

1076192 - 1076196



# GEOS

Vol. 19 No. 2 Spring 1990 / Vol. 19 n° 2 Printemps 1990

This document was produced by scanning the original publication. Ce document est le produit d'une numérisation par balayage de la publication originale.

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



**THE ENERGY OF OUR RESOURCES - THE POWER OF OUR IDEAS**

**L'ÉNERGIE DE NOS RESSOURCES - NOTRE FORCE CRÉATRICE**



# GEOS

**A quarterly about the earth's resources**

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

Vol. 19 No. 2 Spring 1990  
Vol. 19 n° 2 Printemps 1990

GEOS is published quarterly by Energy, Mines and Resources Canada Minister, the Hon. Jake Epp Deputy Minister, Bruce Howe

GEOS est une publication trimestrielle d'Énergie, Mines et Ressources Canada. L'Hon. Jake Epp, ministre M. Bruce Howe, sous-ministre

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

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

**Editor**  
**Rédactrice en chef**  
Primrose Ketchum

**Assistant Editors**  
**Rédacteurs adjoints**  
Carrie Wilson  
Pierre Corbeil

**Graphics**  
**Présentation graphique**  
Carisse Graphic Design Ltd.

GEOS is distributed without charge on request.  
Distribution, GEOS, Energy, Mines and Resources, 580 Booth Street, Ottawa, Ontario K1A 0E4.

Indexed in the Canadian Periodical Index.

Indexed in the Canadian Magazine Index and available on-line in the Canadian Business & Current Affairs Database.

GEOS est distribué gratuitement sur demande.

Centre de diffusion, GEOS, Énergie, Mines et Ressources Canada, 580, rue Booth, OTTAWA (Ontario) K1A 0E4

Cité dans l'Index des périodiques canadiens.

Répertorié dans le Canadian Magazine Index et disponible en direct dans la banque de données Canadian Business and Current Affairs.

**ISSN 0374-3268**



Energy, Mines and  
Resources Canada

Énergie, Mines et  
Ressources Canada

- 1 Remote Sensing Techniques Monitor Global Change/  
La télédétection et l'étude de la transformation du globe 1076192  
by/par Robert Ryerson and/et Josef Cihlar, Applications Division, CCRS/ Division des applications, CCT
- 7 Remote Sensing Information: How and Why CCRS Developed an Online Database/  
Les documents sur la télédétection : un historique de la base de données d'accès direct  
by/par Brian D. McGurrian, Coordinator for Information Services, CCRS/ Coordonnateur  
du Service d'information, CCT 1076193
- 12 Satellites Monitor Global Vegetation Condition/  
Des satellites surveillent l'état de la végétation à l'échelle du globe 1076194  
by/par Ronald J. Brown, Applications Division, CCRS/ Division des applications, CCT;  
William C. Best, Manitoba Remote Sensing Centre/Centre manitobain de télédétection;  
and/et Graham Walker, Canadian Wheat Board/Commission canadienne du blé.
- 17 Remote Sensing and GIS — Together at Last/  
Un heureux mariage — la télédétection et les SIG 1076195  
by/par Michael Manore, Applications Division, CCRS/ Division des applications, CCT
- 23 ERS-1 Points the Way for RADARSAT/  
Le satellite ERS-1 : un modèle pour RADARSAT 1076196  
by/par Nigel Denyer, Julius Princz and/et Tom Feehan, CCRS/CCT, and/et Primrose  
Ketchum

Cover. Satellite receiving antenna

Couverture : Antenne réceptrice de données satellites

# Remote Sensing Techniques Monitor Global Change

by Robert Ryerson and Josef Cihlar

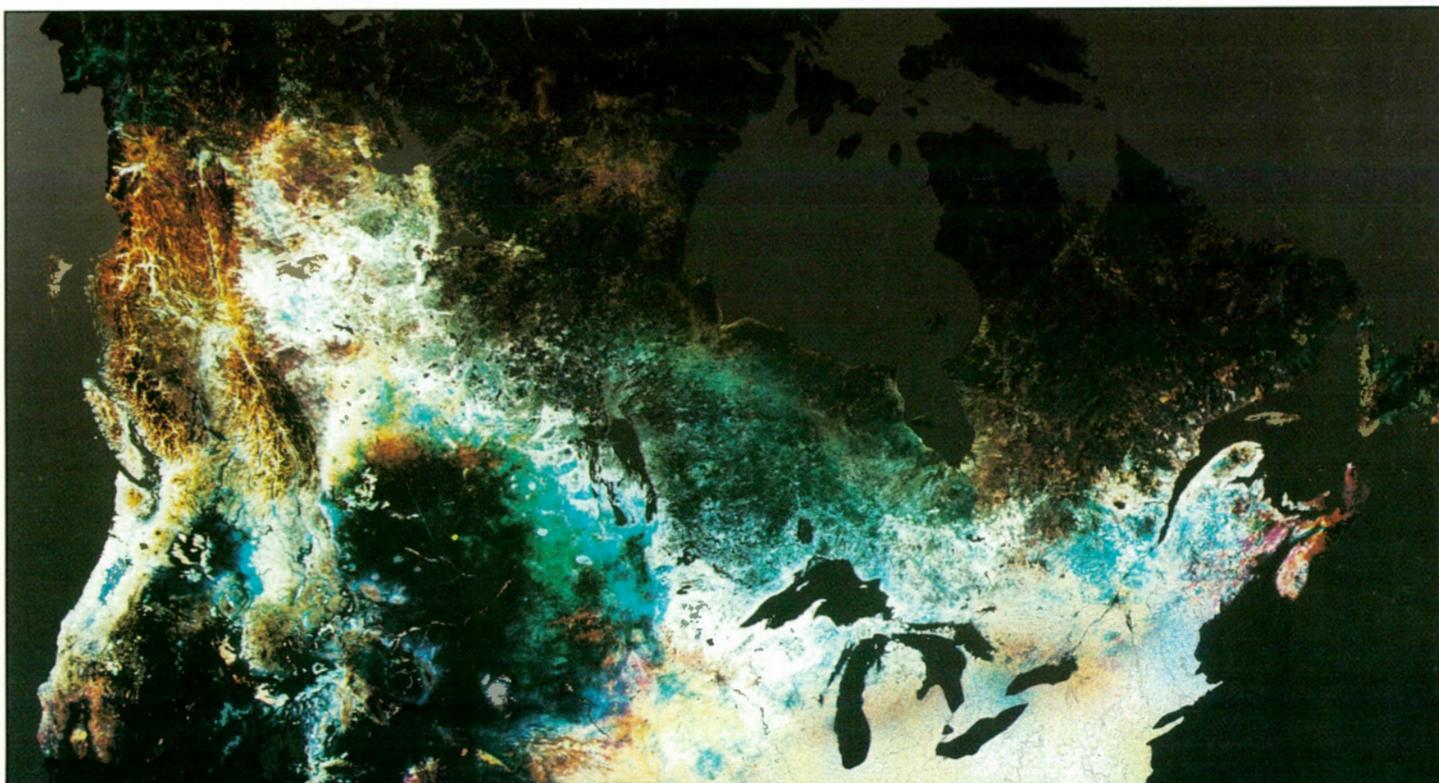
We exist on the most complex planet in our solar system. Living beings and vast quantities of liquid water dominate it in a manner unknown elsewhere. Monitoring change in this complex environment is obviously a difficult and challenging task. The task is difficult in Canada which is, by virtue of its diverse geography and immense size, directly involved in the whole phenomenon of global change.

Not only is Canada large and complex, but important interrelations exist between its environment and those at the hemispheric and global levels. For example, there is significant regional net heat loss to space at northern latitudes with heat being replaced by transfers from southern

latitudes. Sensitive interactions occur between ocean currents, polar and temperate air masses and regional climate. Certain Canadian ecosystems, such as the boreal forest, cold water marine environments and agricultural areas affected by man, are important in their own right at the global scale.

Scientists have suggested that warming trends in the world's climate will have profound and varying effects on Canada. Current models predict possible regional increases in temperature and reduced water available to plants. Thus, we may see a lowering of agricultural potential in

*CCRS image of Canada.*



## La télédétection et l'étude de la transformation du globe

par Robert Ryerson et Josef Cihlar

Nous vivons sur la planète la plus complexe du système solaire. À notre connaissance, nul autre monde n'est dominé de la même manière par des êtres vivants et une quantité aussi énorme d'eau. Surveiller les changements qui se

produisent dans un milieu si compliqué n'est pas, de toute évidence, une simple affaire. Cette tâche est difficile au Canada puisque, de par la diversité de sa géographie et l'immensité de son territoire, il participe directement au phénomène de la transformation du globe.

Non seulement le Canada est-il un pays vaste et complexe, mais il existe d'importants liens entre les phénomènes naturels observés à l'intérieur de ses frontières et ceux qui se produisent à l'échelle de l'hémisphère ou du monde entier. Par exemple, on note dans la partie nord de notre hémisphère d'importantes pertes régionales nettes de chaleur vers l'espace, compensées par des transferts de chaleur venant des latitudes plus au sud. Il existe aussi des liens plutôt fragiles entre les courants océaniques, les masses d'air polaire et tempéré et le climat d'une région donnée. Certains écosystèmes du Canada, comme la forêt

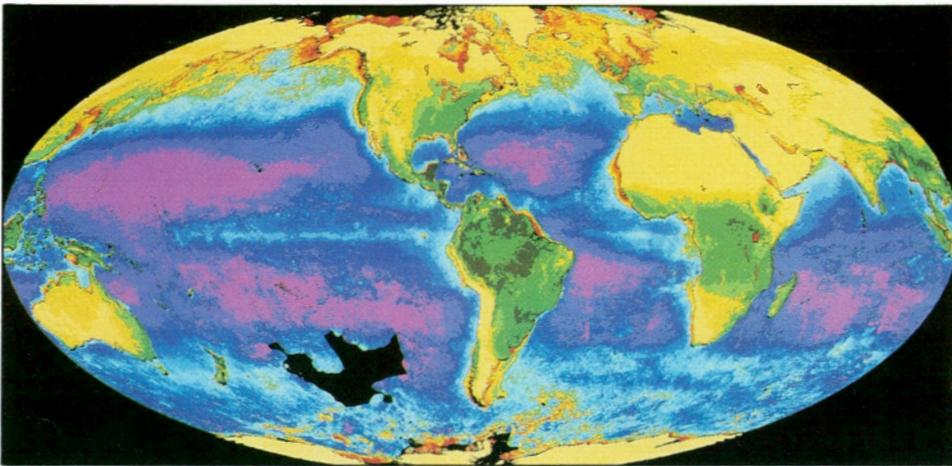
*Image du Canada obtenue par la CCT.*

boréale, les milieux marins en eau froide et les régions agricoles qui ont été marquées par l'activité humaine, revêtent une importance particulière à l'échelle du globe.

Des scientifiques ont suggéré que la tendance au réchauffement du climat de la planète se fera sentir de différentes façons au Canada. D'après les modèles qui existent actuellement, la température pourrait augmenter dans certaines régions et il pourrait y avoir moins d'eau pour la végétation. Par conséquent, le potentiel agricole d'une bonne partie du sud des prairies pourrait être réduit. En revanche, les températures pourraient bien augmenter dans le nord des prairies, où il fait actuellement trop froid pour la plupart des cultures. Dans le nord, toutefois, ce sont les caractéristiques du sol qui pourraient limiter la production.

much of the southern prairies. Northern prairies, presently too cold for most crops, may become warmer. In the north, soil conditions could well become the limiting factor for crop production. Sea level rise, due to thermal expansion of water and possible melting of ice caps, would cause a disruption on the coasts, particularly in inhabited areas. Central Canada's recreational and agricultural land could undergo significant changes, likely becoming warmer, drier and less productive. The mountainous forests would also become drier, more subject to forest fires and less productive, while all forests could see significant changes in their species composition.

*Global biosphere. Image produced by NASA*



*Biosphère du Globe. Image produite par la NASA.*

L'expansion thermique de l'eau et la fonte possible des calottes glaciaires produiraient une élévation du niveau de la mer, causant des perturbations le long des côtes et particulièrement dans les régions habitées. Les zones récréatives et agricoles du Centre du Canada pourraient elles aussi subir d'importants changements, devenant probablement plus chaudes, plus sèches et moins productives. Les forêts en montagne deviendraient également plus sèches et donc plus vulnérables aux feux de forêt et moins productives. Par ailleurs, des changements considérables pourraient se manifester dans la variété des espèces au sein de toutes les forêts.

Comme on l'a fait remarquer dans un numéro antérieur de GEOS (été 1989), de pareilles transformations ont marqué l'histoire de la Terre depuis le début. Nous le savons parce qu'elles ont laissé leurs empreintes dans le tissu géologique de notre planète. La tâche difficile qui nous attend maintenant est d'observer les changements qui se produisent actuellement, et de comprendre en quoi ils diffèrent de ceux qui se sont manifestés dans le passé. Les chercheurs croient que

As noted in a previous issue of GEOS (Summer 1989), such global changes have been a feature of Earth's history throughout time. They are documented in the geological record. The problem now facing mankind is monitoring and understanding current global change as different from that in the past.

Researchers believe that current changes are being driven as much by the actions of man as by natural forces. The human species has become a strong agent of environmental change, with an impact comparable to that of natural forces. And these changes are not happening in a geological time scale, but over a period of a human generation or two.

Of major concern under the general topic of global change are those changes and

les changements actuels sont attribuables autant à l'activité humaine qu'aux forces de la nature. L'homme exerce maintenant une forte influence sur son milieu, comparable à celle des phénomènes naturels... et les changements qui en résultent ne s'opèrent pas sur des milliers ou des millions d'années, mais en l'espace d'une ou deux générations humaines.

Lorsqu'on parle de transformation du globe, les problèmes qui retiennent le plus l'attention sont la modification du climat, la réduction de la couche d'ozone, la destruction des forêts tropicales humides et les pluies acides. À l'occasion d'un colloque sur la transformation du globe et la technologie des satellites qui s'est tenu récemment à EMR, M. Gerald Soffen de la NASA a surnommé ces phénomènes « les quatre cavaliers de l'Apocalypse ».

#### **Le rôle de la télédétection**

L'une des principales questions est donc de savoir comment mesurer les changements qui sont en cours. Le Canada utilise la télédétection depuis des dizaines d'années pour surveiller l'état de l'environnement, aussi les spécialistes ont-ils vite fait de conclure que cette technique pouvait nous fournir au moins certaines réponses.

effects associated with climate, depletion of the ozone layer, destruction of the rain forests and acid rain. In a recent seminar at EMR on Global Change and Satellite Technology, NASA's Dr. Gerald Soffen referred to these as the 'four horsemen of the apocalypse.'

#### **Role for Remote Sensing**

A central question then is how to measure the changes that are occurring. In Canada, decades of experience with using remote sensing for environmental monitoring lead to the obvious conclusion that this technology can provide at least some of the answers.

Remote sensing is the collection of resource information through the use of images acquired by aircraft or satellites. Applications of such imagery have been featured in previous GEOS articles.

Canada's activities in remote sensing predate the launch of the U.S. LANDSAT 1, the world's first earth resources satellite in 1972. The country's huge size, small population and need for maps and cost-

*SPOT high-resolution image of Orleans, Ontario, shows roads and urban development.*



*Image de haute résolution d'Orléans, en Ontario, montrant les routes et le développement urbain, obtenue par le satellite SPOT.*

On entend par « télédétection » la cueillette d'informations sur les ressources par l'utilisation d'images prises à bord d'avions ou de satellites. Différentes applications de ces images ont déjà fait l'objet d'articles publiés dans des numéros antérieurs de GEOS.

Le Canada a commencé à oeuvrer dans le domaine de la télédétection avant même que les États-Unis ne lancent en 1972 le tout premier satellite de ressources terrestres, LANDSAT 1. L'immensité du territoire, le petit nombre d'habitants, le besoin de dresser des cartes et d'élaborer des méthodes rentables pour recueillir de l'information sur les ressources avaient amené le Canada à s'intéresser très tôt à ces nouvelles techniques et à les utiliser à partir d'avions et de satellites. Cette

effective methods to collect resource information resulted in an early start in developing and applying this technology from both aircraft and satellites. This early beginning, combined with continuing excellence in research and the low-cost industrial application of that research, have resulted in a level of technology that is well suited to the problem of monitoring on a global scale.

Canada has developed an enviable reputation for cost-effective application of

spaceborne imagery to monitoring and management of natural resources. Our methods are useful around the world wherever cost-effective large-area natural resource mapping and monitoring are required

#### Parameters of Change

Two basic types of parameters may be monitored by remote sensors: those that are direct measures of change, such as an increase in Earth's surface temperature;

and those that are indirect. Indirect parameters are those known to be associated with change such as vegetation condition, the extent of snow and glaciers, the size of lakes and other water bodies and the date of freeze-up or thaw of ice on lakes and rivers. Other changes of interest include relative size, extent and type of irrigated land, melting of permafrost and decrease in the extent of wetlands.

Moving beyond Canada, other important parameters include changes in the Amazon rain forest, depletion of the ozone layer, desertification in Africa, destruction of coral reefs in the Pacific and changes in Europe and Asia similar to those noted for Canada.

#### The Canadian Remote Sensing and Global Change Program

The Canada Centre for Remote Sensing (CCRS), part of Energy, Mines and Resources Canada, has been involved in global monitoring activities that have focused on Canada's vegetation and the cryosphere, or frozen environments. Such features are particularly significant to Canada, amenable to study with remote sensing and important in the global context.

*High-resolution thematic mapper image shows forest clearcuts in B.C.*

*Image de carteur thématique de haute résolution montrant des coupes à blanc des forêts de C.-B.*

Asie qui ressemblent à ceux mentionnés ci-dessus dans le cas du Canada.

#### Le Programme canadien de télédétection et de changement à l'échelle du globe

Les activités d'observation à l'échelle du globe, auxquelles le Centre canadien de télédétection (CCT) d'Énergie, Mines et Ressources participe actuellement, concernent principalement la cryosphère, c'est-à-dire les milieux gelés, et la végétation. Ces domaines revêtent une importance particulière pour le Canada, se prêtent bien à des études de télédétection et occupent aussi une place importante sur le plan mondial.

Deux projets canadiens dirigés par des scientifiques du CCT ont été retenus de façon préliminaire, à titre d'expériences axées sur les ressources, dans le cadre du programme EOS (Earth Observing Satellite) ou satellite d'observation de la Terre) mis sur pied par la National Aeronautics and Space Administration des États-Unis (NASA). Ce programme, dont la planification s'achève maintenant, a principalement pour but de permettre la mise au point et l'utilisation de capteurs spatiaux et d'appuyer les activités de recherche au sol, le tout afin que les



longue expérience, l'excellence des activités de recherche et l'utilisation économique du fruit de ces recherches dans l'industrie ont permis au pays d'atteindre le niveau de compétence technique voulu pour pouvoir exercer une surveillance à l'échelle du globe.

Le Canada est passé maître dans l'art d'utiliser de manière rentable des images de télédétection spatiale à des fins de surveillance et de gestion des ressources naturelles, et jouit d'ailleurs d'une réputation enviable à cet égard. Nos méthodes peuvent être appliquées dans n'importe quelle partie du monde où l'on cherche à cartographier et à surveiller de façon économique des ressources naturelles réparties sur un vaste territoire.

