.

Cet article est aussi disponible en français.



The objective of the Department of Energy, Mines and Resources (EMR) is to enhance the discovery, development and use of the country's mineral and energy resources and broaden our knowledge of Canada's landmass for the benefit of all Canadians. To attain this objective the department devises and fosters national policies based on research and data collection in the earth, mineral and metal sciences, and on social and economic analyses.

Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (EMR) a pour objectif d'accroître la découverte, la mise en valeur et l'utilisation des ressources minérales et énergétiques canadiennes. Il se propose également d'étendre nos connaissances relatives à la masse continentale du Canada, au bénéfice de tous les Canadiens. Pour réaliser cet objectif, le Ministère conçoit et favorise des politiques nationales fondées sur la recherche et la compilation de données dans le domaine des sciences de la Terre, des minéraux et des métaux, de même que sur des analyses sociales et économiques.