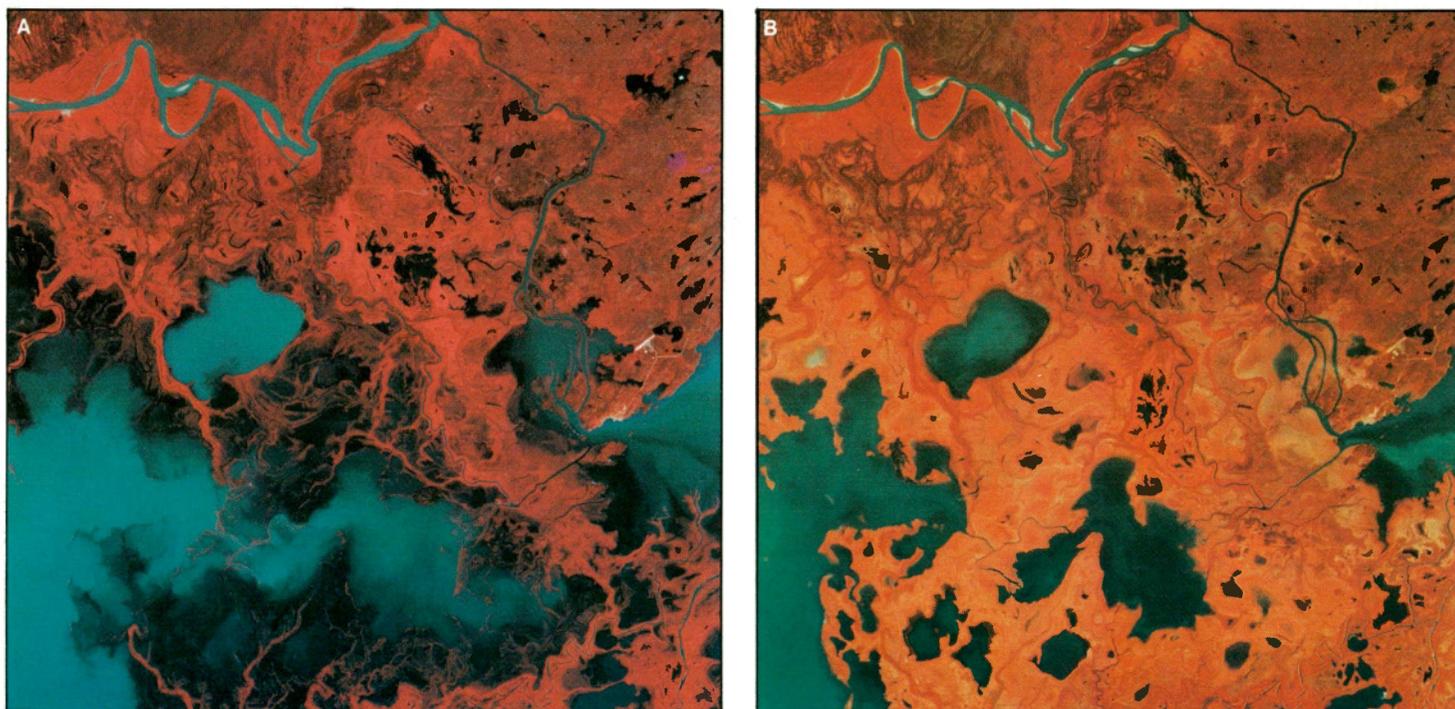
#### Des paramètres significatifs

Les télécapturs peuvent servir à observer deux types de paramètres : d'une part, les

paramètres directs, comme la température de la surface de la Terre, qui constituent une observation directe du changement, et d'autre part, les paramètres indirects, comme l'état de la végétation, l'étendue de la couverture de neige et des glaciers, la taille des lacs et d'autres nappes d'eau et la date de l'englacement ou du déglacement des lacs et des rivières, qui sont associés au changement. On s'intéresse aussi à la taille relative des terres irriguées ainsi qu'à leur étendue et à leur type, au dégel du pergélisol et à l'étendue décroissante des terres humides.

D'autres paramètres revêtent une importance particulière à l'extérieur du Canada, notamment la transformation de la forêt tropicale humide de l'Amazonie, la réduction de la couche d'ozone, la désertification de certaines régions d'Afrique, la destruction des récifs de corail dans l'océan Pacifique et certains phénomènes observés en Europe et en

*Peace-Athabaska delta in northeastern Alberta shows reduction in natural flooding as a result of the Bennett Dam. a — 1974, b — 1981*



*Delta de Peace-Athabaska dans le nord-est de l'Alberta montrant la diminution des inondations naturelles par suite de la construction du barrage Bennett. a — 1974, b — 1981.*

chercheurs puissent observer les plus importants facteurs environnementaux à l'échelle mondiale et les comprendre davantage. Les projets proposés par le Canada, qui portent sur la végétation et sur la cryosphère, sont tous deux de portée nationale et prévoient la participation de scientifiques de partout au pays.

### Les études de la végétation

Les études de la végétation dans lesquelles le Canada jouera un rôle clé visent avant tout à mettre au point des techniques servant à identifier les régions qui subissent des changements, et à quantifier ensuite la nature des changements relevés. L'observation et la modélisation des forêts boréales constituent un volet important de ces études; les scientifiques cherchent ainsi à mieux comprendre comment cet écosystème interagit avec l'atmosphère et comment il

est lié au phénomène de la transformation du globe. À cela s'ajoute l'élaboration de modèles de succession de la végétation fondés sur des changements climatiques connus ou postulés.

Two Canadian projects, headed by CCRS scientists, have been selected as potential resource-oriented experiments for the United States National Aeronautic and Space Administration's (NASA) Earth Observing System (Eos) Program, now in the advanced planning stages. The Eos Program aims mainly to develop and apply spaceborne sensors and supporting ground-based research to monitoring and understanding significant environmental factors on a global basis. Both Canadian Eos application projects, vegetation studies and the cryosphere, are national in

scope and involve scientists from across the country.

scope and involve scientists from across the country.

### Vegetation Studies

A primary goal of the vegetation-related studies in which Canada will play a key role is to develop techniques to identify where change is occurring and then to quantify the nature of change. An important element in this work is monitoring and modelling the boreal forests to better understand this ecosystem's interaction with the atmosphere and relationship to the global

La première étape des travaux proposés consiste à élaborer une méthodologie que les chercheurs pourront suivre pour observer la nature et la répartition de la couverture terrestre du Canada, y compris la dynamique saisonnière et les tendances à long terme des changements qui s'opèrent dans la couverture terrestre. On utilise actuellement les images saisies par le radiomètre perfectionné à très haut pouvoir de résolution (AVHRR) de la National Oceanographic and Atmospheric Administration des États-Unis (NOAA) pour obtenir une première vue d'ensemble et distinguer les régions où il y a eu des changements; des données provenant d'autres capteurs plus perfectionnés encore, assorties d'information recueillie au sol, serviront à évaluer la nature de ces changements.

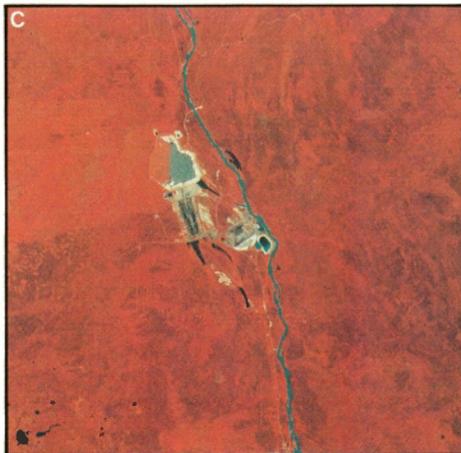
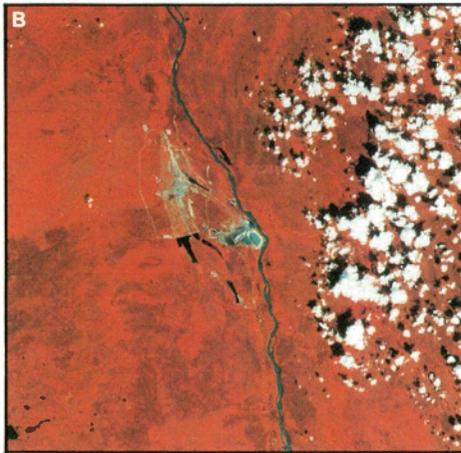
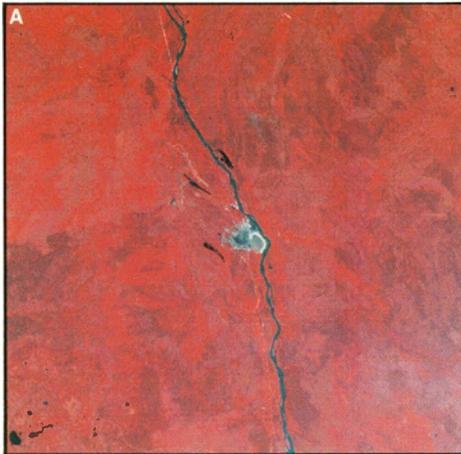
Par exemple, les chercheurs prévoient qu'une augmentation de la température mènerait à une baisse d'humidité dans les forêts et, partant, à une augmentation du

nombre d'incendies de forêt. Les données fournies depuis 1972 par les satellites LANDSAT permettent de déterminer avec précision les dommages causés à chaque année par les incendies de forêt. Advenant un changement considérable de climat, on s'attend à ce que l'effet des incendies de forêt se fasse sentir sur deux plans: il y aura, bien sûr, les ravages causés par les incendies eux-mêmes, mais aussi une accélération des changements sur le plan de la composition floristique et de la succession après les incendies. Ces changements pourraient être décrits à l'échelle locale par des mesures prises au sol ainsi que par des capteurs aéroportés perfectionnés dont la construction est envisagée actuellement.

### Les études de la cryosphère

Il existe dans les régions polaires d'énormes quantités d'eau gelée sous forme de glace de mer et de terre, de glace dans le pergélisol et de neige. La transformation du climat de ces régions pourrait avoir une incidence considérable sur ces « stocks » et, par conséquent, sur les océans et le climat dans le reste du monde.

*Oil extraction from tar sands changed the landscape. a — 1973, b — 1976, c — 1982*



*L'extraction du pétrole contenu dans les sables bitumineux a changé le paysage. a — 1973, b — 1976, c — 1982.*

change process. Related to this is the development of models of vegetation succession based on observed or postulated climate changes.

The first step in the projected work is to develop a methodology for monitoring the nature and distribution of Canada's land cover, including seasonal dynamics and long term trends in changes in land cover. The United States' National Oceanographic and Atmospheric Administration's (NOAA) Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) imagery is being used to provide an initial overview to identify areas of change, while more sophisticated sensors and ground information will be used to assess the nature of change.

For example, researchers anticipate that increased temperature would lead to increased dryness in the forests, thus contributing to more forest fires. Precise estimates of annual forest fire damage can be obtained using LANDSAT data from 1972 to the present. If there is a significant climate change, the impact of forest fires will likely be twofold. There will be the effect of the fire itself and then the hastened change in species composition and succession following the fire. Such changes at the local level could be characterized by ground measurements as well as by advanced airborne sensors now in the planning stages.

La fonte de la neige et de la glace, bien qu'elle prenne de l'énergie, libère de l'eau et permet une plus grande absorption du rayonnement solaire par la surface. En outre, l'atmosphère de la région arctique est plus stratifiée que celle des régions du sud; il s'ensuit que la circulation d'air est moins bonne et qu'une plus grande quantité de chaleur reste emprisonnée près du sol. Pour ces raisons, les changements climatiques sont amplifiés dans les zones polaires. Il est intéressant de souligner qu'au cours de la dernière période glaciaire, la température à la surface de la Terre n'était que de cinq degrés plus basse qu'elle ne l'est actuellement. De toute évidence, même des changements relativement mineurs peuvent exercer une influence profonde sur notre mode de vie, voire sur l'endroit où nous vivons.

Pour pouvoir créer des modèles de l'environnement à l'échelle du globe, les chercheurs doivent obtenir et interpréter des données sur le passé récent et lointain de la cryosphère. Par exemple, les carottes de glace prélevées sur les glaciers et les calottes glaciaires ainsi que les forages pratiqués dans le pergélisol peuvent fournir des données sur une longue période. Pour obtenir de l'information sur les conditions récentes, on utilisera à la fois des données climatiques et la télédétection.

## Cryosphere

The polar regions store vast quantities of water frozen in sea and land ice, permafrost and snow cover. Climate changes would have a significant effect on these storehouses, which would in turn affect the oceans and climate in the rest of the world.

The melting of snow and ice, while using up energy, frees water and allows more solar radiation to be absorbed by the surface. As well, the atmosphere in polar regions is more stratified than in the south, leading to poorer air mixing and more heat being trapped closer to the ground. Hence, climatic change is amplified in the polar regions. It is interesting to note that the world's temperature was only five degrees cooler in the last ice age than it is now. Obviously, relatively minor changes can profoundly affect how and even where we can live.

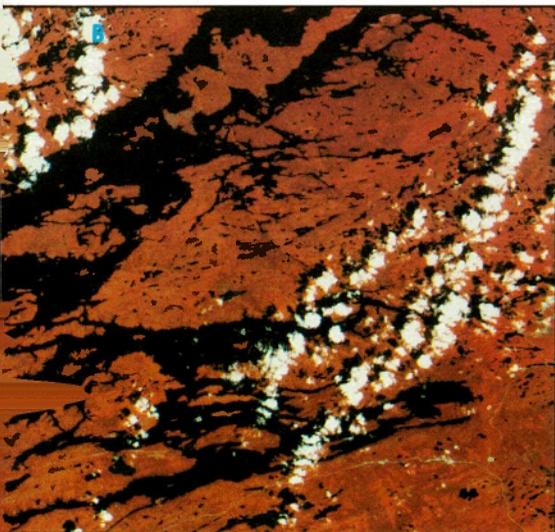
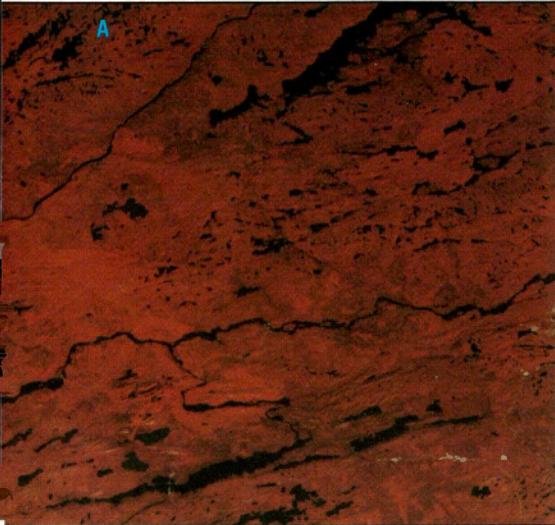
To model the global environment, researchers must obtain and interpret both long and short term records of cryospheric data. Long term records can be derived using ice cores from glaciers and ice caps and boreholes in the permafrost. Short term records will come from a combination of climatic records and remote sensing.

Des chercheurs canadiens mettront au point de nouvelles méthodes de télédétection, forts de leur longue expérience de l'utilisation de capteurs aéroportés et spatiaux pour la surveillance des glaces de mer et de lac. Divers capteurs et systèmes seront utilisés, dont le scanner multibande des LANDSAT et l'AVHRR qui prendront des images de grandes régions et apporteront une dimension historique aux travaux. Des radars à ouverture synthétique, tant aéroportés que spatiaux, permettront de suivre la dynamique et l'étendue des glaces à l'année longue et par tous les temps. On obtiendra ainsi de l'information au sujet de l'étendue et des tendances saisonnières des glaces de mer, de la couverture de neige sur les terres, de la température de la surface de la mer et des dates de gel et de dégel. Ces données, qui peuvent servir à indiquer les tendances de la température, seront utilisées dans des modèles conçus pour évaluer dans un contexte planétaire les changements qui se produisent dans l'Arctique.

## Une science adaptée aux besoins de l'avenir

Les travaux décrits dans les paragraphes précédents sont importants pour le Canada et pour le monde entier. Le Centre canadien de télédétection a été choisi pour aborder ce genre de problèmes à

*The James Bay hydroelectric dam backed up the area's rivers. a — 1978, b — 1979*



*Le barrage hydroélectrique de la Baie James a fait reculer les diverses rivières de la région. a — 1978, b — 1979.*

Canadian researchers will develop remote sensing methods, based on long experience monitoring sea and lake ice with a variety of airborne and spaceborne sensors. The sensors and systems to be used will include the AVHRR and Landsat Multispectral Scanner (MSS) for large area overviews and an historical perspective. Airborne and spaceborne synthetic aperture radars will provide all-weather, year-round monitoring of ice dynamics and extent. The resulting information will describe the extent and seasonal trends of sea ice, snow cover over land, sea surface temperature and dates of freezing and melt which can serve as indicators of temperature trends. Such information will be used in models designed to evaluate changes in our polar regions in terms of the global environment.

#### **Making Science Relevant**

The work described here is important to both Canada and the world. The Canada Centre for Remote Sensing has been chosen to work on such problems after a stiff international competition. However, several challenges remain.

*Josef Cihlar (left) and Robert Ryerson at CCRS headquarters in Ottawa*



*M. Josef Cihlar (à gauche) et M. Robert Ryerson à l'Administration centrale de la CCT, à Ottawa.*

l'issue d'un concours international des plus difficiles. Il reste, toutefois, d'autres sommets à conquérir.

Nous devons mettre en application nos connaissances actuelles et élaborer de nouvelles solutions et techniques lorsque celles que nous possédons déjà laissent à désirer. En particulier, il est essentiel de créer un réseau de bases de données numériques permettant d'établir un lien entre des informations particulières et un endroit précis et ainsi évaluer rapidement des ensembles complexes de données.

Pour mener à bien les travaux relatifs à la transformation du globe, il faudra mettre sur pied des postes de travail en géomatique qui réuniront de façon ingénieuse des techniques d'analyse

We must apply our existing knowledge and develop new approaches and technologies where we find existing ones wanting. In particular, we must develop better tools in terms of networked digital data bases that tie specific information to a specific location for rapid assessment and evaluation of complex data sets.

The work on global change will demand advanced geomatics workstations which ingeniously combine image analysis techniques and geographic information processing tools. Applications of these advanced information technologies will be based on Canada's innovative work and significant industrial capabilities in the area of image analysis systems and geographic information systems.

Such advanced tools will be valuable in the now traditional applications of remote sensing and geographic information system technologies to the day-to-day management of Canada's abundant natural resources. In this manner, research and development addressing global change issues will have short term as well as long term benefits.

---

Dr. Robert A. Ryerson and Dr. Josef Cihlar are scientists in the Applications Division of the Canada Centre for Remote Sensing, a component of EMR's Surveys, Mapping and Remote Sensing Sector.

MM. Robert A. Ryerson et Josef Cihlar sont des scientifiques de la Division des applications du Centre canadien de télédétection, l'une des composantes du Secteur des levés, de la cartographie et de la télédétection d'EMR.

---

d'images et des outils servant à traiter l'information géographique. L'utilisation de ces techniques perfectionnées s'appuiera sur les travaux d'avant-garde qui se déroulent au Canada relativement aux systèmes d'analyse d'images et aux systèmes d'information géographique ainsi que sur les compétences remarquables de l'industrie canadienne dans ces domaines.

Ces nouveaux outils perfectionnés viendront rehausser l'utilité de la télédétection et des systèmes d'information géographique, qui servent maintenant de façon courante à la gestion des abondantes ressources naturelles du Canada. De cette manière, les activités de recherche et de développement qui se rapportent à la transformation du globe auront des retombées à court et à long terme.

# Remote Sensing Information: How and Why CCRS Developed an Online Database

by Brian D. McGurrian

When scholars, research scientists or entrepreneurs develop new syntheses of existing knowledge, or more powerful image analysis systems, or 'better mousetraps', we naturally acclaim these as great individual or corporate achievements. We tend to forget, or perhaps consider it too obvious to mention, that all scientific and technological achievements rest on a

foundation of scientific communication and information, and that access to information ultimately depends upon the persistent and systematic collecting, indexing, storing and retrieving of literature.

The expression 'information system' covers a broad spectrum, from the handwritten index cards an individual may use to keep

track of information on office shelves, to enormous on-line databases storing millions of separate records. For many applications the manual card system is demonstrably superior. For the individual it is more relevant and less costly, and it is backed up by literature stored within easy reach. However, it may be quite useless

User area at CCRS headquarters in Ottawa



Espace mis à la disposition des utilisateurs au bureau chef du CCT à Ottawa.

nettement supérieur... L'utilisateur le trouve utile et peu coûteux; de plus, il sait que les documents répertoriés sont à portée de la main. Toutefois, ce système peut s'avérer complètement inutile pour les besoins d'une autre personne ou même de son créateur lorsque ce dernier amorce un nouveau projet. Les faiblesses inhérentes à cette formule montrent bien la nécessité de créer des systèmes d'information de plus grande envergure.

### L'évolution d'un système

Le Centre canadien de télédétection (CCT) d'EMR n'a jamais cherché à devenir le fournisseur international d'information relative à la télédétection. Lorsque le CCT a été mis sur pied, en 1972, le domaine de la télédétection en était encore à élaborer son vocabulaire, ses méthodes, ses infrastructures et ses vecteurs de communication. Le Centre a donc dû créer ce que les autres organismes ne pouvaient lui fournir. Son problème était alors non seulement de dénicher et de recueillir de l'information relative à la télédétection, mais aussi de gérer et d'organiser les documents qu'il recueillait.

RESORS  
printout

Fiche  
analytique  
du RESORS.

UNITED-KINGDOM  
SPATIAL-FILTER  
IMAGE-ENHANCEMENT  
2-25-81  
1-01-01

EDGES-DETECTION

\*\*\* Item 2 Coprélation 1008 \*\*\*  
CCT No. 1040460

TI: STRUCTURAL EVALUATION OF THE EASTERN GRAND CANYON REGION, ARIZONA, USING LANDSAT-2 M/RES STANDARD AND DIGITALLY ENHANCED IMAGES  
AS: REMOTE SENSING FOR EXPLORATION GEOLOGY - THEMATIC CONF. - PHOC. - 2ND  
CO: INT. SYM. ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT - THEMATIC CONF. - DEC. 8-10,  
1978 - 2ND SEM. ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT - THEMATIC CONF. - AZ 86001  
PR: ERIC - P.O. BOX 8618, ANN ARBOR, MI 48107  
OR: U.S. GEOLOGICAL SURVEY, 2252 NORTH GARDEN DR., FLAGSTAFF, AZ 86001  
16 pages 12 references DEC 82  
Catégorie code: 2-25-02/1-01-01

Primary Secondary  
LANDSAT-2-IMAGERY  
SPATIAL-FILTER  
GEOLOGICAL-STRUCTURE  
IMAGE-ENHANCEMENT  
EDGES-CAPABILITY  
USA  
ARIZONA  
2-25-81  
1-01-01

STRUCTURE-GEOLOGIQUE  
INTERPRETATION-VISUELLE  
BOYASSE-SPATIALE  
FILTRAGE-IMAGE  
ACCENTUATION-D'IMAGE  
1-01-01

\*\*\* Item 2 Coprélation 1008 \*\*\*  
CCT No. 1040460

TI: STRUCTURAL EVALUATION OF THE EASTERN GRAND CANYON REGION, ARIZONA, USING LANDSAT-2 M/RES STANDARD AND DIGITALLY ENHANCED IMAGES  
AS: REMOTE SENSING FOR EXPLORATION GEOLOGY - THEMATIC CONF. - PHOC. - 2ND  
CO: INT. SYM. ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT - THEMATIC CONF. - DEC. 8-10,  
1978 - 2ND SEM. ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT - THEMATIC CONF. - AZ 86001  
PR: ERIC - P.O. BOX 8618, ANN ARBOR, MI 48107  
OR: U.S. GEOLOGICAL SURVEY, 2252 NORTH GARDEN DR., FLAGSTAFF, AZ 86001  
16 pages 12 references DEC 82  
Catégorie code: 2-25-02/1-01-01

Primary Secondary  
LANDSAT-2-IMAGERY  
SPATIAL-FILTER  
GEOLOGICAL-STRUCTURE  
IMAGE-ENHANCEMENT  
EDGES-CAPABILITY  
USA  
ARIZONA  
2-25-81  
1-01-01

STRUCTURE-GEOLOGIQUE  
INTERPRETATION-VISUELLE  
BOYASSE-SPATIALE  
FILTRAGE-IMAGE  
ACCENTUATION-D'IMAGE  
1-01-01

BRILLANCE  
EDGES-DE-L'OUVERT  
PROCEDURE-IMAGERIE  
DETECTION-DE-LIMITES

DETECTION-DE-LIMITES  
BALAYAGE-MULTISPECTRAL  
ETUDE-DE-COMPARAISON

## Les documents sur la télédétection :

Un historique de la base de données d'accès direct élaboré par le Centre canadien de télédétection par Brian D. McGurrian

to the engineer across the hall, and quite useless to its creator when he or she begins a new work assignment. These inherent deficiencies indicate the need for information systems of broader scope.

### The Evolution of a System

EMR's Canada Centre for Remote Sensing (CCRS) never set out to become the international supplier of remote sensing information. When CCRS was established in 1971, the field of remote sensing was still in the process of developing vocabularies, methodologies, infrastructures and communications vehicles. It was therefore necessary for CCRS to create that which no other agency was equipped to provide. CCRS

*"Presently I am working on my dissertation titled Space technology transfer for Third World development. I wish to obtain additional information related to policy analysis of remote sensing in Third World countries . . . ."*

*« Je prépare actuellement une dissertation sur le rôle du transfert de la technologie spatiale au développement du Tiers monde. Je voudrais avoir de plus amples renseignements sur les politiques relatives à la télédétection dans les pays du Tiers monde . . . »*

C'est ainsi que le CCT a constitué une collection de documents sur la télédétection et qu'il s'est doté d'un système informatique permettant d'avoir accès rapidement et efficacement au « fichier sujet » de la collection. L'excellence du système ainsi créé et la prévoyance de ceux qui y ont intégré une fonction d'accès « en direct » expliquent en partie comment le CCT a eu l'occasion de servir un plus grand nombre de scientifiques s'intéressant à la télédétection. À une époque antérieure de l'histoire de la technologie de l'information, la collection de télédétection aurait simplement formé l'une des composantes de la bibliothèque interne du CCT. Toutefois, à mesure que le système informatique a pris de l'ampleur, la CCT a joué un rôle de plus en plus important dans la collecte et

was faced with the problems not only of locating and collecting remote sensing information, but also of managing and organizing the literature being collected.

Thus, CCRS began to develop a collection of remote sensing literature, and also a computerized system capable of providing rapid and effective access to the subject contents of the collection. It is, in part, due to the excellence of the system thus created, and to the foresight which incorporated a capability for on-line access, that CCRS was given the opportunity to serve a wider community of remote sensing scientists. During an earlier era of information technology, the remote sensing collection would simply have been a component of the CCRS in-house library. However, as the system developed and grew, CCRS gradually assumed a broader responsibility for comprehensive collection and distribution of literature in this field.

The collection has since grown to more than 70 000 documents and 7000 slides; and the access system, named RESORS (Remote Sensing On-line Retrieval System), is now internationally recognized as an unparalleled source of remote sensing literature and information. RESORS is routinely deluged with requests from scholars, researchers and entrepreneurs, not only from Canada, but

la diffusion de documents ayant trait à la télédétection.

La collection comprend maintenant plus de 70 000 documents et 7 000 diapositives et le système d'accès, appelé RESORS (Système en direct de recherche documentaire sur la télédétection) est reconnu partout dans le monde comme source sans pareille de documents et d'information relatifs à la télédétection. Les responsables du RESORS sont régulièrement inondés de demandes de renseignements présentées par des universitaires, des chercheurs et des entrepreneurs oeuvrant non seulement au Canada, mais aussi en Europe, aux États-Unis, en Amérique du Sud, en Asie, en Afrique et en Australie. L'année dernière, le RESORS s'est enrichi d'environ 6 000 nouvelles publications, a réalisé plus de 6 000 recherches documentaires, a fourni 190 000 références d'ouvrages de télédétection et a effectué 6 600 prêts de livres, de périodiques, de thèses, de rapports et de diapositives.

Le présent article décrit brièvement certaines des caractéristiques particulièrement rentables qui ont assuré le succès du RESORS. On y fait également état de la participation croissante du secteur privé aux activités du RESORS ainsi que des effets et des avantages qui peuvent être associés au fait d'être

also from Europe, the United States, South America, Asia, Africa and Australia. Over the past year, RESORS acquired and indexed about 6000 new publications, and delivered more than 6000 literature searches, 190 000 remote sensing literature references, and 6600 loans to users from its collections of books, journals, theses, reports and slides.

This article briefly describes some of the unusually cost-effective design features which have made RESORS so successful, the increasing involvement of the private sector in RESORS operations, and, finally, the perceived effects and benefits related to proprietorship of a scientific database.

### Typical library at CCRS headquarters in Ottawa



*Bibliothèque type au bureau chef du CCT à Ottawa.*

propriétaire d'une base de données scientifiques.

### Contrôle du vocabulaire

La gestion des collections de documents peut être fondée sur un système de classement par sujet permettant de récupérer rapidement les documents. Si les documents sont classés selon des termes mentionnés dans le titre ou le résumé, il se peut que de nombreux termes synonymes ou intimement liés soient séparés : « CUIVRE » et « CU », « MULTIDATE » et « MULTITEMPOREL », par exemple. D'autres termes, par contre, sont fusionnés sans qu'on le fasse exprès : le mot anglais « LEAD » désigne à la fois une ouverture dans la glace flottante (chenal) et un métal (plomb); « SPRING »

### Vocabulary Control

In managing collections of literature, we should classify subject contents so that documents can be efficiently located. If documents are classified using terms extracted from titles and abstracts, many synonymous or closely related concepts become separated: "COPPER" from "CU", "BASINS" from "WATERSHEDS". Other concepts are unintentionally merged: "LEAD" both as an opening in floating ice and as a metal; "SPRING" as a water source, a season and resilient device.

The effects of such misclassifications are familiar to every user of natural-language information retrieval systems. Even if a search for "SPRING" or "SPRINGS" retrieves all documents relevant to the



peut être une source d'eau, une saison (le printemps) ou un ressort.

Ce genre d'erreur de classification est bien connu de tous ceux qui utilisent des systèmes de recherche documentaire en langage naturel. En faisant une recherche axée sur le mot « SOURCE » ou « SOURCES », l'utilisateur récupérera peut-être tous les documents qui se rapportent à son sujet d'intérêt, mais il récupérera aussi des documents qui ne concerne pas sa recherche. Dans ce cas, le nombre de rappels est élevé, mais le degré de précision est faible. En revanche, une recherche axée sur les mots « SOURCE » et « EAU » pourrait éliminer certains documents sans rapport avec le sujet d'intérêt, mais aussi certains documents tout à fait pertinents. On augmente ainsi le degré de précision au prix d'un nombre plus petit de rappels.

Afin d'améliorer à la fois le degré de précision des recherches et le nombre

user's request, which is unlikely, it will also retrieve irrelevant documents — giving us high recall but low precision. A search for "SPRING" and "WATER" may eliminate some of the irrelevant documents, but also some of the relevant documents — higher precision at the cost of lower recall.

In order to improve both recall and precision, RESORS classifies documents by means of controlled keywords. In this way, each concept is linked to a uniquely labelled class of predetermined scope. For instance, in RESORS, "SPRING" refers only to the season, and "FRESHWATER SPRING" refers only to the water source. Approximately 2000 such classes (or keywords) have so far been identified and adopted for use by RESORS.

### The Indexing Process

Each RESORS document is indexed by a subject specialist. The specialist reads the entire text, does a conceptual analysis of the contents, translates concepts into keywords, and assigns keyword weights of 3, 2 or 1, indicating decreasing degrees of relevance.

The primary goal of indexing is to identify all documents relevant to a given concept (perfect recall). But all concepts expressed in a given paper will not be of equal relevance to the main topics of the paper.

de rappels, les documents inscrits dans le RESORS sont classés d'après des mots clés normalisés. De cette façon, chaque terme est lié à une seule classe clairement définie. Ainsi, dans le RESORS, le mot « SPRING » ne désigne que le printemps et « FRESHWATER SPRING », qu'une source d'eau douce. Environ 2 000 classes (ou mots clés) ont été définies et adoptées jusqu'à présent aux fins du RESORS.

### Le classement

Chaque document versé au RESORS est indexé par un spécialiste du domaine. Cette personne lit le texte en entier, en fait une analyse conceptuelle, traduit les concepts en mots clés et attribue une pondération (3, 2 ou 1) aux mots clés pour indiquer leur degré de pertinence.

Le but premier de la classement est d'identifier tous les documents qui ont rapport à un concept donné (rappel parfait). Cependant, tous les concepts mentionnés dans un article donné se rapportent à des degrés divers au thème principal du document en question; par exemple, un texte peut porter d'abord et avant tout sur les filtres spectraux, ou parler des filtres spectraux au même titre que de nombreux autres types de filtres ou encore accorder une importance secondaire aux filtres spectraux et se contenter d'en faire mention brièvement.

For instance, an author may focus primarily upon spectral filters, or give equal attention to spectral filters among many types of filters, or give brief mention of spectral filters as a peripherally significant topic.

By quantifying the degree of relevance of each keyword assigned to a document, the indexing process allows RESORS, not only to retrieve documents with precision, but also to sort items by degree of correlation to the topic searched.

RESORS indexing is a labor-intensive process, but worthwhile for the efficiencies thus gained for literature searching. Users can save time by immediately examining the 'best' references rather than being forced to

*"We would like to obtain 35mm slides and supporting material illustrating practical remote sensing applications using the ARIES image analysis system. These will be needed for a presentation at the upcoming Space Communication and Remote Sensing Application Seminar in Bangalore . . . ."*

*« Nous souhaitons obtenir des diapositives 35 mm et des documents d'information qui montrent des applications pratiques de la télédétection faisant appel au système d'analyse d'images ARIES. Nous avons besoin de ces articles pour un exposé qui sera présenté à l'occasion d'un séminaire sur les communications spatiales et les applications de la télédétection qui aura lieu bientôt à Bangalore . . . »*

En quantifiant le degré de pertinence des mots clés associés aux documents, la classement permet au RESORS non seulement de récupérer des documents avec précision, mais aussi de trier les articles selon qu'ils se rapportent de près ou de loin au domaine d'étude.

La classement aux fins du RESORS prend beaucoup de temps; néanmoins, cette étape en vaut la peine parce qu'elle rend les recherches plus efficaces. Les utilisateurs peuvent ainsi sauver du temps en allant consulter directement les

scan through hundreds of references of varying degrees of relevance. Comparison searches of various on-line databases which contain remote sensing information indicate that this feature of RESORS is exceptionally cost effective.

### The Searching Process

The advantages of a controlled vocabulary and weighted keywords become apparent during the searching process.

Effective RESORS searching requires the selection of appropriate keywords in suitable combinations. Regular users quickly become familiar with the keywords which are most relevant to their areas of special interest.

Figure 1 RESORS Correlation Table

From this table, we see that two documents are relevant at the maximum obtainable value, that six additional documents are highly relevant, and so on. Users may then specify which of the document records they wish to scan or print. No user would willingly scan through 4309 document records if any other option were available. RESORS provides that option, in a user-friendly format.

After the user has entered one or more keywords, the system may then be commanded to

- locate all document records containing one or more of the user-selected keywords,
- calculate the average degree of relevance of each record as a percentage of maximum obtainable relevance, and
- display the sorted records in a correlation table.

For example, a search on three keywords could result in a range of relevance values from a maximum of nine (for a record containing all three of the selected keywords, all at maximum weight) to a minimum listed relevance of one (for

*"In order to assess legal liability in a case involving a highway washout due to a burst beaver dam, we wish to obtain technical literature to confirm the feasibility of using remote sensing to locate and monitor beaver activity . . . ."*

a record containing only one of the keywords at minimum weight). Converted to percentages, these values would appear as in Figure 1.

### Managing RESORS

The entire RESORS system, from document acquisitions to user service, is operated by about five contract personnel from Holer Information Inc. As proprietor, CCRS gives long-term direction through control of the software, and contract specifications. As long as RESORS continues to function, the CCRS 'library' (non-RESORS) can provide excellent intramural service with minimal resources.

This arm's length relationship is not as peculiar as it may seem at first glance. Although RESORS was initially designed to provide information and literature for CCRS research and operations, the system's role has evolved far beyond its initial intent. Proprietorship aside, CCRS is now merely the prime user among many users.

CCRS has recently removed itself one step further from the RESORS system, by licencing a private sector firm to deliver extramural services on a commercial basis. In so doing, CCRS has delegated the task of market development without

### 4309 ENTRIES FOUND / 4 309 enregistrements trouvés

#### Correlation / Corrélation

#### No. of Entries / Nombre d'enregistrements

| 100% | 90% | 80% | 70% | 60% | 50% | 40% | 30%  | 20%  | 10% |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|
| 2    | 0   | 6   | 3   | 43  | 131 | 82  | 1792 | 1696 | 554 |

Figure 1 Tableau de corrélation produit par le RESORS

Ce tableau montre qu'il existe deux documents extrêmement pertinents au domaine d'intérêt, puis six autres documents très pertinents, et ainsi de suite. L'utilisateur peut ensuite préciser quels enregistrements il souhaite examiner ou imprimer. Personne n'examinerait 4 309 enregistrements s'il y avait une autre façon de s'en sortir . . . Le RESORS propose justement une bonne solution à ce problème.

« meilleures » références, sans avoir à parcourir d'interminables listes de documents qui ont plus ou moins rapport au sujet d'intérêt. Une comparaison de diverses bases de données d'accès direct qui renferment des renseignements au sujet de documents sur la télédétection a révélé que cette fonction du RESORS est exceptionnellement rentable.

### La recherche

C'est au cours de la recherche elle-même que les avantages découlant de l'existence d'un vocabulaire uniformisé et de mots clés pondérés deviennent apparents.

Pour effectuer une recherche efficace à l'aide du RESORS, il faut d'abord choisir

les mots clés les plus appropriés au sujet et les combiner adéquatement. Ceux qui utilisent le système régulièrement ont vite fait de connaître les mots clés qui se rapportent le plus à leur domaine d'intérêt.

Après avoir entré un ou plusieurs mots clés, l'utilisateur peut demander au système :

- de trouver tous les enregistrements qui renferment un ou plusieurs des mots clés qu'il a choisis;
- de calculer le degré moyen de pertinence de chaque enregistrement et de l'exprimer sous forme d'un pourcentage de la valeur maximum possible;
- de produire un tableau de corrélation, une fois les enregistrements classés.

Par exemple, dans le cas d'une recherche portant sur trois mots clés, le facteur de pertinence peut varier de neuf (s'il s'agit d'un enregistrement contenant les trois mots clés choisis et que ces derniers ont tous reçu la pondération maximale) à un (s'il s'agit d'un enregistrement ne renfermant qu'un mot clé, à pondération minimale). Ces facteurs sont ensuite convertis en pourcentages et présentés sous forme de tableau (comme à la figure 1).

### La gestion du RESORS

Toutes les activités relatives au RESORS, de l'acquisition de documents à la prestation de services aux utilisateurs, sont confiées à une équipe d'environ cinq employés contractuels qui relèvent de la société Horler Information Inc. À titre de propriétaire, le CCT décide de l'orientation à long terme du système en exerçant un contrôle sur les logiciels et en établissant les modalités des contrats. Parce que le RESORS existe, la « bibliothèque » du CCT (hors-RESORS) peut fournir d'excellents services internes avec très peu de ressources.

Cette « distance » entre le RESORS et le CCT n'est pas aussi étrange qu'on pourrait d'abord le croire. Certes, le RESORS a été conçu à l'origine pour fournir de l'information et de la documentation en vue des travaux de recherche et des activités du CCT; toutefois, il joue maintenant un rôle beaucoup plus important. Mis à part le fait que le RESORS lui appartient, le CCT n'est à l'heure actuelle que le principal utilisateur parmi de nombreux autres utilisateurs.

Récemment, le CCT se détachait davantage du RESORS en accordant à une entreprise du secteur privé une licence lui permettant de fournir des services extra-muros de

relinquishing ownership of RESORS literature and data.

### The Advantages of Database Proprietorship

If asked for advice on the problems of getting access to scientific and technical information, what might CCRS say to another government organization working at the cutting edge of a new technology?

**On Intramural R&D:** If your field is not effectively served by existing databases, then create an intramural database. Effective access to information and literature will have a significant effect upon the quality of research and the operational productivity of your organization. Keep in mind that access

#### Hard-copy collection, RESORS database



Collection de documents de la base de données du RESORS.

façon commerciale. De cette façon, le CCT a confié à d'autres le développement des marchés tout en restant propriétaire de la documentation et des données du RESORS.

#### Les avantages de la propriété

Quels conseils le CCT pourrait-il donner à un autre organisme gouvernemental qui oeuvre à la fine pointe d'une nouvelle technologie pour l'aider à résoudre ses problèmes d'accès à l'information scientifique et technique?

**La R-D interne** — S'il n'existe pas déjà de bases de données capables de répondre efficacement aux besoins d'information dans le domaine auquel l'organisme s'intéresse, il faudrait créer une base de données interne. En améliorant l'accès à l'information et à la documentation, on augmentera considérablement la qualité de la recherche et la productivité opérationnelle de l'organisme. Il ne faut pas oublier que l'accès à une base de données externe ne garantit pas automatiquement l'accès aux documents eux-mêmes; le propriétaire d'une base de données a l'avantage supplémentaire d'avoir immédiatement accès aux documents répertoriés.

to an extramural database does not necessarily guarantee access to the literature; a database proprietor gains the added bonus of immediate access to the literature referenced.

**On Extramural R&D:** The benefits of an intramural database can be multiplied, at negligible incremental cost, by encouraging extramural on-line access by academic, private sector and government organizations. Also, in a cost recovery mode, broader usage evidently reduces unit costs.

**On Financial Resources:** The system may be supported either through contracts or person-years, and the cost of database operations will be offset by the reduced scope of conventional library operations.

#### On an Information Dissemination

**Mandate:** Government agencies commit significant resources to providing technical advice and assistance to the public; however, not every member of the public needs to consult personally with a government specialist. Due regard for economy dictates that types and levels of technical assistance should be geared to needs. An on-line database is ideally suited to the task of effectively responding to a high volume of diverse client needs.

**La R-D externe** — Les avantages associés à une base de données interne peuvent être multipliés, à peu de frais, en encourageant des utilisateurs externes, comme les universités, les entreprises du secteur privé et les organismes gouvernementaux, à se doter d'un accès direct à la base de données. De plus, dans un contexte de recouvrement des coûts, un plus grand parc d'utilisateurs permet évidemment de réduire le coût unitaire.

**Les ressources financières** — On peut assurer le soutien du système par voie de contrats ou en y consacrant un certain nombre d'années-personnes; les coûts d'exploitation de la base de données seront compensés par la réduction des activités liées aux bibliothèques classiques.

**La diffusion de l'information** — Les organismes gouvernementaux engagent d'importantes ressources en vue de fournir au public de l'aide et des conseils techniques. Cependant, tout le monde ne sent pas le besoin de consulter personnellement un spécialiste du gouvernement. Pour des raisons d'économie, le genre et le niveau d'aide technique devraient être adaptés aux besoins. Une base de données d'accès direct convient parfaitement pour répondre efficacement à un grand nombre de demandes venant de clients fort divers.

**On Development of Domestic and Export Markets:** Many RESORS database users are seeking not only sources of literature, but also suppliers of specialized hardware and expertise. The wide distribution of RESORS, and its comprehensive coverage of Canadian technical literature, makes RESORS a window on Canadian corporate capabilities, both for domestic and overseas markets.

In a world in which 'information is power,' and in which information is increasingly proprietary, nations lacking world-class databases find themselves increasingly disadvantaged.

It would be less than candid to deny the advantages and the status which accrue to Canada (and to CCRS) as the prime supplier of remote sensing information. Status is an intangible, but the real impact of status lies in enhanced visibility, and enhanced credibility as a supplier of remote sensing technology and expertise.

Brian D. McGurrin is the Coordinator for Information Services at the Canada Centre for Remote Sensing.

*Brian McGurrin (right) and Louis Marcotte, Manager of RESORS, Horler Information, check the database.*



*M. Brian McGurrin (à droite) et M. Louis Marcotte, gérant du RESORS, Horler Information, vérifient la base de données.*

Dans un monde où « l'information, c'est le pouvoir » et où l'information devient de plus en plus exclusive, les pays qui ne possèdent pas de bases de données de grande qualité se sentent de plus en plus désavantagés.

On ne peut nier que le Canada (et le CCT) jouira de certains avantages et d'un grand prestige à titre de principal fournisseur de documents sur la télédétection. Aussi intangible qu'il soit, le prestige a pour effet réel de rehausser la visibilité et la crédibilité du pays, en tant que fournisseur de techniques et d'expertise en matière de télédétection.

Brian D. McGurrin est coordonnateur du Service d'information du Centre canadien de télédétection.

# Satellites Monitor Global Vegetation Condition

by Ronald J. Brown, William G. Best and  
Graham K. Walker

Information on global vegetation and crop condition is vital for Canada, because we export about 80 per cent of our wheat crop. To remain competitive in a global market, Canadians must use all available technologies to obtain information on global crop conditions.

In 1982, Canada began research to evaluate the information content of data from the Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) on the National

Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) satellites for vegetation monitoring. This sensor has a coarse ground resolution of approximately one kilometre directly below the sensor, but has the advantage over other remote sensing satellites, such as LANDSAT, of imaging every agriculturally significant area of the earth daily (actually two satellites are in orbit and the earth is imaged twice daily).



For any operational vegetation monitoring endeavour, up-to-date data is essential; hence the attractiveness of the AVHRR. Also, the data are spatially continuous and complement the point meteorological observations traditionally used for vegetation condition monitoring. The meteorological observations give precise point measurements, while the remotely sensed data permit interpolation between these points, in addition to direct observation of the vegetation.

In 1985, a demonstration project was carried out under contract to industry to evaluate how useful these satellite data might be within the operational framework of the Canadian Wheat Board (CWB). The project emphasized the need for a Crop Information System (CIS) dedicated to bridging the gap between satellite receiving stations and users. The project also helped specify the data processing procedures of such a system.

Specifically, the system was designed to carry out radiometric and geometric corrections to raw satellite data so that user agencies would not have to apply these preprocessing operations themselves and invest in sophisticated image analysis equipment. These agencies can then focus

*Figure 1 Crop Information System at the Manitoba Remote Sensing Centre.*

*Figure 1 Le Système d'information sur les récoltes, installé au Centre manitobain de télédétection.*

dotés de tels capteurs, la Terre est « photographiée » deux fois par jour.

Tout programme de surveillance de la végétation exige des données récentes, d'où l'attrait du AVHRR. Qui mieux est, les données couvrent des bandes continues de terrain et complètent les observations météorologiques ponctuelles utilisées habituellement pour surveiller l'état de la végétation. Si les observations météorologiques fournissent des données précises au sujet de certains points, en revanche les satellites de télédétection permettent non seulement d'interpoler entre ces points, mais aussi d'observer directement l'état de la végétation.

En 1985, on a confié à l'industrie privée un projet de démonstration visant à déterminer en quoi ces données prises par satellite pourraient être utiles aux activités de la Commission canadienne du blé. Les travaux entrepris dans le cadre de ce projet ont souligné le besoin d'établir un Système d'information sur les récoltes (SIR) qui formerait un lien entre les stations de réception et les utilisateurs. Ils ont aussi aidé à définir les modalités de traitement des données d'un tel système.

De façon précise, le Système a été conçu pour effectuer des corrections

## Des satellites surveillent l'état de la végétation à l'échelle du globe

par Ronald J. Brown, William G. Best et  
Graham K. Walker

Les informations sur l'état de la végétation et des cultures dans le monde sont d'une importance capitale pour le Canada parce que le pays exporte environ 80 % de ses récoltes de blé. Afin de rester concurrentiels sur les marchés internationaux, les Canadiens se doivent d'utiliser tous les moyens techniques possibles pour obtenir ce genre d'informations.

En 1982, le Canada a amorcé des recherches en vue de déterminer ce que les données recueillies par le radiomètre perfectionné à très haut pouvoir de

résolution (Advanced Very High Resolution Radiometer ou AVHRR) installé à bord des satellites de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) pourraient nous révéler au sujet de l'état de la végétation. La résolution au sol directement au-dessous de ce capteur n'est que d'un kilomètre environ; cet instrument a toutefois l'avantage, par rapport aux capteurs se trouvant à bord d'autres satellites de télédétection comme LANDSAT, de pouvoir prendre à chaque jour des images de toutes les zones agricoles importantes de la planète. En fait, parce qu'il existe deux satellites

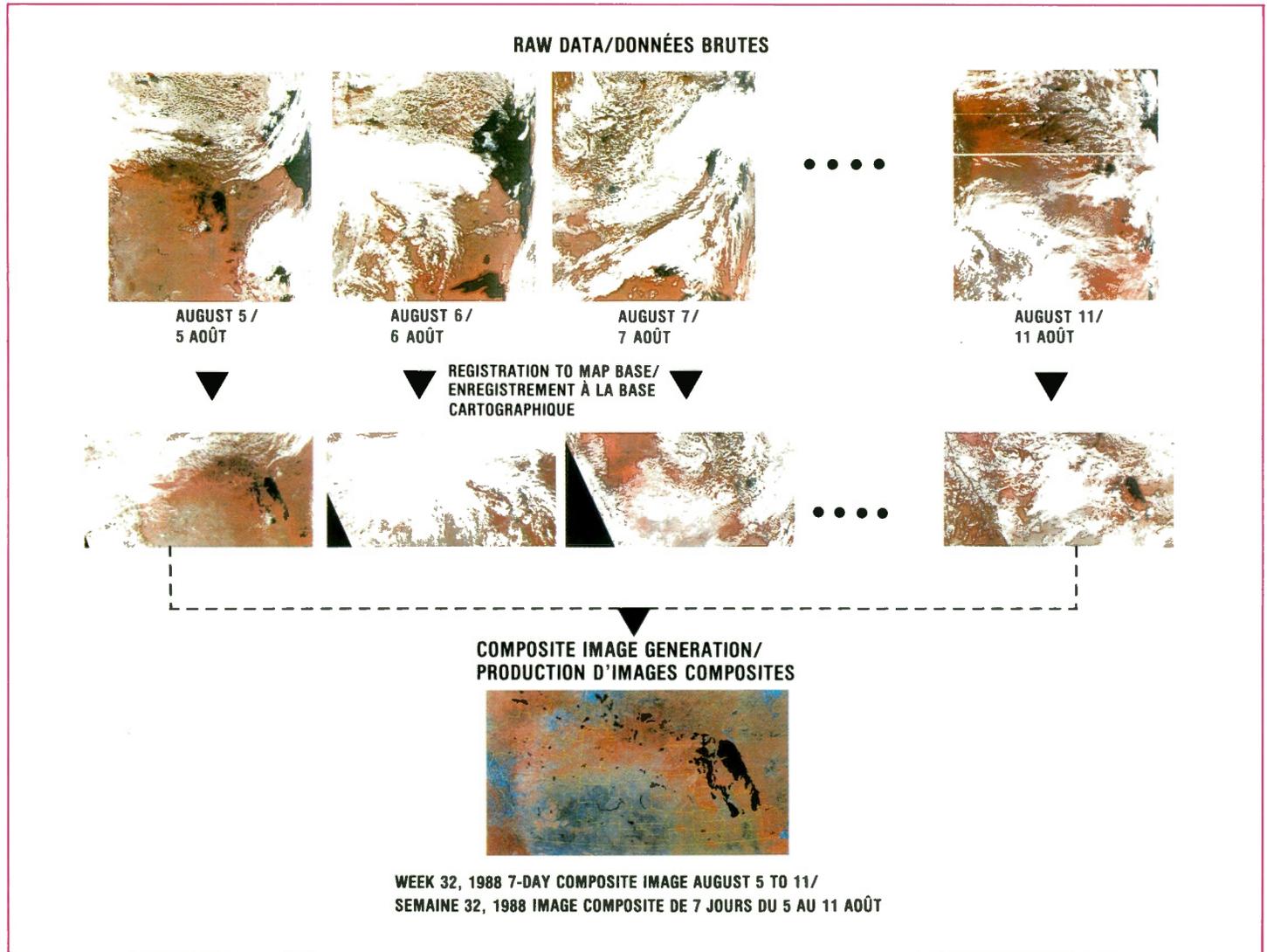
their attention on the analysis and information content of the imagery. The Technical Study Group of an Interdepartmental Crop Information System Steering Committee prepared a report specifying the detailed functional requirements for such a system. This

**Figure 2 Procedure for generating cloud-free data.**

Technical Study Group was made up of representatives from the Canadian Wheat Board, Agriculture Canada, Statistics Canada, the Atmospheric Environment Service and EMR's Canada Centre for Remote Sensing (CCRS). User agencies, represented by the Canadian Wheat Board, Agriculture Canada and Statistics Canada, have been involved in specifying the research requirements and resulting

system. Their input is essential for the development of any successful system to operationally use remotely sensed data.

Procurement and operation of the CIS was a joint federal-provincial venture. CCRS carried out hardware and software specification and purchase, in accordance with the functional requirements outlined in the Technical Study Group's report. The Manitoba Remote Sensing Centre (MRSC),



**Figure 2 Processus utilisé pour produire des données sans nuages.**

radiométriques et géométriques des données brutes émises par les satellites afin d'épargner aux organismes clients l'étape de prétraitement des données et l'achat de matériel perfectionné servant à l'analyse d'images. Les organismes peuvent alors concentrer leurs efforts sur l'analyse des images et de l'information qu'elles renferment.

Le Groupe d'étude technique du Comité directeur interministériel du Système d'information sur les récoltes, a rédigé un rapport dans lequel les exigences fonctionnelles d'un tel système étaient énoncées en détail. Ce Groupe était formé

de représentants de la Commission canadienne du blé, d'Agriculture Canada, de Statistique Canada, du Service de l'environnement atmosphérique et du Centre canadien de télédétection (CCT) d'EMR. Les organismes clients, représentés par la Commission canadienne du blé, Agriculture Canada et Statistique Canada, ont aidé à définir les besoins de recherche et à établir les caractéristiques du système. Leur collaboration était essentielle à la création d'un système permettant d'utiliser de façon pratique des données de télédétection.

Le gouvernement fédéral et les provinces ont collaboré à l'acquisition et à la mise en exploitation du SIR. Le CCT a établi les spécifications du matériel et des logiciels

et a effectué les achats, conformément aux exigences fonctionnelles énoncées dans le rapport du Groupe d'étude technique. Le système est exploité par le Centre manitobain de télédétection, qui relève du ministère des Ressources naturelles du Manitoba (fig. 1). Les images traitées par le SIR sont distribuées aux utilisateurs dans les trois jours ouvrables qui suivent l'acquisition de la dernière image servant à produire l'image composée hebdomadaire. Les données sont d'abord utilisées par la Commission canadienne du blé.

Bien que le système ait été mis sur pied pour utiliser des données AVHRR, il pourra aussi traiter des données provenant de radars à ouverture synthétique (ROS)

part of the Manitoba Department of Natural Resources, operates the system (Fig 1). Processed imagery is distributed to users within three working days of the acquisition of the last image that goes into generating the weekly composite image. The CWB is the first user of the data.

Although this system was initially set up to handle AVHRR data, it has been designed to handle synthetic aperture radar (SAR) data when these become readily available from satellites in the 1990s. Such data are very attractive for vegetation monitoring because SAR sensors can image through clouds.

### Image Generation

Multi-date information is extremely important for vegetation monitoring because large changes in vegetation condition can take place very quickly over the growing season. The CIS uses daily AVHRR images of western Canada and other selected foreign areas as the basic image source. Daily data invariably contain significant areas covered with cloud, which prevents a daily monitoring approach.

To overcome this, the clearest (cloud-free) data from a series of daily images are

**Figure 3** Vegetation reflectance as a function wavelength.

**Figure 3** Réflectance de la végétation en fonction de la longueur d'onde.

lorsque des satellites commenceront, au cours des années 1990, à recueillir régulièrement ce genre d'informations. Ces données sont d'un intérêt particulier pour la surveillance de la végétation parce que les capteurs ROS peuvent saisir des images à travers les nuages.

### La production d'images

Il est très important d'avoir des images multidates pour surveiller adéquatement l'état de la végétation parce que des changements majeurs peuvent se produire très rapidement pendant la saison de croissance. Le SIR utilise comme source principale les images que le AVHRR prend à chaque jour au-dessus de l'Ouest canadien et de régions choisies d'autres pays. Parce qu'une partie considérable du territoire visé se retrouve invariablement sous les nuages, il est impossible de faire des observations valables à tous les jours.

Afin de contourner cette difficulté, on extrait les meilleures données (c'est-à-dire celles sans nuages) d'une série d'images quotidiennes et on les rassemble de manière à créer une seule image composée où il y a relativement peu de nuages. Le SIR peut utiliser jusqu'à sept images quotidiennes pour produire une

assembled into a single composite image which is relatively cloud free. The CIS produces these weekly composite images based on up to seven daily images. Figure 2 illustrates the procedure followed to generate cloud-free data.

Daily data are first geometrically registered to a map base and radiometrically calibrated. A map of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), the difference between measured radiance values in the AVHRR channel 2 [0.725 – 1.10 micrometres] and channel 1 [0.58 -0.68 micrometres] divided by their sum, is then produced. This index emphasizes the differences between healthy and stressed vegetation and serves as the basic tool in crop condition assessment.

Figure 3 plots vegetation reflectance as a function of wavelength. Vegetation under

stress, for example because of drought, has a lower channel 2 reflectance (infrared wavelengths) and a higher channel 1 reflectance (red wavelengths), hence a lower NDVI value.

Besides being a measure of vegetation vigor, the NDVI can also be used to generate the cloud-free composites. The NDVI is reduced by clouds and atmospheric haze. Hence, by choosing data from the daily image containing the largest NDVI, a cloud-free composite image is produced for subsequent analysis.

This analysis usually involves extracting mean NDVI values for areas of interest such as Crop Reporting Districts or Rural Municipalities within Canada. Studies show that NDVI values are related to final yield. Research is presently under way to make this relationship more quantitative

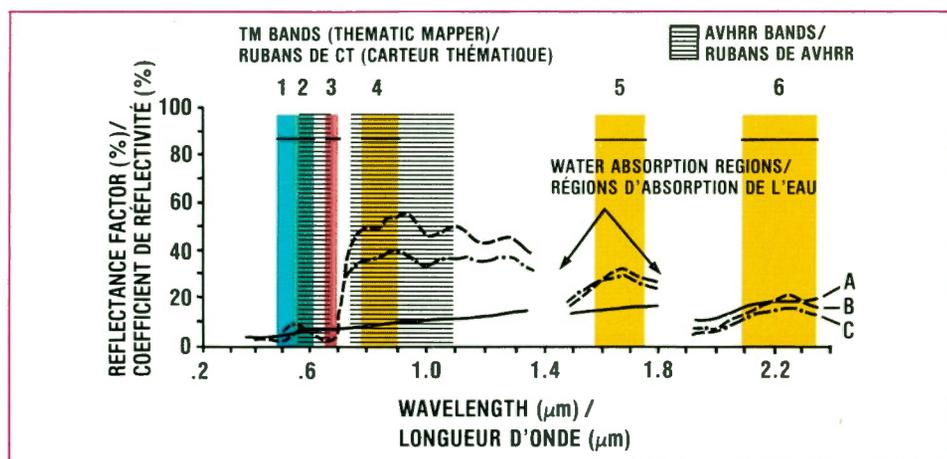


image composée par semaine. La figure 2 montre le processus suivi pour créer des images sans nuages.

Les observations quotidiennes servent aussi à obtenir d'autres informations. Les données sont d'abord superposées sur un fonds de cartes et certains facteurs radiométriques sont corrigés. On calcule ensuite l'index de végétation normalisé (IVN) en divisant la différence entre les valeurs de radiance dans les bandes 2 et 1 du AVHRR [0,725 à 1,10 micromètres et 0,58 à 0,68 micromètres respectivement] par la somme de ces valeurs. Les résultats sont présentés sous forme de cartes. L'IVN permet de mieux distinguer les endroits où la végétation est saine et ceux où elle est en difficulté, et il constitue ainsi le paramètre fondamental pour l'évaluation de l'état des cultures.

La figure 3 montre la relation entre la réflectance de la végétation et la longueur d'onde. Lorsque la végétation est en difficulté, à cause d'une sécheresse par exemple, la réflectance dans la bande 2 (infrarouge) diminue, celle dans la bande 1 (rouge) augmente et, par conséquent, l'IVN de ces zones est plus bas que celui des zones où la végétation est saine.

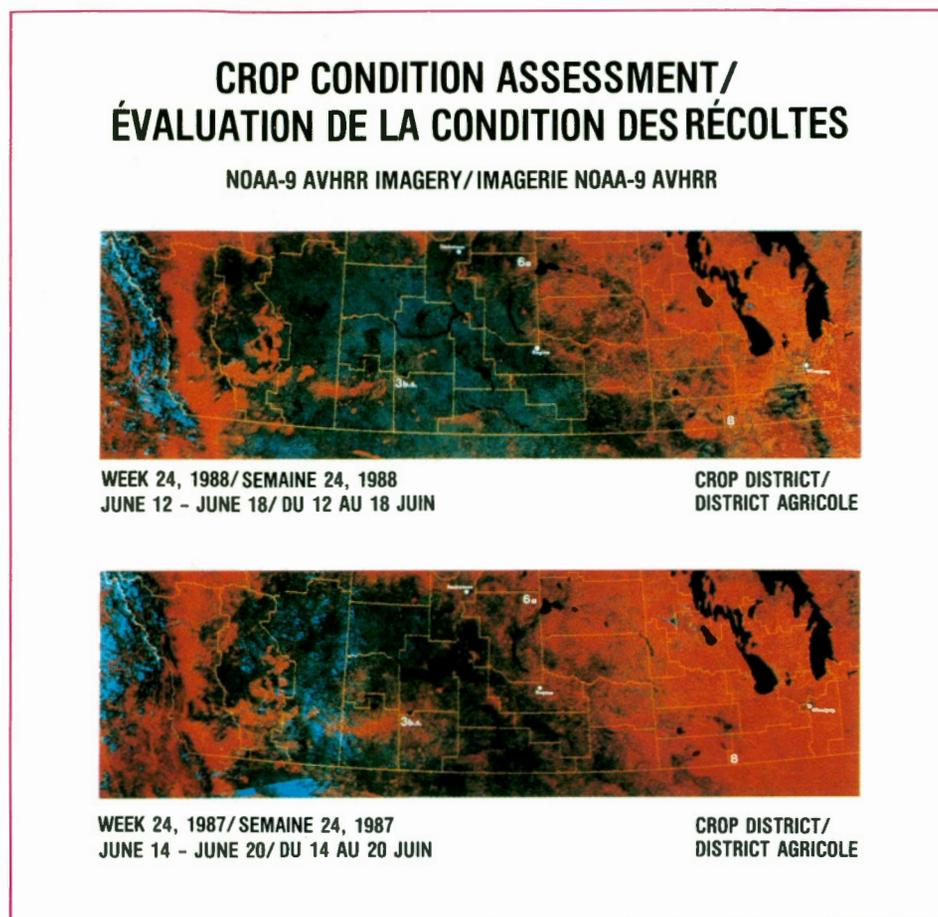
En plus d'indiquer la vigueur de la végétation, l'IVN peut aussi servir à produire des images composées sans nuages. En effet, l'index est plus faible en présence de nuages et de brume. Grâce à des données extraites de l'image quotidienne où l'IVN est le plus élevé, on peut donc créer pour fins d'analyse une image composée sans nuages.

Dans le cadre de cette analyse, on détermine habituellement l'IVN moyen de régions d'intérêt particulier au Canada comme les districts agricoles et les municipalités rurales. Des études ont révélé que la valeur de l'index est liée au rendement final. Des scientifiques cherchent actuellement à rendre cette relation plus quantitative en étudiant le rapport entre le rendement des cultures et l'aire sous la courbe d'un graphique de la valeur de l'index en fonction du temps.

### L'analyse d'images

La figure 4 permet de comparer des images infrarouges en couleurs fausses produites par le SIR pour la même semaine en 1987 et en 1988 (les teintes plus foncées de rouge représentent les régions où la croissance des végétaux est la plus forte). Parce que l'AVHRR

**Figure 4** Comparison of false color infrared imagery produced by the CIS for corresponding weeks in 1987 and 1988. Areas of greater vegetation growth appear in deeper shades of red.



**Figure 4** Images infrarouges en couleurs fausses produites par le SIR pour la même semaine en 1987 et 1988. Les teintes plus foncées de rouge représentent les régions où la croissance des végétaux est la plus forte.

enregistre la lumière réfléchiée par toute la région que le capteur « voit » (et non par un champ en particulier), la réflectance mesurée dépend de l'ensemble des cultures dans la région en question. Pour interpréter les données de façon fiable, il faut donc comparer des régions où les cultures, la végétation et les sols sont semblables ou encore examiner la même région d'année en année.

Afin d'illustrer comment l'AVHRR peut servir à évaluer l'état des cultures, nous avons comparé les valeurs moyennes de l'IVN en 1987 et en 1988 dans une municipalité rurale de la vallée de la rivière Rouge, au Manitoba. Cette région a été durement touchée par la sécheresse en 1988, comme le montrent les teintes bleutées de l'image composée de cette même année. La figure 5 donne la valeur de l'IVN dans une municipalité rurale de cette région, en 1988 et en 1987, ainsi que la valeur moyenne pour la période 1985-1987. Le graphique montre que la valeur de l'index était beaucoup plus faible en

1988 qu'au cours des autres périodes à l'étude. Selon les estimations de Statistique Canada, les récoltes de blé dans le district agricole où cette municipalité se trouve étaient de 14,7 boisseaux par acre en 1988, comparativement à 33,3 boisseaux par acre en 1987 et à un rendement normal de quelque 40 boisseaux par acre. L'effet de la sécheresse de 1988 se manifeste très clairement sur les images AVHRR.

#### Perspectives d'avenir

Les nouvelles technologies et les préoccupations environnementales des années 90 pourraient avoir une incidence marquée sur l'exploitation future du SIR. Les données prises par les radars à ouverture synthétique seront des plus utiles pour surveiller l'état de la végétation et l'humidité du sol. En particulier, les données que RADARSAT, premier satellite canadien pour la gestion des ressources, recueillera en mode SCANSAR, avec un couloir ouvert d'une largeur de 500 km, pourraient s'avérer aussi importantes que les données AVHRR.

Ces données, combinées aux images AVHRR, pourraient servir à observer de

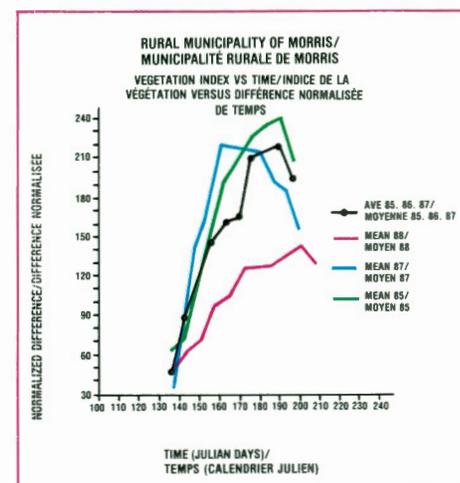
by investigating the connection between the area under the curve (of NDVI plotted against time) and final crop yield.

#### Image Analysis

Figure 4 shows a comparison of false color infrared imagery produced by the CIS for corresponding weeks in 1987 and 1988 (areas of greater vegetation growth appear in deeper shades of red). Because the AVHRR records reflected light from the entire area within the sensor's field of view (not just individual fields), measured reflectances depend upon crop mix within an area. Hence, reliable interpretation requires a comparison of areas of similar crop, vegetation and soil characteristics or a comparison of the same area from year to year.

To illustrate the AVHRR sensor's capability for monitoring crop conditions,

**Figure 5** NDVI values for one rural municipality for 1988, 1987 and a mean of the years 1985-87



**Figure 5** Valeur de l'index de végétation normalisé dans une municipalité rurale, en 1988 et en 1987, ainsi que la valeur moyenne pour la période 1985-1987.

vastes régions et à distinguer les zones qui mériteraient d'être étudiées davantage à l'aide de ROS à plus grand pouvoir de résolution (28 m au lieu des 100 m de résolution en mode SCANSAR) ou d'autres capteurs fonctionnant dans la partie visible ou proche infrarouge du spectre électromagnétique.

Les systèmes d'information géographique exerceront aussi un effet considérable sur le SIR en permettant d'ajouter aux informations existantes les données accessoires (conditions météorologiques, sols, utilisation des terres) qu'il faut absolument connaître pour exécuter des modèles informatiques de rendement régional. Par ailleurs, les supports optiques permettront d'analyser les données plus efficacement puisque les utilisateurs auront ainsi facilement accès

we compared the mean NDVI values of a rural municipality in Manitoba's Red River Valley between 1987 and 1988. In 1988 this area was severely affected by drought, as illustrated by the bluish tones on the 1988 composite image. Figure 5 plots the NDVI values for one rural municipality within this region for 1988, 1987 and a mean of the years 1985-1987. This plot shows that the NDVI values are considerably reduced in 1988 from 1987 and from the three-year mean. The wheat yield, estimated by Statistics Canada, for the crop reporting district which contained this municipality, was 14.7 bushels per acre in 1988 compared to 33.3 bushels per acre in 1987 and a normal yield closer to 40 bushels per acre. The impact of the 1988 drought is clearly visible on AVHRR imagery.

#### Future

As we enter the 1990s, new technologies and environmental concerns can profoundly affect subsequent CIS operations. Synthetic aperture radar data will have an important role to play in vegetation and soil moisture monitoring. In particular, data from RADARSAT, Canada's first satellite for resource management, acquired in the wide swath (500 km) SCANSAR mode could be as important as AVHRR data.

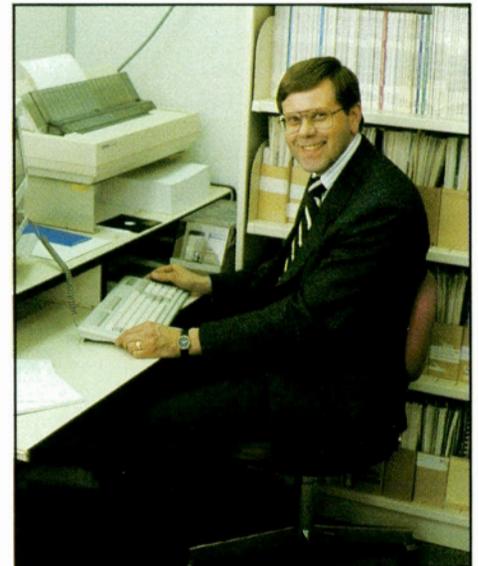
These data, in conjunction with AVHRR imagery, could be used to monitor large

regions and identify those areas where more detailed investigation by higher resolution SAR (28m resolution as compared to the 100m of the SCANSAR mode), or by other sensors operating in the visible and near infrared portion of the electromagnetic spectrum is required.

Geographic Information System technology will also have a significant impact upon the CIS, allowing for the introduction of ancillary data (weather, soils and land use data) required to run regional yield models. Also, optical storage devices will allow more effective analysis of the data as large amounts of historical data may be maintained on-line.

Finally, in an era of environmental concern, the CIS could have an expanded role to play in monitoring global vegetation. We need to assess the impact of human activity which may affect the global environment and evaluate our efforts to live in harmony with our natural resources and industrial activities.

Dr. Ronald J. Brown is a scientist in the Applications Division at EMR's Canada Centre for Remote Sensing. William G. Best is Chief, Map Distribution and Remote Sensing at the Manitoba Remote Sensing Centre. Graham K. Walker is Director, Weather and Crop Surveillance at the Canadian Wheat Board.



M. Ronald J. Brown est un scientifique de la Division des applications du Centre canadien de télédétection, Énergie, Mines et Ressources Canada. M. William G. Best occupe le poste de chef de la Distribution cartographique et de la télédétection, au Centre manitobain de télédétection. M. Graham K. Walker est directeur de la Section de la météorologie et de la surveillance des cultures, à la Commission canadienne du blé.

à de grandes quantités de données historiques.

Enfin, à l'heure des grandes questions environnementales, le SIR pourrait jouer un rôle plus important dans la surveillance de la végétation à l'échelle du globe. Plus que jamais, il nous faut étudier l'incidence des activités humaines qui pourraient porter atteinte à l'environnement de façon planétaire, et évaluer nos efforts visant à harmoniser notre mode de vie, nos ressources naturelles et l'activité de nos industries.

# Remote Sensing and GIS — Together at Last!

by Michael Manore

Aerial surveys and map production have enjoyed a long partnership since the first sketches were made from lighter-than-air machines. Since then, the development of precision aerial cameras and photogrammetric instruments has enabled earth to be mapped with a speed and efficiency not available by any other technique.

Driven by a growing demand for even more precise and more timely information, new techniques are now being used to map the earth and its resources. Two separate high-technology tools that are currently being combined for this task are Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing.

Neither of these technologies is particularly new. Satellite images of the earth have been routinely available since the launch of the first LANDSAT satellite in 1972, and the quality and quantity of the data available from satellites has continued to grow since then. Data captured by spaceborne sensors are transmitted to earth in digital format where they are manipulated by computer image processing systems. These systems are designed to efficiently store, display

and analyze the images. Satellite remote sensing is mainly used in natural resource applications such as forestry, agriculture, prospecting and fisheries where the large surface areas of interest to these activities cannot be economically monitored by other techniques.

Researchers began experimenting with producing maps by computer in the early seventies, and by the late seventies many institutions had decided to convert map information to digital files. Those early installations were generally 'digital mapping systems' designed to store large volumes of map information and to allow speedy, computer-assisted map production.

During the 1980s, the ability to link map elements to databases containing descriptive attributes and to perform 'spatial analysis' — exploring the locational relationships between these attributes — was also established. This analytic capability provided a distinction between simple mapping systems and geographic information systems. Since then, GISs have been refined by the development of specialized software modules for applications as diverse as

elevation and terrain modelling, the management of utility infrastructure (such as the outside equipment of a hydro company), and fire truck and ambulance routing through city streets.

## Why Integration?

The case for integration is based on the complementary roles image and map information can play in resource management. Geographic Information Systems provide powerful tools for cataloguing and developing resources and have enjoyed tremendous growth in operational use because of this. Once installed, these systems become hungry for data to ensure the map base is up-to-date and accurate. Satellite remote sensing is an obvious source of such data because of its wide area coverage, low

## Crop Information System equipment



*Le Système d'information sur les récoltes*

## Un heureux mariage — La télédétection et les SIG

par Michael Manore

Dès que les premiers croquis ont été réalisés à bord d'engins plus légers que l'air, on a associé les levés aériens à la production de cartes. Les appareils très précis de photographie aérienne et de photogrammétrie qui ont été mis au point depuis, nous ont permis de cartographier la Terre plus rapidement et plus efficacement qu'avec toute autre technique.

En réponse à une demande croissante d'informations toujours plus précises et plus récentes, les spécialistes font maintenant appel à de nouvelles techniques pour cartographier la Terre et ses ressources. À cette fin, ils ont décidé de fusionner deux outils à la fine pointe de la technologie : les systèmes d'information géographique (SIG) et la télédétection.

Ni l'une ni l'autre de ces technologies n'est particulièrement nouvelle. Depuis le lancement du premier satellite LANDSAT, en 1972, il est facile d'obtenir des images satellites de la Terre; qui mieux est, la

qualité des données prises par satellite et leur nombre n'ont cessé d'augmenter. Les données saisies par des capteurs spatiaux sont transmises sous forme numérique vers la Terre, où elles sont reprises par des systèmes informatisés de traitement des images. Ces systèmes sont conçus pour mémoriser, afficher et analyser les images avec beaucoup d'efficacité. La télédétection spatiale est surtout utilisée dans des domaines ayant trait aux ressources naturelles, comme la foresterie, l'agriculture, la prospection et les pêches, parce que les autres techniques existantes ne permettent pas de surveiller de façon économique les vastes régions visées par ces activités.

Les premières expériences de cartographie assistée par ordinateur remontent au début des années 70; déjà, à la fin de la décennie, de nombreux organismes avaient choisi de convertir en fichiers numériques l'information cartographique qu'ils possédaient. Ces premières installations formaient habituellement des

« systèmes de cartographie numérique » conçus pour garder en mémoire de grandes quantités d'information cartographique et pour aider à produire des cartes par ordinateur en peu de temps.

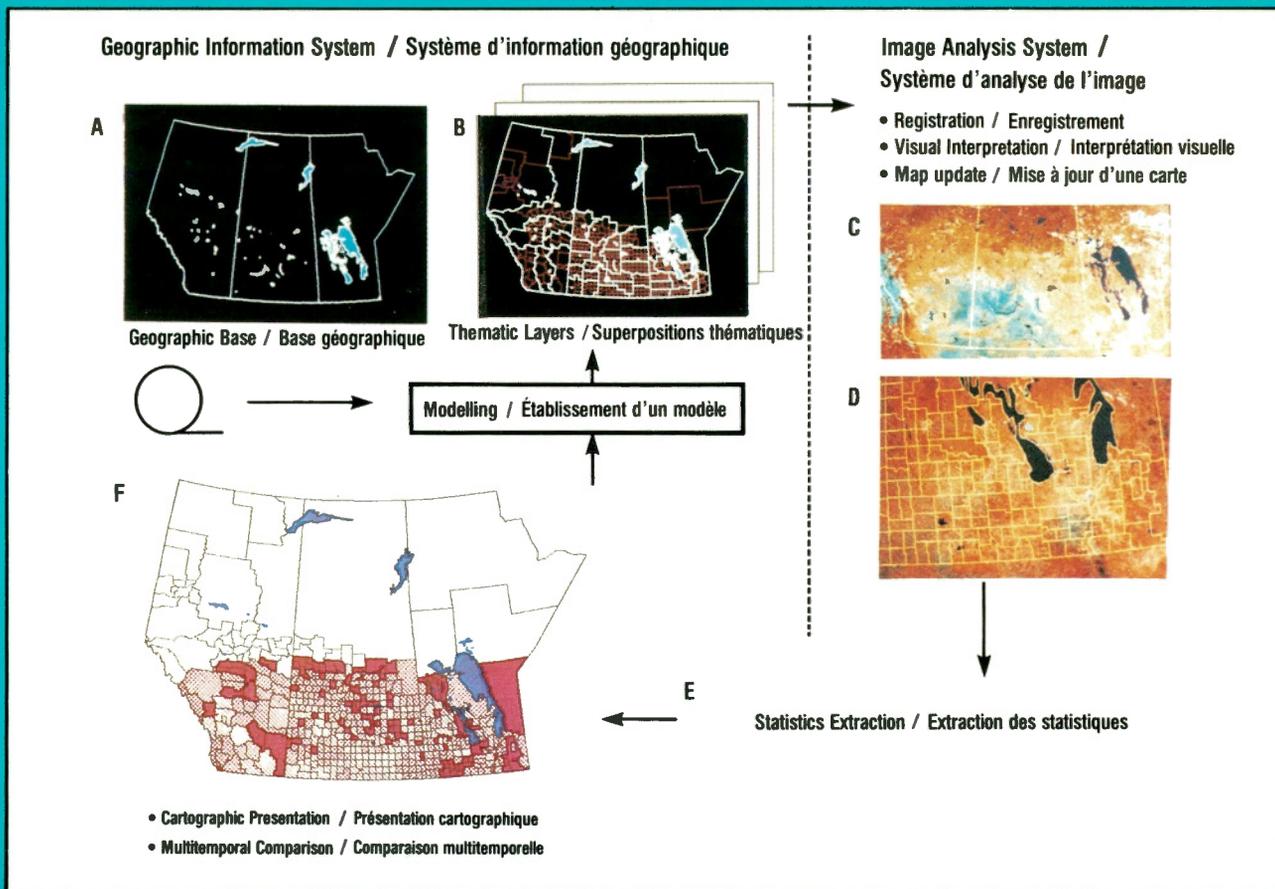
Les systèmes se sont perfectionnés au cours des années 80, de manière à permettre l'établissement de liens entre les éléments cartographiques et les bases de données qui renferment des attributs descriptifs ainsi que l'exécution d'« analyses spatiales » visant à explorer les rapports entre l'emplacement de ces différents attributs. C'est précisément cette capacité d'analyse qui distingue les simples systèmes de cartographie des systèmes d'information géographique. Depuis, les SIG ont été améliorés par la mise au point de modules logiciels spécialisés servant à toutes sortes d'applications allant de la modélisation de l'altitude et du terrain à la gestion de l'infrastructure d'un service public

## The Crop Information System

The Crop Information System (CIS) is a joint project between CCRS, the Manitoba Remote Sensing Centre, and several other agencies interested in monitoring vegetation condition in the grain-producing regions of Western Canada. The system provides weekly cloud-free images of the prairies throughout the growing season at a ground resolution of 1 km for use in the regional assessment of crop condition and to assist in predicting crop yields.

From the remote sensing-GIS perspective, the sequence of processing operations demonstrates a circular flow of information between GIS and image analysis systems, highlighting the complementary nature of the two data types. Base map layers originating from the GIS (A) are imported to the IAS to assess the accuracy of geometrically corrected images and to overlay on the images for visual and geographic reference (C). Administrative and

physiographic polygons, such as Rural Municipalities or Agro-economic Regions, also imported from the GIS, are used as training areas to extract Vegetation Index statistics from the imagery (B and D). These are returned to the attribute data base in the GIS (E) where additional analysis may be performed in combination with complementary databases such as meteorology, historic crop production and soils information (F).



## Le Système d'information sur les récoltes

Le Système d'information sur les récoltes (SIR) est une entreprise conjointe à laquelle participe le Centre canadien de télédétection, le Centre manitobain de télédétection et plusieurs autres organismes intéressés à surveiller l'état de la végétation dans les régions céréalières de l'Ouest canadien. Ce système produit, pour l'ensemble des Prairies, des images sans nuages dont la résolution au sol est de 1 km et ce, de façon hebdomadaire pendant toute la période de croissance. On utilise ces images pour évaluer l'état des cultures dans chaque région et pour aider à prévoir le rendement des récoltes.

En ce qui concerne l'interaction télédétection-SIG, il est intéressant de souligner qu'il y a un va-et-vient continu d'information entre le SIG et les systèmes d'analyse d'images à l'étape du traitement, ce qui fait ressortir la complémentarité des deux genres de données. Les fonds cartographiques provenant du SIG (A) sont transférés au système d'analyse d'images afin de vérifier l'exactitude des images dont les paramètres géométriques ont été corrigés; une fois superposés aux images, ils servent aussi de référence visuelle et géographique

(C). On extrait également du SIG des polygones administratifs et physiographiques, tels que les municipalités rurales et les régions agro-économiques, qui sont ensuite utilisés comme zones échantillons pour obtenir des statistiques sur les indices de végétation à partir des images (B et D). Ces chiffres sont versés à la base de données du SIG (E) où ils peuvent être combinés à d'autres données sur les conditions météorologiques, le rendement antérieur des cultures ou les sols, par exemple (F), en vue d'analyses plus poussées.

cost and because repetitive coverage permits monitoring changes over time.

### Functions of Integration

Researchers use several methods to integrate GIS and Remote Sensing. The earliest integration work involved visual interpretation of photographic satellite data onto paper maps, which were subsequently digitized for use in a GIS. This approach is still widespread, and is appropriate for users without digital image analysis equipment or for applications for which reliable, automated image processing algorithms are not yet available. The whole operation may now be performed in a completely digital environment — thus bypassing the paper map stage — provided image data may be displayed on the same screen where map creation and editing takes place. Image classification, already a form of thematic map, is another source of map information available from remotely sensed imagery.

But integration is not strictly a one-way operation. Maps may be used to improve the quality of information extracted from imagery. In its simplest form, a map with features such as roads, place names, or political boundaries overlain on an image can greatly enhance the user's ability to interpret a scene by providing ancillary geographic reference and contextual

detail. Overlays may also be used for the geometric registration of images and for verification of those corrections. Areas of known land cover in maps, called polygons, can be used to define training sites to classify a whole image, or to extract summary image statistics. These image statistics, collected on a polygon-by-polygon basis, may be returned to the GIS as additional attributes and examined in combination with other map layers using the full analytical capabilities of the GIS.

### Data Structures and Integration Problems

Until recently, image analysis and GIS technologies had evolved largely independently, despite the fact that both were based on computer processing of spatial information. But the two systems store their information differently. Satellites collect data of the earth in uniform patterns of grid cells (pixels). The LANDSAT Thematic Mapper (TM) instrument, for instance, scans the earth at a grid resolution of 30m by 30m. This is known as a 'raster' data structure and image processing systems were designed to handle raster data very efficiently.

On the other hand, the internal data structure used in digital mapping systems and in many GISs is a 'vector' format where the location of each mapped point is identified by a coordinate pair. Lines

are described by a series of connected points and areas are defined by a closed boundary of lines. This system has high positional accuracy and is compatible with traditional cartographic representation. Early digital mapping systems rejected raster data structures because of the coarse resolution (limited to the ground dimension, or size, of each pixel) and the difficulties in producing conventional line-based maps.

Internal data structures affect the ease with which many typical image analysis and GIS operations can be performed. Raster structures are well suited to overlaying many different images or maps to identify areas which satisfy a complex set of conditions. And because the locational relationships between pixels are inherent in a grid layout, raster data structures also perform spatial operations. Similar operations in a vector environment can be very computer intensive.

### Difficulties of Digital Integration

The early solution to digital integration was conversion from one data structure to the other. Researchers developed *vector-to-raster* and *raster-to-vector* conversion algorithms to permit the insertion of images or classifications into a GIS as an additional map layer, or transfer of map features to an image analysis system.

(comme le matériel d'une société d'électricité qui est installé à l'extérieur), en passant par l'établissement de l'itinéraire des camions de pompiers et des ambulances dans les rues d'une ville.

### Pourquoi intégrer les SIG et la télédétection?

L'intégration de ces outils est justifiée parce que les informations fournies par les images et les cartes peuvent jouer des rôles complémentaires pour la gestion des ressources. Les systèmes d'information géographique se sont avérés très utiles pour cataloguer et mettre en valeur les ressources. C'est pourquoi leur popularité s'est fortement accrue. Il est nécessaire toutefois, dès que ces systèmes sont mis sur pied, de leur verser de grandes quantités de données pour s'assurer que la base cartographique est toujours actuelle et exacte. La télédétection par satellite représente une excellente source de données pour les SIG en fournissant à peu de frais des informations sur une grande superficie. Mais aussi parce que les satellites reviennent régulièrement au-dessus du même endroit, elle permet d'observer comment certains phénomènes changent avec le temps.

### Les méthodes d'intégration

Les chercheurs font appel à plusieurs méthodes pour intégrer les SIG et la

télédétection. Les premiers travaux d'intégration consistaient à interpréter visuellement des photographies illustrant des données prises par satellite, puis à consigner les résultats de cette opération sur des cartes en papier qui étaient plus tard numérisées pour les besoins des SIG. Cette façon de faire est encore très répandue; elle convient aux utilisateurs qui ne possèdent pas le matériel nécessaire à l'analyse d'images numériques et aux applications pour lesquelles il n'existe pas encore d'algorithmes fiables pour le traitement automatique des images. De nos jours, toutes les étapes du processus peuvent être accomplies de façon numérique (ce qui élimine le recours aux cartes en papier), à condition de pouvoir afficher les données-images sur l'écran qui est utilisé également pour créer et vérifier les cartes. Les images soumises à une classification représentent une certaine forme de carte thématique et constituent une autre source d'information cartographique dérivée des images de télédétection.

Toutefois, le processus d'intégration peut aussi se faire en sens inverse. Ainsi, les cartes peuvent servir à améliorer la qualité de l'information extraite des images. Il est possible, en effet, de superposer à une image une carte très simple montrant des éléments comme les routes, les noms géographiques ou les

limites territoriales, de manière à fournir à l'utilisateur les références géographiques et les informations contextuelles supplémentaires qui lui permettront d'interpréter la scène beaucoup plus facilement. On utilise aussi des calques pour s'assurer du repérage géométrique des images et pour vérifier les corrections apportées à cet égard. Par ailleurs, les utilisateurs se servent aussi des parties de carte (appelées « polygones ») où la nature de la couverture terrestre est connue afin de définir des zones échantillons à partir desquelles ils peuvent classer une image ou obtenir certaines statistiques sur l'image à l'étude. Les statistiques qu'ils recueillent au sujet de chaque polygone peuvent être réintroduites dans le SIG à titre d'attributs supplémentaires et examinées avec d'autres catégories d'information cartographique, de façon à tirer pleinement parti de la capacité d'analyse du SIG.

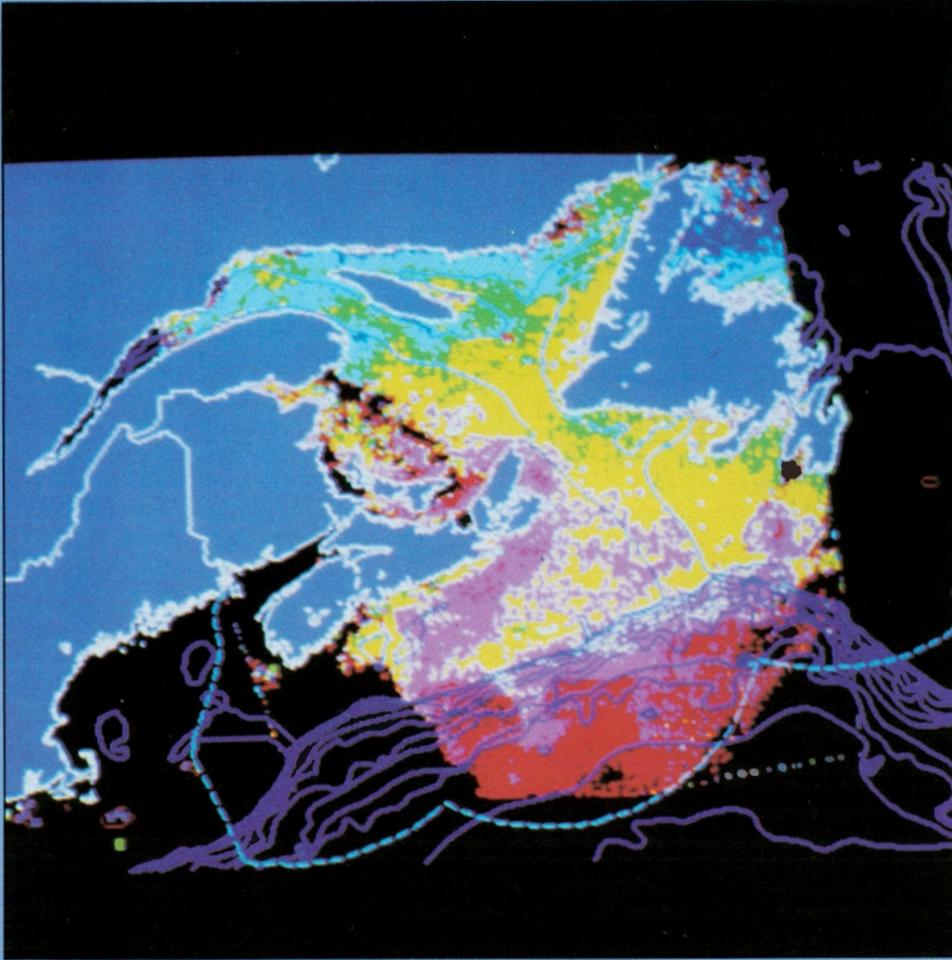
### Problèmes de structure et d'intégration des données

Même si elles sont toutes deux fondées sur le traitement informatique de données à caractère spatial, la technologie de l'analyse d'images et celle des SIG ont évolué en grande partie de façon parallèle jusqu'à tout récemment. Toutefois, ces deux genres de systèmes diffèrent dans

## OCEAR

OCEAR is a prototype system that illustrates the insertion of processed remote sensing imagery into a GIS for subsequent display and analysis. Data from the thermal infrared bands of the NOAA-AVHRR sensor are geometrically registered to a map base and converted to maps of sea-surface temperature using algorithms developed on an image processing system.

The result is then transferred to the GIS where it may be displayed with a variety of vector map overlays such as coastlines, subsurface bathymetry and fishing zone boundaries to assist in locating potential fishing grounds. This system takes advantage of a friendly interface that allows users to roam around geographically by pointing to areas of interest.



## OCEAR

Système prototype, OCEAR montre comment des images de télédétection déjà traitées peuvent être incorporées à un SIG pour être affichées et analysées ultérieurement. Les données prises dans l'infrarouge thermique par le capteur ExEAVHRR de la NOAA sont repérées par rapport à un fonds cartographique, puis converties en cartes de la température de la surface de la mer à l'aide d'algorithmes élaborés sur un système de traitement des images.

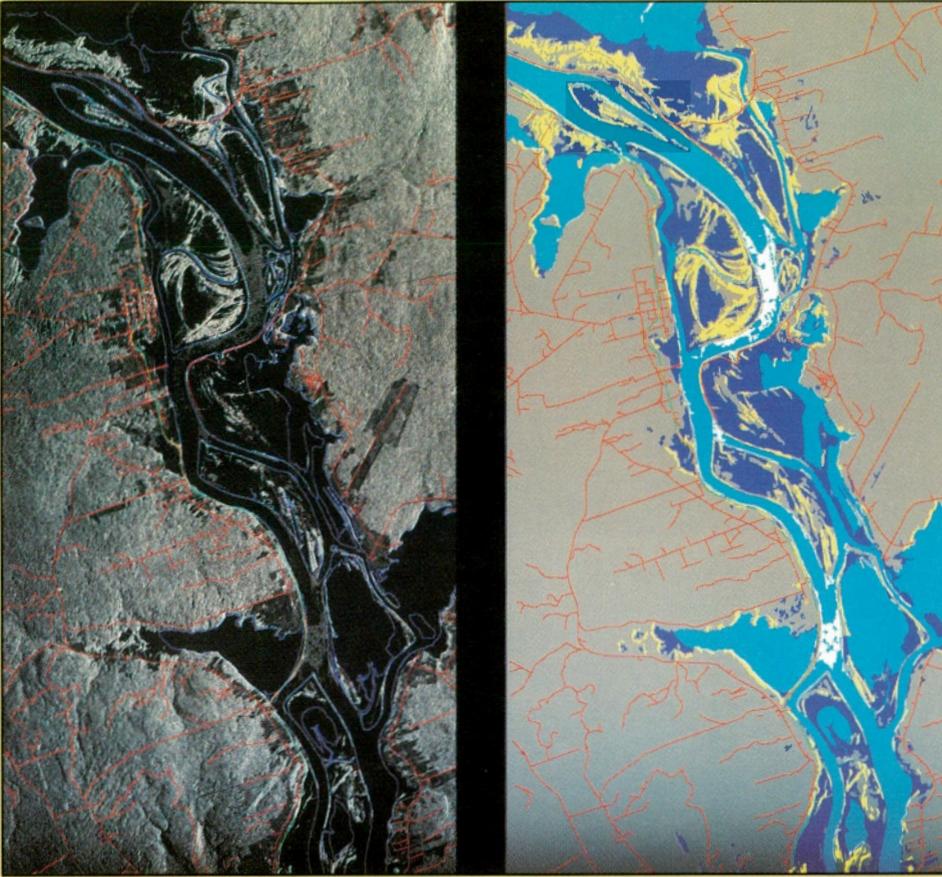
Les cartes ainsi produites sont ensuite transférées au SIG, grâce auquel il est possible de les afficher en même temps que divers calques montrant des éléments vectoriels, comme les côtes, la forme des fonds marins et la limite des zones de pêche identifiant ainsi plus facilement les champs éventuels de pêche. Doté d'une interface conviviale, le système permet à l'utilisateur de se « balader » sur l'écran en désignant des régions d'intérêt particulier.

A difficulty with many of these implementations is that only the graphics information may be transferred between the systems, and not the attached thematic attributes. This problem is more acute in the transfer from GISs to image analysis systems (IAS) because of the large volume of attribute data that may be associated with any one map layer, and because image analysis systems do not normally possess database management capabilities. GIS systems, too, do not readily handle data from IAS systems, particularly the display of multi-channel imagery.

Another integration problem has been the geometric registration of imagery with high resolution digital maps. Like aerial photographs, satellite and airborne remotely sensed images are subject to geometric distortions, particularly in areas of high topographic relief. While sophisticated geometric registration techniques have been developed, they are not in widespread use as they rely on sparsely available digital terrain models to accurately correct for relief displacement. Many users must therefore perform bulk geometric corrections and live with local misregistrations between image and map. To overcome this, some systems offer a local adjustment of the registration so that users may temporarily 'nudge' the image to fit the map. This approach is appropriate for applications which use

leur manière d'emmagasiner l'information. Les satellites recueillent des données sur la Terre selon un réseau uniforme de cellules appelées « pixels ». Par exemple, la résolution au sol de l'appareil de cartographie thématique installé à bord du LANDSAT, c'est-à-dire la taille des pixels, est de 30 m sur 30 m. Il s'agit dans ce cas d'une structure de données dite « matricielle » et les systèmes d'analyse d'images ont été conçus pour traiter ce genre de données avec beaucoup d'efficacité.

En revanche, les systèmes de cartographie numérique et de nombreux SIG sont articulés autour d'une structure de données dite « vectorielle », où l'emplacement de chaque point cartographié est décrit par une paire de coordonnées. Les lignes sont représentées par une série de points reliés les uns aux autres et les surfaces, par plusieurs lignes qui se recoupent de manière à délimiter un espace. Les positions sont très exactes dans ce système et s'harmonisent d'ailleurs aux principes de représentation cartographique classique. Les premiers systèmes de cartographie numérique n'acceptaient pas les données matricielles en raison de leur faible degré de résolution (qui se limitait à la dimension au sol de chaque pixel) et des difficultés



### Cartographie des régions inondées

La télédétection peut saisir des phénomènes temporaires, comme les inondations. Des images radar prises par un capteur aéroporté ont été utilisées ici pour montrer une partie de la vallée de la rivière St. John, au Nouveau-Brunswick, à peu près au moment où le débit de la rivière était à son maximum, en avril 1987.

Les limites du territoire inondé ont été cartographiées à l'aide de techniques de classification intégrées au système d'analyse

d'images. Après avoir transféré cette information au SIG, on a établi, d'après les cartes topographiques de la région, l'emplacement habituel du lit de la rivière; en comparant les deux zones ainsi définies, les chercheurs ont pu calculer la superficie du territoire inondé. Au moyen des données d'altitude puisées elles aussi dans les cartes topographiques, on a ensuite dessiné une coupe transversale du lit de la rivière afin d'aider les chercheurs à déterminer le débit de la rivière au moment de l'inondation.

### Les difficultés reliées à l'intégration de données

Afin d'intégrer les différentes données, les chercheurs ont commencé par vouloir les convertir d'une structure à l'autre. Ils ont ainsi élaboré des algorithmes servant à convertir les données vectorielles en données matricielles, et l'inverse, pour leur permettre d'insérer des images ou des classifications dans un SIG, sous la forme d'un niveau supplémentaire d'information cartographique, ou de transférer des éléments cartographiques à un système d'analyse d'images. Bon nombre des installations fondées sur ce concept souffrent toutefois d'un problème majeur : on ne peut transférer entre les systèmes

### Flood Mapping

Remote sensing can capture temporary phenomena such as flooding. Radar imagery acquired from an airborne sensor was used in this study to image a portion of the St. John River valley, N.B., near the time of peak discharge in April 1987.

Using image classification techniques in the image analysis system, the maximum extent of flooding was mapped. Once transferred to the GIS, this was compared to the normal river channel as recorded in topographic maps of the area. Researchers then calculated the area of flooding. Using elevation information also available from topographic maps, a river channel cross-section was calculated to assist researchers in measuring discharge rates at the time of flooding.

que l'information graphique, et non les attributs thématiques qui y sont associés.

Le problème est plus grave lorsqu'on veut transférer des données d'un SIG à un système d'analyse d'images parce que n'importe quel niveau d'information cartographique peut contenir un volume considérable de données d'attribut et parce que les systèmes d'analyse d'images ne sont habituellement pas en mesure de gérer des bases de données. Il convient toutefois de préciser que les SIG ne peuvent pas non plus facilement traiter les données provenant des systèmes d'analyse d'images; entre autre, l'affichage d'images produites par les capteurs multibandes présente certains problèmes.

Le repérage des images et des cartes numériques à haute résolution est aussi source de problèmes d'intégration. Tout comme les photographies aériennes, les images de télédétection aérospatiale, surtout celles qui représentent des régions où le relief est très accidenté, peuvent souffrir de distorsions géométriques. Bien qu'il existe maintenant des techniques de repérage avancées, leur usage n'est pas très répandu parce que les modèles numériques de terrain auxquels ces techniques font appel pour corriger la parallaxe sont peu courants. Bon nombre d'utilisateurs doivent donc se contenter d'apporter des corrections géométriques globales et tolérer des erreurs locales de

associées à la production de cartes fondées sur des éléments linéaires.

De nombreuses activités typiques reliées à l'analyse d'images et aux SIG sont plus ou moins faciles à exécuter selon la structure interne des données. Les structures matricielles conviennent bien aux situations où il faut superposer de nombreuses images ou cartes différentes afin de distinguer les régions qui satisfont à un ensemble complexe de conditions. Et parce que les rapports spatiaux entre les pixels sont évidents au sein d'un réseau, les structures matricielles servent aussi à des opérations spatiales. Dans un contexte vectoriel, ce genre d'opérations exige une grande quantité de travail sur ordinateur.

visual interpretation and put a premium on quick turn-around, but is less satisfactory for automated techniques.

### Full GIS and Remote Sensing Integration

Several approaches to digital integration have developed which offer varying levels of interaction between map and image data. Most solutions involve recreating a subset of image-processing GIS functions within the host system. For instance, a GIS would offer image read, enhancement and display capabilities in addition to its regular suite of vector analysis software. This type of integration is probably best performed in the GIS because the mechanisms for complex vector manipulations and linkages to the attribute databases are already well developed there. Also, the technical challenge of handling raster data within a GIS is generally lower than recreating adept vector editing and database functions within an image analysis system.

The eventual goal of these attempts is a fully integrated spatial information system which handles raster, vector and attribute data equally well within the same user environment. The system would offer a full range of image processing, mapping and GIS capabilities and would perform its analytical functions in the data structure most appropriate to the operation, regardless of the actual storage format.

repérage entre l'image et la carte. Pour résoudre ce problème, certains systèmes permettent de rectifier le repérage dans une partie de la région illustrée. L'utilisateur compresse, en quelque sorte, l'image temporairement afin qu'elle corresponde exactement à la carte. Cette manière de procéder convient bien aux cas où l'interprétation est faite visuellement et où les délais de production sont très courts, mais elle donne des résultats moins satisfaisants lorsqu'on l'applique à des techniques automatisées.

### Intégration complète des SIG et de la télédétection

Les différentes formules d'intégration numérique qui existent actuellement permettent plus ou moins d'interaction entre les données cartographiques et les données associées aux images. Dans la plupart des cas, il faut recréer au sein du système hôte un sous-ensemble de fonctions SIG servant à traiter les images. Par exemple, les SIG offriraient des fonctions de lecture, d'amélioration et d'affichage des images, en plus de l'ensemble habituel de logiciels d'analyse vectorielle. Les SIG sont donc probablement plus aptes à réaliser ce genre d'intégration parce qu'on y trouve déjà les mécanismes nécessaires à l'exécution de manipulations vectorielles

Because barriers to integration will be minimized in this type of system, we anticipate that GIS users will begin to routinely use remotely sensed imagery to maintain and update their data bases. Remote sensing users, also, should begin to exploit the full information content of image data through analytical techniques that make use of the wealth of contextual information available in a GIS.

### Conclusion

The mechanisms for successful remote sensing-GIS integration exist and have been used in a variety of applications. Indeed, most applications projects at EMR's Canada Centre for Remote Sensing (CCRS) now routinely use map information in GISs as an important ancillary data source, and many projects rely on higher levels of image-map interaction.

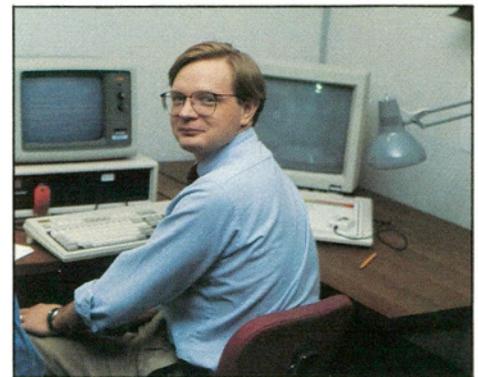
Now that many of the technical issues of integration are being effectively addressed, the emphasis in future work will be the development of smart, applications-specific algorithms that will use all available map and image information within a system to assist in answering resource management questions. An important offshoot of the experience gained in this work is that it is shared with Canadian industry for the continual development of their image analysis and GIS products.

complexes et à l'établissement de liens avec les bases de données d'attribut. Qui plus est, il semble généralement moins difficile, sur le plan technique, de traiter des données matricielles dans un SIG que de doter un système d'analyse d'images de fonctions expertes reliées à la correction vectorielle et aux bases de données.

Les travaux visent à créer un système d'information spatiale entièrement intégré qui pourrait traiter indifféremment des données matricielles, vectorielles et d'attribut dans un même contexte d'utilisation. Ce système offrirait toute une gamme de fonctions se rapportant au traitement des images, à la cartographie et aux SIG et utiliserait la structure de données la plus appropriée aux opérations d'analyse, peu importe sous quelle forme les données sont mémorisées.

Parce que ce genre de système éliminera dans une large mesure les obstacles à l'intégration, nous prévoyons que ceux qui utilisent des SIG compteront de plus en plus sur les images de télédétection pour tenir à jour et enrichir leurs bases de données. Parallèlement, ceux qui se servent d'images de télédétection pourront exploiter toute l'information que ces images renferment, grâce à des techniques d'analyse qui tireront parti de l'abondante information contextuelle offerte par les SIG.

Michael Manore is a scientist in the Applications Division of the Canada Centre for Remote Sensing.



Michael Manore est un scientifique à la Division des applications du Centre canadien de télédétection.

### Conclusion

Les mécanismes nécessaires au succès de l'intégration de la télédétection et des SIG existent actuellement et ont déjà été utilisés à diverses fins. En fait, la plupart des projets d'application en cours au Centre canadien de télédétection (CCT) d'EMR utilisent de façon courante l'information cartographique versée à des SIG comme source importante de données auxiliaires; par ailleurs, de nombreux projets prévoient une interaction encore plus poussée entre les images et les cartes.

Puisque bon nombre des questions techniques relatives à l'intégration sont en voie d'être résolues, les travaux qui seront entrepris dans l'avenir viseront d'abord et avant tout à mettre au point des algorithmes intelligents, propres à des applications particulières, qui pourront puiser à toutes les sources de données de cartes et d'images d'un système pour aider à résoudre des problèmes de gestion des ressources. Enfin, il ne faut pas oublier que le CCT partage le fruit de ses recherches avec l'industrie canadienne afin d'aider cette dernière à améliorer sans cesse les systèmes d'analyse d'images et les SIG qu'elle met au point.

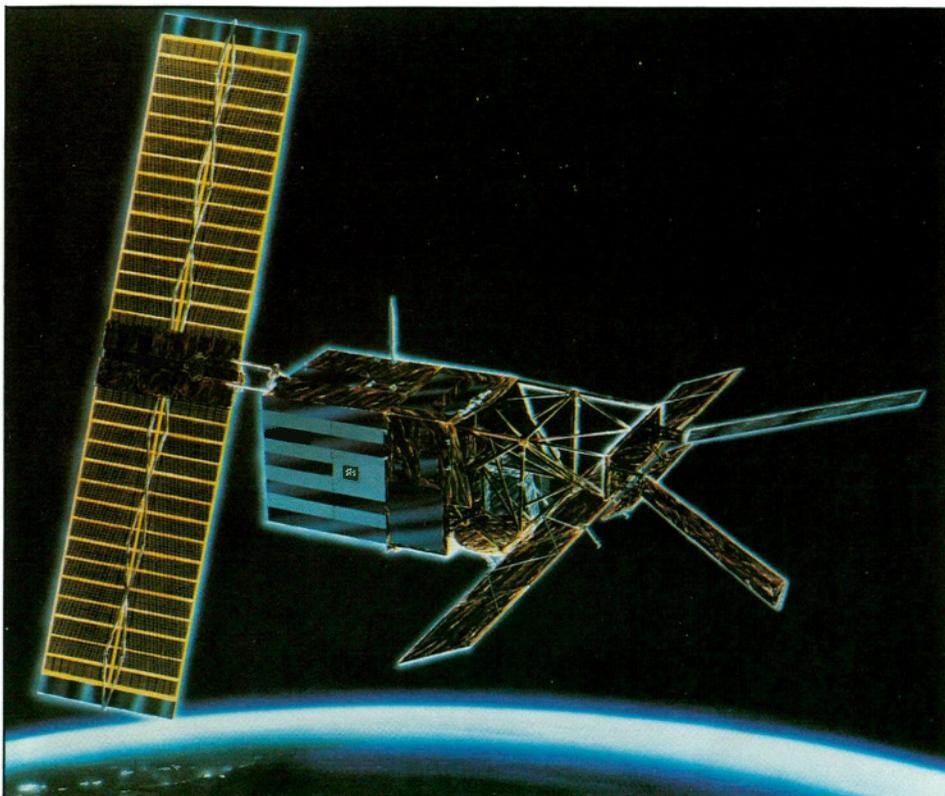
# ERS-1 Points the Way for RADARSAT

**Advanced radar instruments carried by satellites in polar orbit will soon be used to gather Earth observation data**

by Nigel Denyer, Julius Princz, Tom Feehan and Primrose Ketchum

Several space agencies are developing advanced satellite radar sensing instruments to fly in polar orbits suitable for Earth observation.

The European Space Agency's first remote sensing satellite, ERS-1, to be launched in late 1990, will carry such an instrument (Fig. 1). Canada, through EMR's Canada



## Le satellite ERS-1 : un modèle pour RADARSAT

**Des instruments radar perfectionnés sur satellites en orbite polaire serviront bientôt à acquérir des données d'observation de la Terre**

par Nigel Denyer, Julius Princz Tom Feehan et Primrose Ketchum

Plusieurs agences spatiales travaillent à mettre au point des systèmes radar sur satellites en orbite polaire qui utiliseront des techniques de pointe pour observer la Terre.

Le ERS-1, premier satellite de télédétection de l'Agence spatiale européenne qu'on prévoit lancer à la fin des années 90, sera équipé de tels systèmes (fig. 1). Par l'entremise du Centre

canadien de télédétection (CCT) d'EMR, le Canada a participé au programme de mise au point du ERS-1, voyant là une excellente occasion d'acquérir une expérience pertinente à son programme RADARSAT qui prévoit la mise en orbite du satellite canadien en 1994.

Le ERS-1 et le RADARSAT plus perfectionné seront tous deux équipés de

Centre for Remote Sensing (CCRS), has participated in the ERS-1 program from the start, recognizing a valuable opportunity to gain experience relevant to Canada's own RADARSAT satellite program, due for launch in 1994.

Both ERS-1 and the more advanced RADARSAT will carry Synthetic Aperture Radar (SAR) instruments. The aperture of a radar is a measure of the size of the antenna, which determines the resolution of the images. Synthetic aperture radar uses the velocity of the satellite to synthesize a virtual antenna equivalent to a physical antenna many kilometres in length, with image resolution down to 10 m.

The advantage of radar instruments over optical instruments, like those used on LANDSAT and SPOT satellites, is that radar is an active sensor which can penetrate cloud and darkness, so that data acquisition is complete and reliable. This is essential for operational monitoring of Earth's resources.

Both ERS-1 and RADARSAT will transmit raw SAR data directly to satellite receiving stations on the ground. In Canada, CCRS is upgrading its facilities to acquire, process and distribute satellite SAR data.

*Figure 1 European Space Agency's first remote sensing satellite, ERS-1.*

*Figure 1 Premier satellite de télédétection de l'Agence européenne de l'espace ERS-1.*

systèmes radar à ouverture synthétique (ROS). L'ouverture d'un radar est une mesure de la taille de l'antenne et sert à déterminer la résolution des images. À partir de la vitesse du satellite, le radar à ouverture synthétique simule une antenne virtuelle équivalant à une antenne réelle dont la longueur est de plusieurs kilomètres, pour produire des images ayant une résolution de 10 m.

Comparativement aux instruments optiques, tels que ceux utilisés sur les satellites LANDSAT et SPOT, les systèmes radar ont l'avantage d'être des capteurs actifs capables de voir à travers les nuages et dans l'obscurité. Ils procurent donc des données complètes et fiables essentielles à la surveillance des ressources de la Terre.

Les satellites ERS-1 et RADARSAT transmettront tous deux des données ROS brutes directement aux stations de réception au sol. Au Canada, le CCT modernise ses installations de manière à ce qu'elles puissent acquérir, traiter et diffuser des données ROS.

Il faut considérablement traiter les données ROS brutes avant d'obtenir des images utilisables (fig. 2). Le CCT et la société MacDonald Dettwiler Associates

Raw SAR data requires considerable processing to produce usable images (Fig. 2). CCRS and its industrial contractor, MacDonald Dettwiler Associates Ltd., have developed a high-speed SAR processor for ERS-1. High (25-35 m) and low (100 m) resolution SAR image data will be distributed to users in digital and photographic form. Data, depending on the type and level of corrections, will be available within three hours of acquisition.

### The Canadian SAR Data Acquisition and Processing Facility

This facility will receive requests for SAR image data from users; schedule SAR instruments on satellites to acquire raw data; receive data transmitted from satellites; transform raw SAR data into imagery; and distribute it to users.

The facility consists of two Data Acquisition stations at Gatineau, Quebec, and Prince Albert, Saskatchewan, and a Data Processing Centre near Ottawa (Fig. 3).

Users place 'product orders' for SAR data with the CCRS Order Desk. If the data exists, the order will be filled from the SAR data archive. If the data does not exist, a spacecraft data acquisition request will be generated by the Mission Management Office. Upon confirmation of a scheduled acquisition, work orders will be generated and equipment and

communication links will be commanded to process and distribute the data.

The **Data Acquisition Stations** receive SAR data transmitted from ERS-1 and RADARSAT and retransmit it to the Data Processing Centre.

The **Gatineau Satellite Station** was originally established in 1985 to receive data from the French SPOT-1 satellite. The system was upgraded in 1988 to allow data acquisition from the Japanese MOS-1 satellite and there are now plans to acquire data from the EOSAT LANDSAT-6.

The **Prince Albert Station** began as a radar tracking facility for the Department of National Defence (DND). When DND no longer needed it, EMR took it over for data reception from the NASA ERTS satellite (LANDSAT-1). The facility already contained a tracking antenna system which, with some modifications, could be used to track LANDSAT-1.

The Prince Albert Station has been used continuously to acquire data from the LANDSAT series and, beginning in 1974, the NOAA/TIROS series. In 1981, an X-Band antenna system was added to receive Thematic Mapper data from LANDSAT-1. In 1985, this system was adapted to acquire data from SPOT-1.

*Figure 2 Synthetic aperture radar image of the Ottawa valley, east of Ottawa, Ontario, on January 12, 1987.*

New ERS-1 satellite antenna receiving systems (supplied by Scientific-Atlanta, Inc.) were installed at the Gatineau and Prince Albert stations in the spring of 1989. Both antenna systems are equipped for X-Band (8.0-8.4 GHz) tracking and data reception and S-Band (2.2-2.3 GHz) tracking; and both can be upgraded to receive and transmit S-Band data for RADARSAT tracking, telemetry and control. These additional antenna systems, dedicated to ERS-1 and RADARSAT, will avoid conflicts among data acquisition requirements from several spacecraft.

Tape recorder systems at the receiving stations provide intermediate data storage.



*Figure 2 Image de la vallée de l'Outaouais, à l'est d'Ottawa, Ontario, obtenue par un radar à ouverture synthétique, le 12 janvier 1987.*

Ltd., sous-traitant de l'industrie, ont mis au point un processeur de ROS à haute vitesse pour le satellite ERS-1. Il permettra de produire des images de haute résolution (25-35 m) et de faible résolution (100 m) à partir de données ROS. Ces images pourront être remises aux utilisateurs sous forme numérique ou photographique dans les trois heures suivant l'acquisition des données, selon le type et le niveau de corrections qu'il faudra y apporter.

### Centre canadien d'acquisition et de traitement de données ROS

Le Centre canadien d'acquisition et de traitement de données ROS est chargé de recevoir les demandes des utilisateurs, de planifier les projets de saisie de données brutes nécessaires en vue de répondre à ces demandes, de recevoir les données transmises par les satellites, de traduire les données ROS brutes en images et de les distribuer aux utilisateurs.

Le Centre comprend deux stations de réception, l'une à Gatineau (Québec) et l'autre à Prince Albert (Saskatchewan), ainsi qu'un Centre de traitement des données près d'Ottawa (fig. 3).

Les utilisateurs présentent leurs demandes de données ROS au Bureau des commandes du CCT. Si les données ont déjà été acquises, le Bureau les obtient

des archives. Dans le cas de nouvelles données, le Centre de coordination des missions présente une demande d'acquisition de données par système aéroporté. Une fois la mission de saisie de données confirmée, le Bureau remplit le bon de commandé et réserve les instruments et les liaisons nécessaires en vue du traitement et de la diffusion des données. Les stations de réception captent les données ROS transmises par les satellites ERS-1 et RADARSAT, et les retransmettent au Centre de traitement.

De nouveaux systèmes d'antennes de réception de données provenant du satellite ERS-1 (fournis par la société Scientific-Atlanta, Inc.) ont été installés aux stations de Gatineau et de Prince Albert au printemps de 1989. Les deux systèmes sont équipés de dispositifs de poursuite et de réception de données en bande X (8,0-8,4 GHz) et de dispositifs de poursuite en bande S (2,2-2,3 GHz). Tous deux peuvent aussi être modifiés de façon à recevoir et à transmettre des données en bande S pour les activités de poursuite, de télémétrie et de contrôle du RADARSAT. Ces nouveaux systèmes d'antennes, réservés aux satellites ERS-1 et RADARSAT, permettront d'éviter les

conflits relativement aux demandes de saisies de données par plusieurs engins spatiaux.

Des systèmes d'enregistrement sur bandes magnétiques aux stations de réception permettent de stocker provisoirement les données. Les données ainsi emmagasinées sont repassées par l'entremise du réseau de transmission en une fraction du temps réel de traitement des processeurs de données ROS ( du temps réel pour les données du RADARSAT).

La station satellite de Gatineau avait été construite en 1985 pour recevoir les données du satellite français SPOT-1. Son système a été modernisé en 1988 afin de permettre la réception de données du satellite japonais MOS-1, et on prévoit actuellement y recevoir les données du satellite EOSAT LANDSAT-6.

La station de Prince Albert n'était au départ qu'une installation de poursuite

Recorded data is replayed into the data transmission network at some fraction of real time which can be handled by the SAR processors (1/4 real time for RADARSAT).

The new antenna systems at Gatineau and Prince Albert allow coverage over virtually all of Canada and the continental U.S. (Fig. 4).

**SAR Data Processing Centre**

The centre collects, processes and distributes all user-requested data. It communicates between data acquisition stations and users via the Product Order Desks and the Mission Management Office.

The Data Processing Facility accepts user requests; maintains the SAR data archive;

translates user requests into product orders and then into instrument acquisitions; communicates with the Mission Control Centre for instrument acquisition scheduling; and consolidates Canadian ERS-1 and RADARSAT data requirements.

The facility has been designed for two SAR processors. The ERS-1 SAR processor is based on the Teamed Architecture Signal Processor, T-ASP 2000, manufactured by Motorola Information Systems. It operates at a maximum speed of 1/40 real time. The RADARSAT processor will be added prior to RADARSAT launch and will be dedicated to producing high-volume, fast-turnaround SAR imagery at 1/4 real time.

Inputs and outputs for both SAR processors can be either computer-compatible tape or high-density digital tape.

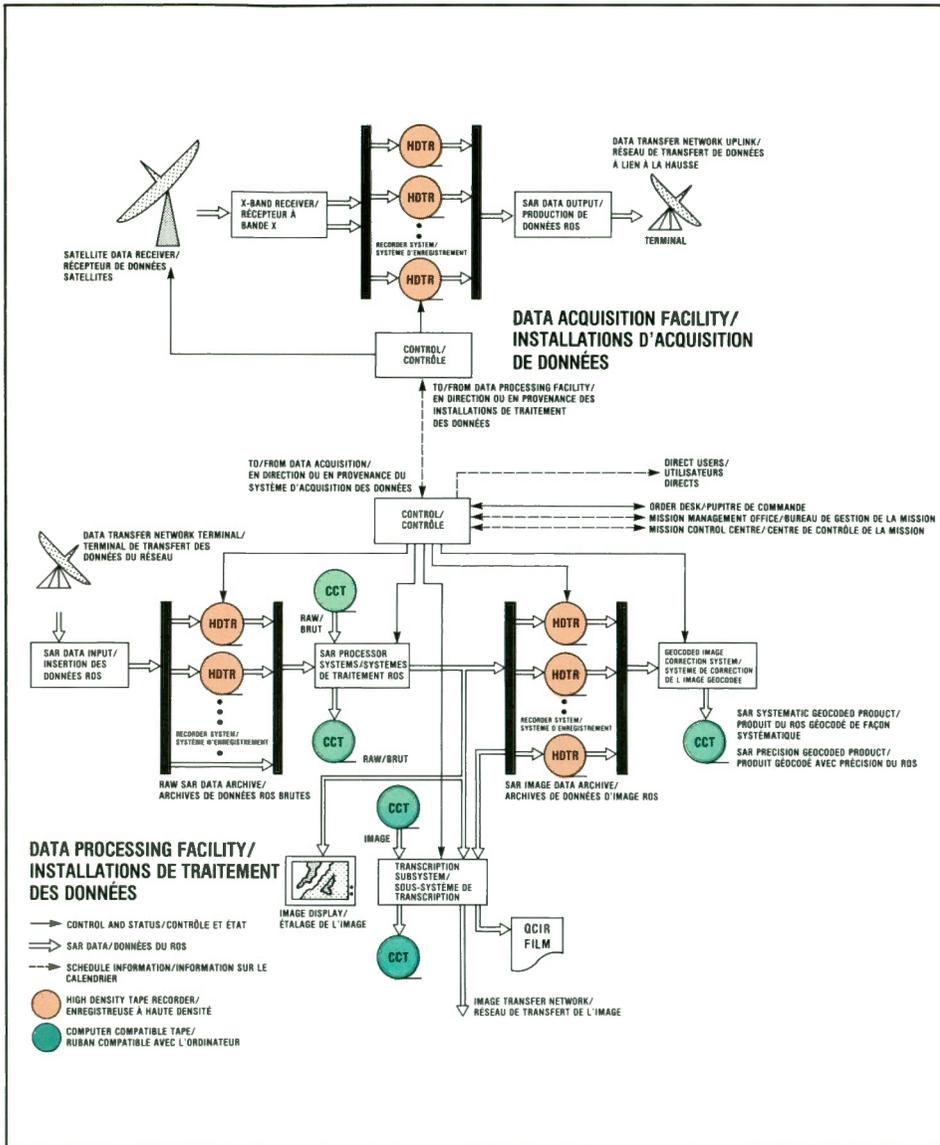
**Products**

Users can request five categories of SAR products:

- Georeferenced Fine Resolution
- Georeferenced Coarse Resolution
- System Geocoded
- Precision Geocoded
- Special Products

*Figure 3 SAR Data Acquisition and Processing Facility*

*Figure 3 Installations d'acquisition et de traitement des données ROS.*



radar pour le ministère de la Défense nationale (MDN). Lorsque le MDN n'en a plus eu besoin, EMR l'a reprise pour en faire un centre de réception de données du satellite ERTS de la NASA (LANDSAT-1). Elle était déjà équipée d'un système d'antennes de poursuite qui, moyennant quelques modifications, pouvait servir à la poursuite du LANDSAT-1.

La station de Prince Albert a toujours servi de Centre de réception de données des satellites LANDSAT et, à partir de 1974, des satellites NOAA/TIROS. En 1981, on y a ajouté un système d'antennes en bande X permettant de recevoir les données du

capteur thématique de LANDSAT-1. En 1985, ce système a été modifié de manière à capter les données du satellite SPOT-1.

Les nouveaux systèmes d'antennes des stations de Gatineau et de Prince Albert assurent une couverture virtuellement intégrale du Canada et des États-Unis continentaux (fig. 4).

**Centre de traitement de données ROS**

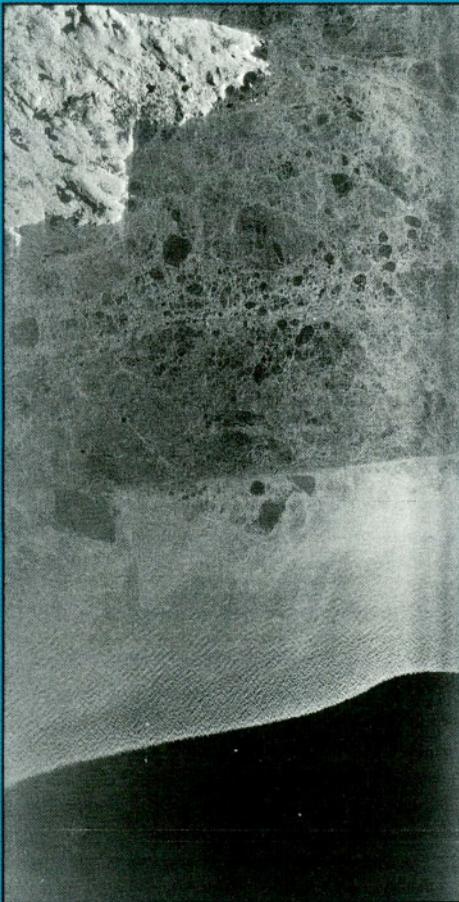
Le Centre reçoit, traite et diffuse toutes les données demandées par les utilisateurs. Il communique avec les stations de saisie et les utilisateurs par l'entremise du Bureau des commandes et du Bureau de coordination des missions.

Le Centre de traitement de données accepte les demandes des utilisateurs; il tient les archives ROS; suite aux demandes des utilisateurs, il place des commandes de produits puis des demandes de réservation d'instruments; il communique avec le Centre de contrôle des missions pour réserver les instruments voulus et il consolide les demandes de données des satellites ERS-1 et RADARSAT.

Ce Centre a été conçu pour deux processeurs de données ROS. Le processeur de données ROS captées par le satellite ERS-1 est conçu selon le T-ASP 2000 (Teamed Architecture Signal Processor), fabriqué par la société Motorola Information Systems. Il fonctionne à une vitesse maximum égale à un quarantième du temps réel. Un processeur de données RADARSAT sera installé avant le lancement du satellite canadien et servira uniquement à produire très rapidement une grande quantité d'images ROS en un quart du temps réel.

Les données à traiter et les produits des deux processeurs peuvent être sur bandes lisibles par ordinateur ou sur bandes magnétiques numériques de haute densité.

**Ice forecasting:** The Ice Forecasting Centre for the Atmospheric Environment Service uses data from many sources to prepare ice charts of the Arctic, the east coast and other ice-infested waters, for safer operation of vessels and oil rigs. The Data Processing Facility will be connected directly to the ice centre so that SAR ice images can be sent within three hours of acquisition and incorporated into ice charts. Image: Cap St. Francis, Newfoundland.



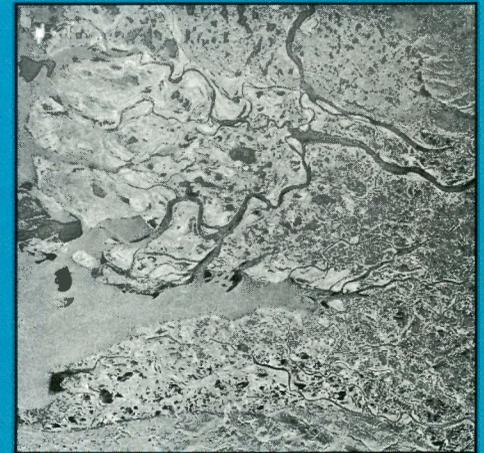
**Prévision du mouvement des glaces :** Le Centre de prévision du mouvement des glaces du Service de l'environnement atmosphérique utilise les données obtenues de diverses sources pour établir les cartes des glaces de l'Arctique, de la côte Est et d'autres régions recouvertes de glaces, dans le but d'assurer l'exploitation en toute sécurité des vaisseaux et des plates-formes de forage. Comme le Centre de traitement des données sera relié directement au Centre de prévision du mouvement des glaces, les images ROS des glaces pourront être envoyées à ce dernier dans les trois heures suivant l'acquisition des données et ainsi être intégrées aux cartes. Image : Cap St. Francis (Terre-Neuve)

**Land use:** Land use can be monitored regularly to show agriculture, forests, urban development and parkland. Data can be used to measure urban encroachment, loss of green areas and tropical deforestation. Image: Carp Ridge, Ottawa, Ontario.



**Utilisation des terres :** On peut surveiller l'utilisation des terres sur une base régulière et voir quelles parts sont consacrées à l'agriculture, aux forêts, au développement urbain et aux parcs. Les données peuvent servir à mesurer l'envahissement urbain, la diminution des régions de verdure et le déboisement de la forêt tropicale. Image : Chaînon de Carp, Ottawa (Ontario)

**Geology:** SAR images show up surface relief features and can be used to interpret underlying geology, often in conjunction with data from other sources. Use of SAR data is expected to reduce the scope, time and expense of on-site geological and mineral exploration surveys. Image: Mackenzie River Delta, N.W.T.



**Géologie :** Les images ROS laissent voir le relief de la surface. Lorsqu'elles sont utilisées en conjonction avec des données provenant d'autres sources, elles peuvent souvent servir à interpréter la géologie du sol. L'utilisation de données ROS devrait permettre de réduire la portée, la durée et le coût des études géologiques et de l'exploration minérale sur le terrain. Image : Delta du fleuve Mackenzie, T. N.-O.

Table 1 ERS-1 SAR Products

| PRODUCT/<br>PRODUIT  | RESOLUTION/<br>RÉSOLUTION | QUANTIZATION/<br>NUMÉRISATION          | COVERAGE/<br>COUVERTURE   | CORRECTION/<br>CORRECTION                                | LOCATION<br>ACCURACY/<br>PRÉCISION<br>DE L'EMPL. | MEDIUM/<br>MÉDIUM   |
|--|---------------------------|--|---|--|--|---|
| GEOREFERENCED<br>FINE RESOLUTION/<br>GÉORÉFÉRENCÉ<br>À HAUTE<br>RÉSOLUTION       | 30 × 35 m                 | 8 BITS                                 | SWATH/VISÉE   | GROUND RANGE/<br>PORTÉE AU SOL                           | 1100 m   | CCT, FILM,<br>DIGITAL LINK/<br>BOC, FILM,<br>LIAISON<br>NUMÉRIQUE |
| GEOREFERENCED<br>COARSE<br>RESOLUTION/<br>GÉORÉFÉRENCÉ<br>À FAIBLE<br>RÉSOLUTION | 100 × 100 m               | 8 BITS                                 | SWATH/VISÉE   | GROUND RANGE/<br>PORTÉE AU SOL                           | 1100 m   | CCT, FILM,<br>DIGITAL LINK/<br>BOC, FILM,<br>LIAISON<br>NUMÉRIQUE |
| SYSTEMATIC<br>GEOCODED/<br>GÉOCODÉE<br>DE FAÇON<br>SYSTÉMATIQUE                  | 35 × 35 m                 | 8 BITS                                 | 4 NTS MAP<br>SHEETS OR<br>SMALLER/<br>4 FEUILLETS POUR<br>CARTE DE STN OU<br>PLUS PETIT | E.G. UTM/<br>P. EX., UTM                                 | 1100 m   | CCT, FILM DIGITAL<br>LINK/<br>BOC, FILM,<br>LIAISON<br>NUMÉRIQUE  |
| PRECISION<br>GEOCODED/<br>GÉOCODÉE AVEC<br>PRÉCISION                             | 35 × 35 m                 | 8 BITS                                 | 4 NTS MAP<br>SHEETS OR<br>SMALLER/<br>4 FEUILLETS POUR<br>CARTE DE STN OU<br>PLUS PETIT | E.G. UTM<br>(NO RELIEF)<br>P. EX., UTM<br>(SANS RELIEF)  | 35 m   | CCT, FILM DIGITAL<br>LINK/<br>BOC, FILM,<br>LIAISON<br>NUMÉRIQUE  |
| <b>SPECIAL PRODUCTS/<br/>PRODUITS SPÉCIAUX</b>                                   |                           |  |   |  |  |   |
| MULTI-LOOK<br>DETECTED/<br>REGARDS<br>MULTIPLES<br>DÉTECTÉS                      | 30 × 35 m                 | 16 BITS                                | SWATH/VISÉE   | GROUND OR<br>SLANT RANGE/<br>PORTÉE AU SOL<br>OU OBLIQUE | 1100 m   | CCT/BOC   |
| 1-LOOK DETECTED/<br>REGARD SIMPLE<br>DÉTECTÉ                                     | 7 × 35 m                  | 16 BITS                                | SWATH/VISÉE   | GROUND OR<br>SLANT RANGE/<br>PORTÉE AU SOL<br>OU OBLIQUE | 1100 m   | CCT/BOC   |
| 1-LOOK COMPLEX/<br>REGARD SIMPLE<br>COMPLEXE                                     | 7 × 35 m                  | 16 BITS (I AND Q)/<br>16 BITS (I ET Q) | SWATH/VISÉE   | GROUND OR<br>SLANT RANGE/<br>PORTÉE AU SOL<br>OU OBLIQUE | 1000 m   | CCT/BOC   |
| SIGNAL — DATA/<br>SIGNAL —<br>DONNÉES  | —                         | 8 BITS                                 | SWATH/VISÉE   | —  | —  | CCT/BOC   |

Table 1 Produits du ROS ERS-1

### Produits

Les utilisateurs peuvent choisir parmi cinq catégories de produits ROS :

- Produits de haute résolution à référence géographique,
- Produits de faible résolution à référence géographique,
- Produits géocodés avec corrections systématiques,
- Produits géocodés avec corrections de précision,
- Produits spéciaux.

Le Centre offre principalement des produits obtenus grâce aux données ROS de haute résolution à référence géographique transmises par ERS-1, et stockées sur bandes magnétiques

numériques de haute densité. Ces produits sont le résultat de la résolution nominale transversale de 30 m et longitudinale de 35 m, d'une correction distance-sol obtenue au moyen de six échantillonnages. L'image qui en résulte prendra l'aspect d'un couloir de 100 km centré sur la trace du capteur du satellite. Quant aux autres produits obtenus grâce aux données ROS, à l'exception des produits spéciaux, ils en dérivent tous.

Les produits de faible résolution seront dérivés des produits de haute résolution. La résolution nominale sera de 100 m et le nombre d'échantillonnages sera porté à 64.

On obtient les produits géocodés avec corrections systématiques et corrections

de précision en apportant des corrections géométriques aux produits de haute résolution à référence géographique. Par correction géométrique, on entend la rotation de l'image vers le nord, le « haut », ainsi que la modification du cadre de l'image pour que celle-ci puisse être superposée sur le quadrillage U.T.M., sur une grille stéréoscopique polaire et sur une carte conforme de Lambert. On apporte aux produits géocodés les corrections nécessaires selon les paramètres orbitaux du satellite et les modèles numériques de terrains disponibles. Les produits géocodés avec corrections systématiques sont disponibles de deux à huit jours après la réception des données. Les produits géocodés avec

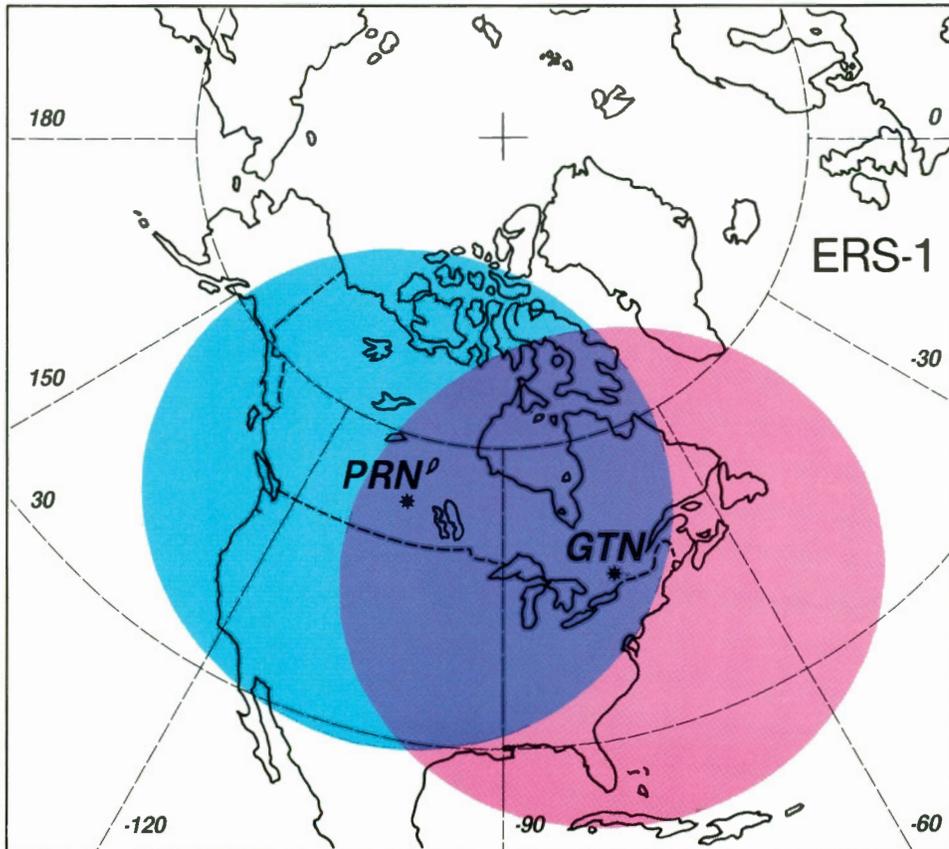
For ERS-1, SAR Georeferenced Fine Resolution products are the facility's primary output and will be archived on high-density digital tape. They will be ground-range projected, using six looks, resulting in a nominal resolution of 30 m in azimuth and 35 m in ground range. The image will be in the form of a 100-km swath aligned along the satellite track. All other SAR products, except special products, will be derived from these.

Coarse resolution products will be a reduced resolution version derived from fine resolution products. Resolution will be nominally 100 m with the number of effective looks increasing to 64.

System Geocoded and Precision Geocoded products are generated by

applying geometric corrections to Georeferenced Fine Resolution products. Geometric corrections will include image rotation to the north, 'up', plus framing to match Universal Transverse Mercator, Polar Stereographic or Lambert conformal map sheet grids. Geocoded products will be corrected using satellite orbital data and digital terrain models, if available. System Geocoded products will be available two to eight days after data reception; Precision Geocoded products will be available within three weeks of order acceptance or data reception.

**Figure 4 Data Acquisition Facility coverage.** PRN — Prince Albert, Saskatchewan; GTN — Gatineau, Quebec



corrections de précision le sont dans les trois semaines suivant la réception de la demande ou des données.

On s'attend à ne recevoir que quelques demandes de produits spécialisés tels que des images à visées multiples, des images à visée unique pleine résolution, des images complexes à visée unique pleine résolution et des signaux non traités.

Un meilleur choix de produits obtenus par le RADARSAT, plus perfectionné, sera offert. Ces produits seront classés en fonction de la résolution comparée à la largeur du couloir, selon une échelle allant d'une résolution de 10 m à plus de 45 km de couloir, jusqu'à une résolution de 100 m à plus de 500 km de couloir.

**Figure 4 Couverture des installations d'acquisition des données.** PRN — Prince Albert, Saskatchewan; GTN — Gatineau, Québec

**Applications des données ERS-1**

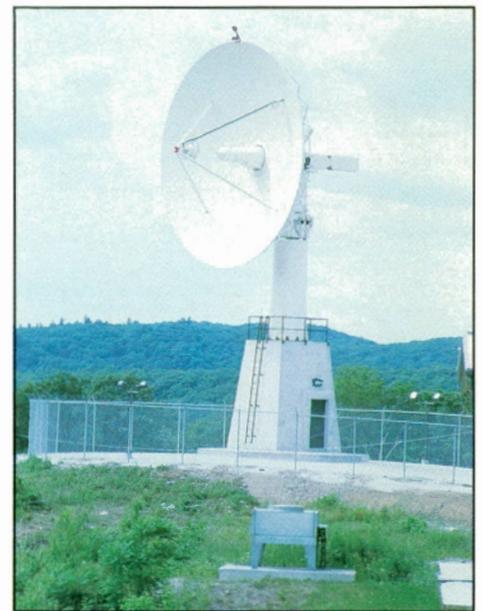
Le ERS-1 sera le premier satellite radar en bande C qui servira à des expériences scientifiques et à des démonstrations. L'Agence spatiale européenne a approuvé des projets visant à démontrer l'utilité des données ROS dans divers domaines. Des scientifiques canadiens participeront à ces projets à titre de membres d'équipes internationales ou de groupes nationaux. Au Canada, les données ROS servent déjà à diverses fins allant de la localisation des glaces dans l'Arctique à la surveillance de l'utilisation des terres dans le sud du pays.

For the more advanced RADARSAT, there will be a greater choice of products in terms of resolution versus swath width, ranging from 10 m resolution over a 45-km swath to 100-m resolution over a 500-km swath.

**Applications of ERS-1 Data**

ERS-1 will be the first C-band radar satellite available for scientific experiments and operational demonstrations. The European Space Agency has approved projects that will demonstrate SAR data's usefulness in a variety of applications. Canadian scientists will participate in these projects, either as part of international teams or as national groups. Canadian interests in SAR data applications range from ice detection in Arctic waters to land-use monitoring in southern Canada.

**Satellite data receiver**



**Récepteur de données satellites**

Comme le radar actif peut pénétrer la couche de nuages et l'obscurité, les données ROS sont particulièrement utiles dans le cas d'applications exigeant des couvertures répétées, fréquentes et fiables. L'acquisition de bonnes images ROS lors d'un passage donné étant garantie, on peut établir des systèmes de surveillance en étant certain de toujours obtenir des résultats valables.

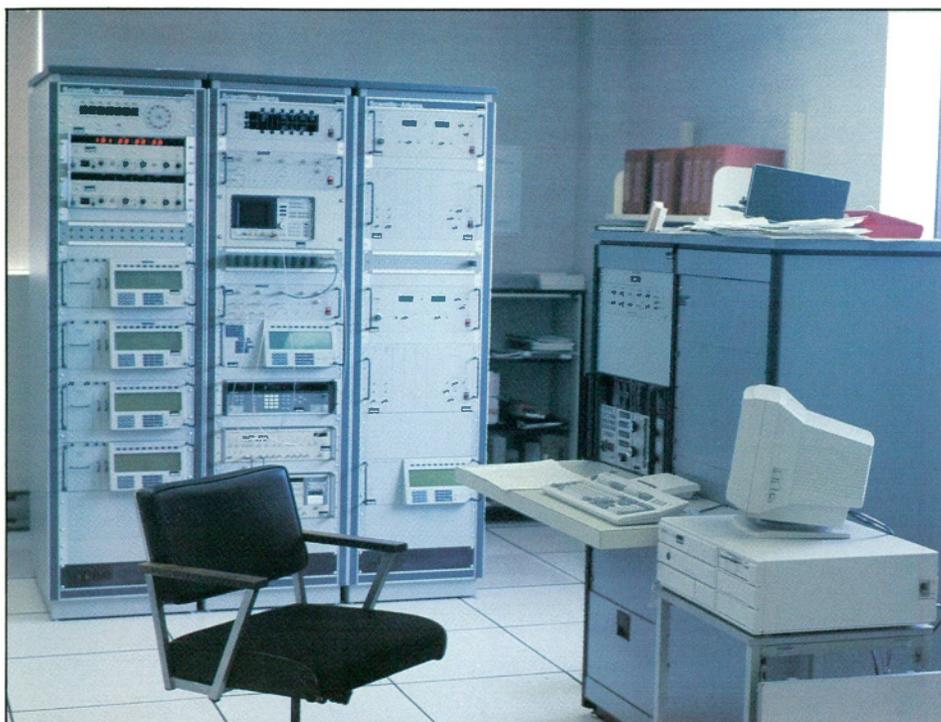
Le Canada participe au projet du ERS-1 surtout en vue de se préparer à la mise en oeuvre de son programme RADARSAT. Les données ERS-1 seront utilisées dans le cadre de projets de recherche expérimentale et de projets pilotes visant à mettre au point de nouvelles applications des données ROS afin d'accroître l'utilité et les retombées économiques possibles du RADARSAT.

SAR data is especially valuable for applications requiring frequent, reliable, repeat coverage because the active radar instrument can penetrate cloud and darkness. Acquisition of a good SAR image on a given pass can be guaranteed, so that monitoring systems can be set up in the knowledge that a steady input of good data will be available.

Canada is participating in ERS-1 mainly to prepare for our own RADARSAT program. ERS-1 data will be used experimentally and in pilot projects to develop new applications for SAR data to enhance the usefulness and commercial potential of RADARSAT.

Nigel Denyer is ERS-1 Project Manager and Julius Princz and Tom Feehan are scientists at EMR's Canada Centre for Remote Sensing. Primrose Ketchum is Editor of GEOS. The authors wish to acknowledge MacDonald Dettwiler, the European Space Agency, and CCRS researchers Scott Patterson, Terry Pultz and Roy Slaney.

**Control centre**



Nigel Denyer est responsable du projet du ERS-1 tandis que Julius Princz et Tom Feehan comptent parmi les scientifiques du Centre canadien de télédétection d'Énergie, Mines et Ressources Canada. Primrose Ketchum est rédactrice en chef de GEOS. Les auteurs désirent souligner la contribution de la société MacDonald Dettwiler, de l'Agence spatiale européenne ainsi que de Scott Patterson, Terry Pultz et Roy Slaney, chercheurs au CCT.

**Centre de contrôle**

**Susan Ross and Teddy McDougald process orders at the Prince Albert Satellite Station in Saskatchewan.**



**M<sup>me</sup> Susan Ross et M. Teddy McDougald acheminent les commandes à la station satellite de Prince Albert, en Saskatchewan.**

# RESORS

DATE RECEIVED JUL 6 1990

DATE CHECKED JUL 6 1990

DATE INDEXED JUL 11 1990

---

*Energy, Mines and Resources Canada explores Canada's landmass, conducts research and development and pursues policies and programs to ensure that our energy and mineral resources are developed and extracted in ways that are safe, efficient and, above all, respectful of the environment.*

---

*Énergie, Mines et Ressources Canada explore la masse continentale du Canada, dirige des travaux de recherche et de développement et poursuit des politiques et des programmes visant à assurer l'emploi de méthodes de mise en valeur et d'extraction sûres, efficaces et, par-dessus tout, qui respectent l'environnement.*

---